

**Die Anwendung  
der Deckentheorie auf die Ostalpen. II**

**Die Kalkalpen — ein Deckenland?**

von

**Franz Heritsch**

Sonderabdruck aus: »Geologische Rundschau«, Band V, Heft 4

---

**Leipzig und Berlin**

**Wilhelm Engelmann**

**1914**

## II. Besprechungen.

### A. Unter der Redaktion der Geologischen Vereinigung.

## Die Anwendung der Deckentheorie auf die Ostalpen. II.

### Die Kalkalpen — ein Deckenland?

Von **Franz Heritsch** (Graz).

Die Hauptfrage, welche hier zu erledigen ist, geht dahin, ob in den nördlichen Kalkalpen tektonische Einheiten unterschieden werden können, welche im Sinne der Deckentheorie als Decken zu bezeichnen sind.

Mit **AMPFERER-HAHN** unterscheiden wir:

1. Die **bajuvavische** Einheit, a) die Schuppen der Randkette, b) Hauptdolomitgebiet und Mulde von Thiersee;
2. Die **tirolische** Einheit, a) die Wettersteindecke, b) die Inntaldecke,
3. Die **juvavische** Einheit.

Es ist besonders zu betonen, daß der Begriff Dachsteindecke (**HAUG**), hochalpine Decke (**KOBER**) sich nicht mit juvavisch (**HAHN**) deckt. Auch die Begriffe »Berchtesgadener Facies« und »Berchtesgadener Schubmasse« decken sich nicht.

Der Rätikon entspricht nach **HAHN**<sup>1)</sup> der Wettersteindecke. In der regionalen Tektonik des Rätikons ist zu unterscheiden zwischen der Quetschzone am Südrand und den entsprechenden Quetschzonen innerhalb der eigentlichen ostalpinen Masse (Schollenfenster von **SEIDLITZ**) einerseits und der darübergeschobenen ostalpinen Masse andererseits. In der Quetschzone am Südrande zeigt sich meridionale Bewegungsrichtung an<sup>2)</sup>. Im Fenster von Gargellen<sup>3)</sup> taucht der »lepontinische Deckenkomplex« wieder heraus.

Nimmt man zu den Lagerungsverhältnissen am Südrande des Rätikons und zu den »Schollenfenstern« im Rätikon selbst die schon lange bekannten tektonischen Verhältnisse am West- und Nordfuß des Rätikons<sup>4)</sup>

1) Verhandlung 1912, S. 339.

2) Doch gibt es auch hier starke Anzeichen von Ostwestbewegungen; so führt der Tithonkalk in den Quetschzonen »in den Gruben« nach **MYLIUS** eine Bewegung nach Westen aus; die Weißplattenschuppe schneidet die Sulzflussschuppe unter einem rechten Winkel ab; für OW.-Bewegung der Weißplatte spricht auch ihr NS.-Streichen.

3) **KOCH**, Verh. 1876; **SEIDLITZ**, Ber. d. naturf. Ges. z. Freiburg 1906.

4) v. **RICHTHOFEN**, Ib. 1859, 1861/62.

dann ist der wichtigste direkte Anhaltspunkt für die Wurzellosigkeit der nördlichen Kalkalpen genannt.

Über der Quetschzone am Südrande des Rätikons liegt echt ostalpines Gebirge, dessen Lokaltektonek dachziegelartige, nach Westen blickende Schuppenstruktur zeigt. Die Ost-Westbewegung, welche sich in dieser Tektonik ausdrückt, erhält ihre richtige Bedeutung nicht durch die Betrachtungsweise im Sinne von A. ROTHPLETZ' rätischer Schubmasse, sondern erst im Hinblick auf die Nachweise der Ost-Westbewegung in den Lechtaleralpen (AMPFERER hat ein dachziegelartiges Übergreifen in dieser Richtung festgestellt), durch den Ausblick auf zentralalpine Verhältnisse<sup>1)</sup>. Es scheint von wesentlicher Wichtigkeit zu sein, daß die Ost-Westbewegung zeitlich hinter der meridionalen Bewegung steht<sup>2)</sup>.

Eine sichere Gliederung der Kalkalpen in tektonische Einheiten ist erst im Gebiete des von O. AMPFERER meisterhaft dargestellten Querschnittes durch Allgäu und Lechtal möglich. Es läßt sich da unterscheiden:

Bajuvavische Einheit	$\left\{ \begin{array}{l} \text{Tieferer Teil} \\ \text{Höherer Teil} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1. \text{ Schuppen der Randzone (Zinken usw.)} \\ 2. \text{ Eine daraufliegende Masse von Hauptdolomit, welcher der Träger von jüngeren Schichten ist.} \\ 3. \text{ Die Masse der Lechtaldecke.} \\ 4. \text{ Die Wettersteinscholle}^3). \end{array} \right.$

AMPFERER, dem die Darstellung der Bewegungserscheinung der Alpen so manchen prächtigen Ausdruck verdankt (Reibungsteppich usw.), vergleicht die Allgäuer- und Lechtaleralpen mit einer gewaltigen Stein-  
treppe ohne Anstieg<sup>4)</sup>.

Am Nordrande sind steil aufgefahrene Schollen vorhanden (z. B. der Hauptdolomit des Zinken); daß es sich trotz der vielfach merkwürdigen Facies um keine lepontinischen Decken handeln kann, hat AMPFERER eindringlich dargetan. Die Schubschollen des Kalkalpenrandes sinken unter eine große Schubfläche ein, welche ROTHPLETZ zuerst erkannt und beschrieben hat<sup>5)</sup>. AMPFERER sagt von dieser Überschiebungsfläche der Allgäuer Schubmasse: »es ist der Ausstrich einer Bewegungsfläche ersten Ranges, der mit monumentaler Gebärde zwei Gesteinswelten scheidet.

Mit einer großen Schubfläche ersten Ranges liegt die Lechtaldecke auf der Allgäudecke, wobei Verfaltungen und Verknetungen an der

<sup>1)</sup> Siehe SPITZ und DYHRENFURTH, Ecl. geol. Helvet. 1913.

<sup>2)</sup> Das ist die Meinung von AMPFERER-HAMMER, ib. 1911, S. 704; ARBENZ, Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Bd. LVIII, 1913, S. 17, kommt zum konträren Ergebnis; nach ihm ist das penninische Streichen jünger als das ostalpine NS.- oder NO.- oder SO.-Streichen in Graubünden.

<sup>3)</sup> In der Trennung von 3 und 4 und in der Zuweisung von 4 der Wettersteinscholle wurde HAHN, V. 1912, gefolgt. AMPFERER reißt 3 und 4 nicht auseinander.

<sup>4)</sup> Ebenda 1911.

<sup>5)</sup> Geologische Alpenforschung II.

Schubfläche vorhanden sind. Der Verlauf der Schubfläche oder vielmehr der Rückwitterungsrand der Schubmasse soll sich beiläufig durch folgende Punkte andeuten: Mädelegabel, Halbfenster des Hinterhornbachtals, Hochvogel, Reute, Tannheimer Berge. Von der Größe der Überschiebung zeugen tektonische Abtragung unter — tektonische Ablagerung vor der Schubmasse<sup>1)</sup>. Wie dies auch bei der Allgäuermasse der Fall ist, so zerschneiden auch die Lechtaldecke zahlreiche Schubflächen zweiter Ordnung; hier wäre, abgesehen von AMPFERERS Querschnitt, HANIELS Beschreibung der Lagerungsverhältnisse des dem Lechtal bei Holzgau zugekehrten nördlichen Talhanges zu erwähnen<sup>2)</sup>.

Die nächste große Schubfläche schneidet in der Wetterspitze durch; es ist »ein Bündel von steilen, südfallenden Überschiebungen«. AMPFERER hat alle diese Verhältnisse in meisterhafter Weise dargestellt; er sagt: »Die von diesen Flächen (nämlich den Überschiebungen) zerschnittene große Hauptdolomitmasse sinkt ost- und westwärts bald in die Tiefe. Beiderseits legt sich dann eine weit größere Schubscholle darüber, zu der die Schollen der Reuttspitze und der Wildtaler Spitze gehören.« Das ist die Inntaldecke. Am Südabfall der Lechtaler Alpen liegen dann, eng aneinander gereiht, mehr Bewegungsflächen. An der Grenze gegen die Zentralalpen herrscht überall steile Schichtstellung.

AMPFERER überlegt in seiner Darstellung des Querschnittes die Möglichkeit der Verknüpfung der einzelnen tektonischen Glieder. Von Wichtigkeit ist die Feststellung, daß sich keinerlei Anhaltspunkte ergeben, die Schubkörper als liegende Falten zu erklären. Trotzdem können nach AMPFERER die Schubmassen aus anfänglichen Falten entstanden und faltenartig miteinander verknüpft sein. Es liegt also eine Reihe von Schollen vor, welche in ihren Enden faltenartig eingerollt sind; eine solche Verknüpfung setzt eine ursprünglich einheitliche Fläche und ausgedehnte, dünne Schubplatte voraus; diese wurde erst bei der Vorwärtsbewegung zerstückelt und wie ein Stoß von Brettern übereinander geschichtet. Die dadurch bedingte Versteifung und Verstärkung macht auch den Schubtransport verständlich. Gegen die Tiefe zu muß sich die Schubfläche rasch steil stellen, wie AMPFERER auseinandergesetzt hat; er hat auch ausgeführt, daß die Unterfläche durch Bewegungsflächen oder eine solche vom Untergrund losgetrennt sein muß.

Am Südrande der Kalkalpen herrscht im AMPFERERSCHEN Querschnitt Überkipfung. Die Struktur am Südrand ist sehr kompliziert; AMPFERER vergleicht sie mit der Konstitution eines Augengneises. Es ist

<sup>1)</sup> AMPFERER, Ebenda 1911.

<sup>2)</sup> HANIEL, Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft 1911.

<sup>3)</sup> Es sei hier neben der Darstellung AMPFERER-HAMMER, Ein geol. Querschnitt durch die Ostalpen, S. 6, 1911 (überdies ein Werk, das alle geologischen Publikationen des 20. Jahrhunderts, soweit sie die Ostalpen betreffen, weitaus überragt) auf AMPFERERS Darstellung in der Zeitschrift des D. Ö. A.-V. 1913 verwiesen.

wahrscheinlich, daß zwischen den südlichsten Schuppen der Kalkalpen und den Zentralalpen eine primäre Verbindung vorhanden ist.

Mit HAHN<sup>1)</sup> ist die Schubmasse, welche mit der Schubfläche unter die Wetterspitze vorführt, zur Wettersteindecke zu rechnen. Es ist dann die geschuppte Randzone, die Allgäudecke und Lechtaldecke der bajuvavischen Einheit HAHNS gleichzustellen. Dazu wäre noch zu bemerken, daß das wenigstens in dem hier zur Besprechung kommenden Gebiet keine »Decken« sein müssen im gewöhnlichen Sinne des Wortes, das heißt also tektonische Einheiten, deren Trennung bis in ein fragliches und hypothetisches Wurzelgebiet durch verfolgt werden kann. Der Schreiber dieser Zeilen möchte betonen, daß ihm die Entstehung dieser »Decken« nach der Erklärung AMPFERERS viel klarer und wahrscheinlicher erscheint, als jede andere Möglichkeit.

In den Lechtaleralpen findet sich eine tektonisch noch höhere Masse, welche etwa von Madau gegen Osten als geschlossene Masse auftritt. Der Muttekopf, die Heiterwand, das Miminger Gebirge, sehr große Teile des Karwendels gehören dieser Decke an. AMPFERER hat sie Innaldecke genannt. Westlich von Madau gehören ihr einige Deckschollen an, z. B. Reuttspitze, Wildtalerspitze, hierher gehört wohl auch die Deckscholle, welche als erster — allerdings in etwas anderer Form — v. RICHTHOFEN<sup>2)</sup> vom Grat zwischen dem Pazieller-Back-Krah und Almejurbach beschrieben hat.

Am Rande der Kalkalpen herrscht ein Gebiet mit steil aufgefahrenen Schuppen, was ja begreiflich ist an der Stirn der ostalpinen Schubmasse. In die Zone der randlichen Schuppen gehört der Zitterklapfen, Widderstein, Bärenweide usw.; diese Randzone ist auch durch einzelne facielle Eigenheiten ausgezeichnet, z. B. couches rouges. Spießler-Eiseler-Zinken gehören als steil aufgefahrene Schuppen zur Randzone, welche sich in die Vilseralpen und von da aus weiter gegen E fortsetzt, wobei mehr oder weniger stark vordringende Überschiebungen vorhanden sind. HAHN hat den Verlauf dieser Randzonen kurz markiert<sup>3)</sup>: Klammspitz, Teufelsstallkopf, Ettaler Mandl, Siemensberg, Benediktenwand; Hirschgröhrkopf, Beckensteine, Wendelstein.

Die Profile sind kompliziert gebaut; vielfach grenzt unmittelbar an den Flysch eine Gruppe von Jura und Kreide; dann folgt Trias, welche sehr stark gestört ist; tiefere Trias ist überall vorhanden.

Die Fortsetzung dieses Zuges liegt jenseits des Inns, wo auch vielfach am Rande Jura und Kreide vorhanden ist. Das Streichen der Vorzone ist von der Gegend südlich des Schreinsees an gegen WNW. gerichtet; es streicht die Vorzone unter den Kienberg-Rauschenberg hin<sup>4)</sup>.

1) Verhandlung 1912.

2) Ib. 1861/62.

3) Verhandlungen 1912. Siehe dazu HAHN, Geol. Rundschau 1914.

4) ARLDT, Landeskundliche Forschungen, München 1912. Bei Ruhpolding liegt die Fortsetzung der Gesteinszüge des Hochfellen-Hochgernggebietes in einer

Auffallend ist das Streichen im Inntal; es ist hier in dem nördlichen Gebiet der Kalkalpen NO.-Streichen vorhanden. In gewissem Sinne läßt sich das mit den Verhältnissen bei Weyer vergleichen, nicht nur in den rein äußerlichen Verhältnissen, sondern auch bezüglich des Eindringens jüngerer Meeressedimente (Gosau, Tertiär).

Die gesamte Randzone ist eine Zone steiler Aufpressungen. Neben den »Klippen« in der »Aufbrandungszone« kommen zur Vervollständigung des Bildes noch die Schubfetzen von Eruptiven und kristallinen Gesteinen in Betracht<sup>1)</sup>.

Es ist von wesentlicher Bedeutung, daß die kristallinen Schiefer in der Schubzone des Allgäu wenigstens zum Teil der Grauwackenzone entstammen können.

Daß die Randzone und die Allgäuer Decke westlich von Oberstdorf als tektonische Komplexe nicht zu trennen und einander als Decken gegenüber zu stellen sind, sondern daß sie vielmehr als Rand- und Hauptmasse eines tektonischen Komplexes aufzufassen sind, zeigt der Umstand, daß die Schubfetzen in der Basis von beiden auftreten. Schubfetzen liegen an der Basis der Allgäuer Decken dort, wo eine Schuppenzone darunter fehlt (z. B. Gaisalpe).

Die Lechtalerdecke hat zwischen dem Lechtal und dem Wettersteingebirge eine gewaltige Entfaltung; ihre Südgrenze ist vielfach die Nordgrenze der Inntaldecke, die Linie Gramais-Boden-Pfafflar-Tegeltal. Zwischen die Lechtaldecke und die Inntaldecke schiebt sich dann vom Wettersteingebirge an die Wettersteinscholle dazwischen. Die Frage

Entwicklung niedriger Vorberge, welche vom Rauschberg-Kienberg überragt und überschoben werden. Die Vorberge streichen WNW.; ihre Grenze gegen den Flysch ist sehr steil gestellt; die Vorberge zeigen sehr gestörte Faltenzüge; das Auftreten von Cenoman läßt eine Störungsepoche vor seiner Ablagerung erkennen. In deutlicher Weise ziehen die Vorberge unter die Trias von Kienberg-Rauschberg hinein. Damit verschwindet die Fortsetzung der Zone von Thiersee, um erst im Schafberggebiet wieder heraus zu tauchen.

<sup>1)</sup> Diese exotischen Gesteine sind z. T. in Flysch eingewickelt und geben ihm einen exotischen (Wildflysch-) Charakter. Es seien einige der Schubfetzen erwähnt: Im Warmatsgundertal — »Alpenmelaphyr«, wahrscheinlich ein in Flysch eingewickelter Schubfetzen; Basische Eruptiva — auf der Gaisalpe, wo Diabasporphyrite nach REISERS bisher nicht widerlegten Angaben in Flysch stecken und diesen kontaktmetamorph verändert haben; nach SEIDLITZ erscheint die Riesebreccie vom Grassentobel bei Bludenz (Schollenfenster) auf der Gaisalpe wieder. LUGEON hielt die Eruptiva für vortriassisch und für Schubfetzen in der Trias; STEINMANN hält sie für tektonisch mit dem Flysch verknüpft und für postjurassisch; ROTHPLETZ glaubt, daß sie Schubfetzen sein könnten.

Zu erwähnen sind auch die kristallinen Schiefer an der Schubfläche: Gneis am Keilberg bei Oberstdorf — ein in Flysch eingewickelter Schubfetzen; Gneis und Glimmerschiefer im Rettenschwangertal — Gneise (siehe ROTHPLETZ, Geol. Alpenforschungen II). GÜMBEL spricht von Quarziten, Tonschiefern, Chloritschiefern verrucanoähnlichem Konglomerat »an der Basis der Kalkalpen«.

Auch Hornsteinkalke, seewenartige Schiefer (wohl couches-rouges), Aptychenkalke, Rudistenkalke treten auf, das Bild kompliziertester Lagerung an der Überschiebungsbasis vervollständigend; das erinnert an die Südseite des Rätikons.

der tektonischen Stellung des Wettersteingebirges wurde erst vor kurzem auch in dieser Zeitschrift erörtert<sup>1)</sup>. Vom Wettersteingebirge gegen Osten ist die Südgrenze der Lechtaldecke vielfach schwer zu ziehen. Es muß aber doch wohl zwischen dem Wettersteingebirge, bzw. seiner Fortsetzung gegen Osten und im Hauptdolomiterrain nördlich davon eine Grenze, ein anormaler Kontakt vorhanden sein. Doch ist festzustellen, daß sich nur wenige Andeutungen einer Trennung für die Strecke Eibsee-Mittenwald-Achensee finden, und diese wenigen Anhaltspunkte können aus AMPFERERS ausgezeichnete Karwendelarbeit geholt werden<sup>2)</sup>.

Aus der Lechtaldecke taucht das »Wamberger Fenster« auf. Es ist doch wohl recht wahrscheinlich, daß es ein Fenster ist. Welcher tektonische Körper erscheint da? Bei konsequenter Durchverfolgung des Deckengedankens müßte man an das Auftauchen der Algäuer Decke denken. Die Entfernung des Fensters bis zur Randzone beträgt etwa 15 km. — Wenn aber auch der Nachweis zu führen wäre, daß da die Allgäuer Decke vorhanden ist, so ist noch immer nicht damit gesagt, daß da unter der Lechtaldecke nicht nur eine Schubscholle einer tieferen Einheit herauskommt.

Die ganze Masse der Lechtaldecke läßt sich über den Inndurchbruch verfolgen. Der Hauptdolomit, der westlich des Inns die Lechtaldecke zum großen Teile bildet, zieht über den Inn hinaus, hat aber dort eine etwas geringere Verbreitung. Im Norden von der Randzone begrenzt, streicht er gegen Ruhpolding zu; in der Gegend der Ruhpoldinger Berge erleidet er dasselbe Schicksal wie die Randzone, das heißt, er verschwindet unter einer höheren Auflagerung. — Im Gebiet zwischen Ruhpolding und Achenbach sind ihr viel junge Gesteine in großer Verbreitung eingemuldet.

Von Mittenwald an gegen Osten bis zum Inn und jenseits desselben weiter zieht auf dem Hauptdolomit der Lechtaldecke liegend und einen integrierenden Bestandteil derselben bildend die Jura-Kreide-Mulde, welche man als Mittenwalder Mulde benennen könnte; sie wird markiert durch die Punkte: Vereinsalpe bei Mittenwald, Vorderris, Thiersee, Kiefersfelden. — Südlich von dieser Mulde muß der anomale Kontakt gegen die Wettersteindecke zu finden sein; nachgewiesen ist ein solcher auf sehr lange Strecken nicht; an manchen Stellen sind anomale Kontakte vorhanden; einen solchen verzeichnete O. AMPFERER z. B. bei Achenkirchen; die Fortsetzung der Mulde von Thiersee jenseits des Inns ist wohl jene große Mulde jüngerer Gesteine, welche nördlich von Niedern-

1) SCHLAGINTWEIT, Geolog. Rundschau 1911; AMPFERER, Verh. 1912; SCHLAGINTWEIT, Verh. 1912.

2) AMPFERER, eb. 1903, eb. 1905. Die Möglichkeit besteht, daß keine Grenze vorhanden ist, daß eine Verbindung von »Lechtaldecke« und »Wettersteindecke« vorhanden ist. Dann muß man mit AMPFERER zur Ost-Westbewegung des Wettersteins greifen. Es erscheint dem Schreiber dieser Zeilen nicht so schrecklich zu sein, eine solche Bewegung anzunehmen.

dorf beginnt; sie erstreckt sich dann über Oberwesen weiter und begleitet den Kienberg im Norden und verschwindet unter der Überschiebung derselben.

Dieser Wettersteinscholle gehört nach HAHN das Gebirge der südlichsten Lechtaler Alpen und der Rätikon an. Westlich vom Alperschontal verschwindet die Wettersteindecke unter der Inntaldecke, welche von da an in großer Breite und Mächtigkeit vorhanden ist. Wettersteindecke und Inntaldecke sollen zusammen besprochen werden.

Nach HAHN gehört die sehr stark tektonisch beanspruchte südlichste Zone der Kalkalpen (z. B. bei Flirsch) auch zur Wettersteinscholle. Diese Zone greift zwischen Imst und Landeck auf das rechte Ufer des Inns über. Nördlich davon liegt die Inntaldecke, welche in geschlossener Masse bis Schwaz reicht. Wo die Grenze gegen die anderen Einheiten gerade verläuft, dort herrscht Steilstehung der Schichten an der Überschiebungslinie; sonst ist flachausgreifende Überschiebung vorhanden.

Auf der Strecke Ötzmündung-Innsbruck stößt unter dem Schuttboden des Inntales die Stubai-Ötztaler Masse an einer steil einschließenden Bewegungsfläche an die Kalkalpen an. Denn auf dieser Strecke findet ein Abschneiden der Faltenzüge im Inntal statt, z. B. Seefelder Gebirge<sup>1)</sup>. Auf dieser Strecke anomalen Kontaktes herrscht ein starker Vorstoß der kristallinen Masse der Ötztaler Alpen; dem entspricht wahrscheinlich ein Niederbeugen der Kalkalpen im Bereich des Sattels von Buchen-Seefeld. Diese Depression und das Niederbeugen der Kalkalpen steht mit der Wahrscheinlichkeit in Verbindung, daß hier die Zentralalpen über die Kalkalpen vorgeschoben sind. Dort, wo die Inntaldecke unmittelbar an die Zentralalpen herantritt, liegt zwischen den beiden sicher eine Bewegungsfläche von großem Ausmaße.

Von Wichtigkeit sind für diese Frage die exotischen Gerölle der Gosau des Muttekopfes<sup>2)</sup>. Sie gehören, abgesehen von kalkalpinen Gesteinen, der Grauwackenzone an; Gesteine der Ötztaler Alpen fehlen. Zwischen Landeck und Innsbruck fehlt wahrscheinlich die Grauwackenzone. Man müßte die Exotica der Gosau von der Osttirolisch-salzburgischen Grauwackenzone herleiten. Diese Herleitung ist aber unmöglich, denn die Exotica der Brandenberger Gosau sind besser gerollt als die des Muttekopfes. »Die tektonischen Ergebnisse würden sich also mit den Angaben der Gerölluntersuchungen der Muttekopfgosau insofern vereinigen lassen, als diese ja auch eine unmittelbare Verbindung mit jenem Grundgebirge zur Gosauzeit enthüllen«<sup>3)</sup>. Zur Gosauzeit dürfte die Grauwackenzone noch unter der Inntaldecke gelegen sein. Die Grauwackenzone muß nach der Gosau auf tektonischem Wege zurückgeblieben und durch die Abtragung beseitigt worden sein. Nur auf diese Weise

<sup>1)</sup> AMPFERER, Ib. 1905. Geol. Spez.-Karte Bl. Ziel-Nassereith u. Innsbruck-Achensee, 1912.

<sup>2)</sup> AMPFERER, Ib. 1912.

<sup>3)</sup> AMPFERER, Ib. 1912, S. 308.

sind, wie AMPFERER sagt, die Störungen am Südrand der Inntaler Decke und die »Geröllvölker« der Gosau in einen kausalen Zusammenhang zu bringen.

Die unter der Inntaldecke liegenden Gebirge haben einen größeren Schichtreichtum bis in die Kreide hinauf. Dagegen zeigt die Inntaldecke nur eine Folge von Buntsandstein bis zum Hauptdolomit; abgesehen von geringen Resten von Rät ist nur mehr Gosau zu nennen. Unter der Inntaldecke des Mieminger Gebirges taucht als tiefere Einheit die »Wettersteindecke« heraus, dazwischen liegt das Fenster des Gais- und Puitentales. Diese Tektonik setzt in das Karwendel fort<sup>1)</sup>. Der südliche Teil des Karwendel (einschließlich des Birkkarkammes) entspricht der Inntaldecke, der nördliche Teil der Wettersteindecke, dazwischen erscheint nach der Darstellung AMPFERERS in komplizierter Weise eingezwickte Reste der Lechtaldecke; diese müßte man als zwischen den beiden höheren Einheiten aufgeschürfte Schubschollen auffassen. Es erscheint aber immerhin der Frage wert zu sein, ob es nicht, trotz der Analogie mit dem Gais- und Puitental, Komponenten der Wetterstein-einheit sind. Das würde auch mit der Umdeutung des südlichen Teiles des AMPFERERSCHEN Querschnittes stimmen, der mit HAHN als Wettersteinscholle einzuzeichnen ist; dann würde sich auch im Unterinntal eine primäre Verknüpfung der Grauwackenzone mit der Wettersteinscholle erheben.

Zur Inntaldecke gehört noch die Masse des Vorderer; wie sich diese tektonische Einheit weiter fortsetzt, ist nicht zu sehen, jedenfalls ist für eine lange Strecke alles das, was östlich vom Meridian von Jenbach und südlich der Thierseemulde und ihrer Fortsetzung liegt, mit Ausnahme der Vorderer als Wettersteindecke anzusprechen.

Hoch über dem Achensee erhebt sich das schöne Sonnwendgebirge, das in F. WÄHNER<sup>2)</sup> einen glänzenden Bearbeiter gefunden hat. WÄHNERS Darstellung steht in ihrem Detail, in der außerordentlichen Klarheit einzig da unter den Monographien alpiner Gebirgsgruppen. Aus dem stratigraphisch besonders Bemerkenswerten sei die Hornsteinbreccie erwähnt; AMPFERER hat besonders hervorgehoben, daß sie das stratigraphische Hauptproblem des Sonnwendgebirges darstellt. Die Hornsteinbreccie ist ein sehr merkwürdiges Gebilde, ausgezeichnet durch sehr verworrene Lagerung; nicht selten ist sie nach unten mit Radiolariengesteinen verbunden, in Ausnahmefällen liegt sie auf Lias oder Rät; nach oben ist sie innig mit jurassischen Hornsteinen verknüpft; die Mächtigkeit ist sehr schwankend. Aufgearbeitet sind in der Breccie die verschiedensten Gesteine, unter welchen der Plattenkalk der älteste ist. Einzelne Erscheinungen scheinen dafür zu sprechen, daß eine Transgressionsbreccie vorliegt (z. B. die Auflagerung auf verschie-

<sup>1)</sup> AMPFERER, Ib. 1903, 1905; AMPFERER-HAMMER, eb. 1911; AMPFERER, Verh. 1911; SCHLAGINTWEIT, Geol. Rundschau 1911, Verh. 1911.

<sup>2)</sup> Das Sonnwendgebirge im Unterinntal I. Wien-Leipzig 1903.

denen Gesteinen, dann das Auftreten von Gesteinen, welche im Sonnwendgebirge anstehend nicht bekannt geworden sind; auch Gesteine aus dem Hangenden der Breccie sind aufgearbeitet). Die Breccie ist zwischen Bildungen eingeschaltet, welche als Ablagerungen der Tiefsee angesprochen werden; das ergibt eine besondere Schwierigkeit, denn wenn sie ein Sediment wäre, mußte sie ihrem Charakter nach eine Seichtwasserbildung sein. WÄHNER hat es als wahrscheinlich hingestellt, daß die Hornsteinbreccie eine Dislokationsbreccie vorstellt.

AMPFERER<sup>1)</sup> sieht in der Hornsteinbreccie ein Sediment. Er stützt diese Anschauung auf die Wechsellagerung mit den Radiolarienschichten und sagt, daß dieser Verband gegen eine tektonische Genese spricht. AMPFERER erklärt die Bildung der Hornsteinbreccie durch eine Hebung und Verstellung nach der Ablagerung der Radiolarienschichten; dadurch wurde in diesen noch plastischen Sedimenten bedeutende seitliche Massenbewegung hervorgerufen. Die Wechsellagerung der Radiolarienschichten mit der Breccie sind als lokale Umschwemmung von benachbarten Radiolariengesteinen anzusehen.

Nach AMPFERER kann man in der Hornsteinbreccie die hornsteinreiche eigentliche Breccie von einem meist aus Kalken gebildeten Konglomerat unterscheiden. Die Komponenten der Konglomerate zeigen eine unvollkommene Bearbeitung; doch muß auch AMPFERER an eine gewisse tektonische Mischung denken, da auch Gesteine aus dem Hangenden vorhanden sind. AMPFERER wendet gegen die tektonische Entstehung der Breccie ein, daß sie zwischen Roßkopf und Hochinß (Riffkalk) in einer flachen Mulde liegt, welche keinen Grund zur Bildung einer Dislokationsbreccie gibt. An der Nordseite des Haiderjoches liegen nach AMPFERER übereinander in überstürzter Folge: weißer Riffkalk, roter Liaskalk, Radiolarienschichten, Hornsteinbreccie, ein Konglomerat mit teilweise sehr groben Kalkbrocken. AMPFERER sagt: »Es ist sehr bemerkenswert, daß die Radiolarienschichten gegen oben mehr Bruchstücke und Gerölle aufnehmen, und sie so sandig und breccienartig werden«<sup>2)</sup>.

Nach AMPFERER spricht für eine sedimentäre Entstehung der Hornsteinbreccie die regelmäßige stratigraphische Einordnung an derselben Stelle der Schichtfolge, die Wechsellagerung mit den Nachbarsedimenten im Liegenden und Hangenden, die verschiedene lagenweise Ausbildung als Breccien und Konglomerat und das Auftreten von Schichtung, die Führung von Gesteinen, die im Sonnwendgebirge nicht anstehend sind, der Einschluß von Gesteinen aus älteren Schichten, welche an den Gipfelfaltungen des Sonnwendgebirges nicht mehr teilnehmen, der Buntheit und Mannigfaltigkeit der Mischung der Komponenten und die häufige<sup>3)</sup> Geröllform, das Fehlen jedes Zusammenhanges mit der benach-

<sup>1)</sup> Ib. 1908.

<sup>2)</sup> Eb. 1908, S. 292.

<sup>3)</sup> Es ist die Frage, ob man »häufig« sagen darf; ich habe bei einem mehrtägigen Aufenthalt im Sonnwendgebirge kein Geröll in der Breccie gesehen.

barten Tektonik, die Verbreitung an Stellen, wo keine ursprünglich größeren tektonischen Störungen nachweisbar sind.

Der Schreiber dieser Zeilen möchte hervorheben, daß die Hornsteinbreccie sehr stark den Eindruck einer Dislokationsbreccie hervorruft. Das, was an O. AMPFERERS, das Problem der Hornsteinbreccie ins Sedimentäre hinüberreichenden Erklärung wohl auf jeden Fall auszusetzen ist, ist die von ihm angenommene Hebung nach der Ablagerung der Radiolarienschichten. Man muß in diesem Sinne eine ganz gewaltige Hebung annehmen, welche die allgemein als abyssisch angesehenen Radiolariengesteine über oder in die Nähe der Oberfläche des Meeres brachte

Ein solcher gewaltiger Vorgang, wie diese Hebung ist für die von L. KOBER gegebene Erklärung solcher Breccien nicht notwendig<sup>1)</sup>. KOBER bringt diese Breccien in kausalen Zusammenhang mit der Gebirgsbildung, welche mit ihren ersten Anfängen daher schon in den Jura hinabreichen müßte. KOBER sagt, daß durch die Gebirgsbewegungen Brüche und Verschiebungen entstehen; dabei werden Breccien gebildet und »als gröbere Sedimente mit den Abyssiten vermengt.« Auf diese Weise erklärt KOBER die Wechsellagerung von Tiefseeablagerungen mit Breccien. KOBER denkt sich diese Breccien entstanden bei Seebeben, Brüchen in der Tiefsee; es sind »zum Teil Dislokationsbreccien, zum Teil gleichsam feine Schuttströme, die in den roten Tiefseeschlamm eingelagert wurden«. — Es läßt sich nicht übersehen, daß diese Meinung bei einer sedimentären Deutung der Hornsteinbreccie der mit einer Hebung verbundenen Erklärung AMPFERERS gegenüber manche Vorteile bietet.

Früher wurde der Vorderer erwähnt; der Wettersteinkalk dieses Berges (= Inntaldecke) ist auf das eigentliche Sonnwendgebirge hinauf geschoben. Am Schichthals ist diese Aufschiebung aufgeschlossen, wobei auch noch Gosau (ohne Gerölle von Trias!) überschoben wurde. Die Lagerung im östlichen Gipfelgebiet des Sonnwendgebirges hat WÄHNER in unübertrefflicher Weise geschildert. WÄHNER konnte zeigen, daß eine Reihe von sehr kompliziert gebauten liegenden Falten vorhanden ist. Die in der Hauptmasse aus weißem Riffkalk bestehenden Wände sind nicht deshalb so hoch, weil diese Sedimente schon ursprünglich in dieser Mächtigkeit abgesetzt worden sind, sondern weil eine ursprünglich einheitliche wenig mächtige Schichtgruppe mehrfach übereinander geschoben wurde. — Besonders klar wird in diesem Gebiete die Entstehung von kleinen Überschiebungen aus liegenden Falten.

WÄHNER führt aus, daß die Überschiebungsrichtung im Süden gegen Südwest gekehrt ist, während sie im Norden gegen Westen oder Westnordwest gerichtet ist. Gegen Osten hört der stolze Faltenbau mit dem Sonnwendgebirge auf; die Geschlossenheit der tektonischen Phänomene

<sup>1)</sup> Mitteil. d. geol. Gesellsch. Wien, 1912, S. 83.

wird durch hereindringende Gosauschichten vernichtet. Diese Gosau ist sehr interessant. Gosau liegt zwischen Pletzach und Ladoi (Tone, Mergel, bituminöse Sandsteine, Rudistenbreccie); diese Gosau ist im Gegensatz zu der des Schichthalses nicht tektonisch umgeformt<sup>1)</sup>. Der Ablagerung der Gosau ist eine gewaltige Erosion vorangegangen, welche ein dem heutigen Sonnwendgebirge ähnliches Terrain geschaffen hat. Daraus ergibt sich, wie an zahlreichen anderen Stellen Tirols (z. B. Muttekopf), die vorgosauische Faltung des Sonnwendgebirges. Nach AMPFERER steht die Bewegungsrichtung der alten Faltung senkrecht zur nachgosauischen Störung.

Die Basis des Sonnwendgebirges bildet Hauptdolomit. Auf diesem liegt nördlich vom Sonnwendgebirge (als Schubmasse?) der Wettersteinkalk des Unnütz-Guffert<sup>2)</sup>.

Nach HAHN<sup>3)</sup> verschmelzen die Wettersteindecke und die Inntaldecke zwischen »St. Johann, Kössen und Werfen-Salzburg zu einem mächtigen Schollenbau; der lebhafteste Vordrang der Inntaldecke kompensiert sich in der nicht minder wirkungsvollen Stauffen-Höllengebirgsüberschiebung.« Die Nordgrenze dieser Einheit, welche vielleicht die Wetterstein- und Inntaldecke zusammen repräsentiert, ist eine Schubfläche von größter Bedeutung. Die Überschiebungsfläche von Kufstein über den Walchsee (Nordrand des wilden Kaiser) quer durch das von Tertiär verhüllte Becken von Reit im Winkel und zur Nordseite des Kienberges-Rauschenberges-Stauffen. Nach HAHN<sup>4)</sup> verflacht die Schubbahn mehr gegen Osten zu.

Zwischen Saalach- und Salzachdurchbruch ist — abgesehen von den juvavischen Deckenresten — nur die Wettersteindecke vertreten. In den südlichen Teilen dieser tirolischen Einheit gehen wichtige Faciesveränderungen vor sich, nämlich die Entwicklung zur Berchtesgadener Facies. Wenn man im östlichen Teile der Inn-Salzachgruppe die juvavischen Deckschollen abhebt, dann bleibt ein basales Gebirge übrig, das im Norden »bajuvavische« im Süden Berchtesgadener Facies aufweist. Darüber liegt überschoben die Berchtesgadener Schubmasse (juvavische Einheit), welcher der Untersberg und Reiteralp, das Lattengebirge, der Göll usw. angehören. HAUG hat die Ansicht vertreten, daß die bayrische und die Dachsteindecke (d. i. juvavische pr. p.) durch Faciesgegensätze getrennt seien. Um das Steinerne Meer, das Hagen- und Tennengebirge der höheren Decke zuweisen zu können, läßt HAUG das Hagengebirge über tieferen Decken schwimmen; dadurch entsteht ein ganz unmögliches Profil. Beim Tennengebirge hilft sich HAUG so, daß er

1) AMPFERER, Ib. 1908.

2) Vielleicht eine in der Bogenwendung ausgesprungene und dann überschobene Scholle, so ähnlich wie in den Julischen Alpen (siehe Kossmat, Mitt. d. Wien. geol. Ges. 1913.

3) Verh. 1912, S. 340.

4) Verh. 1912, S. 339.

es durch eine Verwerfung in einen südlichen, aus flachliegenden Ramsau-dolomit und Dachsteinkalk bestehenden Abschnitt — Dachsteindecke — und einen nördlichen, aus steil gegen Norden fallenden Dachsteinkalk bestehenden Teil — bayr. Decke — zerlegt. Der nördliche Teil mit geschichtetem Dachsteinkalk und dem Adnetherlias würde bayerische, der südliche koralligene Dachsteinkalk mit dem Hierlatzlias würde Dachsteindecke sein. NOVAK<sup>1)</sup> hat mit Recht dagegen eingewendet, daß die Trennungslinie nicht vorhanden ist, welche HAUG<sup>2)</sup> annimmt. Überdies ist im Dachsteinkalk keine scharfe Grenze vorhanden, denn WÄHNER (1894) hat festgestellt, daß die Korallenriffkalke in die geschichteten Dachsteinkalke übergehen. Mit HAHN ist festzuhalten, daß das Steinerne Meer, die Übergossene Alpe usw. zur tieferen tirolischen Einheit gehört, es ist schon früher (S. 96) darauf verwiesen worden, daß sowohl juvavische Decke als tirolische Basis im Berchtesgadener Land dieselbe Facies haben. Mit HAHN<sup>3)</sup> ist im Saalachgebiete wohl auseinanderzuhalten: die Eigenfaltung von Basis und die Deckenbildung, die Summe der aus einer jüngeren Querfaltung resultierenden Schuppenstörungen. Die Deckenbildung ist in zwei Faltungsperioden zwischen-geschaltet. HAHN sagte, daß dieses juvavische Ereignis mit Faltenbildung wenig zu tun hat; es handelt sich um Massenübergleitung auf flach geneigter Förderbahn.

Diese großzügige Tektonik setzt jenseits der Salzach fort. Im folgenden sei eine Gliederung der tektonischen Einheiten östlich der Salzach gegeben.

Das Tennengebirge ist eine gegen Norden fallende Masse, hauptsächlich von Dachsteinkalk, welcher im nördlichen Teile mit den sehr steil zur Tiefe niederschießenden Bänken des Dachsteinkalkes und den wenigen darauf sitzenden Liasresten fast einen stirnartigen Eindruck macht. Als Fortsetzung der Übergossenen Alpe gehört das Tennengebirge zur tirolischen Einheit. Leider ist man über die tektonischen Verhältnisse des Ostendes des Tennengebirges gar nicht unterrichtet; daß Schichtwiederholung und weitgehende Störungen vorhanden sind, geht bereits aus den Aufnahmsberichten A. BITTNER'S hervor. — Nördlich vom Tennengebirge liegt eine Senke nicht nur im orographischen Sinne, sondern auch geotektonisch begründet. Diese Senkungsregion ist ausgefüllt mit Gesteinen, unter welchen vielfach Hallstätter Gesteine auftreten, welche aber nicht dominieren, aus dieser Senke, deren Lokaltekonik noch sehr der Aufklärung bedarf, steigt im Norden die Osterhorngruppe heraus. Es gibt kein Anzeichen, das darauf hindeuten würde, daß jemals über dieser Gebirgsgruppe eine höhere Decke gelegen wäre. Das Westende der Osterhorngruppe ist das Salzachtal; die Süd-

<sup>1)</sup> Bulletin de l'Académie des sciences de Cracovie, 1911.

<sup>2)</sup> Bull. Soc. géol. Franc. 1906.

<sup>3)</sup> Ib. 1913.

grenze ist charakterisiert durch eine Aufschiebung von Rätkalk und Hauptdolomit. Von Süden herauf kommen die jurassischen Glieder der eigentlichen Gruppe. Dieser Aufschiebung kommt wohl nur eine rein lokale Bedeutung zu. An der Ostgrenze findet ein durch Gosau ummanteltes Untersinken unter die Gamsfelddecke statt. Die Nordgrenze ist gegeben durch eine Schub- oder Scheerfläche von vorgosauischem Alter<sup>1)</sup>. Diese Schubfläche ist nach SPENGLER vielfach mit der Plassenkalkschubmasse des Schafberggebietes in einen kausalen Zusammenhang zu bringen, und es ist auch möglich, daß die Gosau des Wolfgangseetales »im Block« von der Osthorngruppe überfahren wurde.

Nördlich des Wolfgangseetales erhebt sich der Schafberg, welcher tektonisch tiefer liegt als die Osterhorngruppe (HAUG hat die umgekehrte Meinung vertreten, mit Unrecht<sup>2)</sup>, wie SPENGLER gezeigt hat. Es besteht zwischen der Schichtreihe der Osterhorngruppe und der Schafberggruppe ein lebhafter Facieskontrast<sup>3)</sup>; vollständig verschieden ist die Entwicklung im Jura; auf der einen Seite die in tieferem Wasser abgesetzten Oberalmerschichten, auf der anderen Seite die koralligen Plassenkalke; der Übergang zwischen den beiden Facies geschieht in der Blechwand (Stroblers Weidenbachtal), dann in der Gegend des Rettenbaches bei Ischl. — Die Schafberggruppe ist ein Faltenbündel, das sich auf einer aus Trias aufgebauten Sockelregion erhebt. Unter der Sockelregion erscheint ein von dieser überschobener Streifen von Neocomfleckenmergeln, welche im Streichen in die kompliziert gebaute Langbathscholle nördlich vom Höllengebirge fortsetzen und dort unter anderen Schichten eine bedeutende Rolle spielen. Das Neocom liegt unmittelbar über dem Flysch. — Die Tektonik der Schafberggruppe, welche E. SPENGLER in mustergültiger Weise beschrieben hat, zeigt ein vorgosauisches Faltenbündel, das in vieler Beziehung an das Sonnwendgebirge erinnert. — Die Sockelregion der Schafberggruppe setzt fort in das Höllengebirge, dessen Tektonik v. PIA durch eine liegende Falte aus Wettersteinkalk aufzulösen versucht hat<sup>4)</sup>. Einfacher wird das tektonische Bild vielleicht bei der Annahme einer Überschiebung<sup>5)</sup>; dann muß der Hauptdolomit unter dem Wettersteinkalk des Höllengebirges als Schubsetzen aufgefaßt werden. Vor dem Höllengebirge liegt die von diesem überschobene und mit Deckschollen verzierte Langbathscholle; die Tektonik der letzteren ist sehr kompliziert (es scheinen auch stratigraphische Unklarheiten vorhanden zu sein), und es braucht die Lagerung nicht noch komplizierter gemacht zu werden dadurch, daß von der Höllengebirgsüberschiebung Teile

1) SPENGLER, Sitzungsberichte d. K. K. Akademie der Wiss. Wien, 1912.

2) SPENGLER, Mitteil. d. geol. Gesellsch. in Wien, 1911; HAUG, Bull. Soc. géol. de France, 1912; SPENGLER, Zentralbl. f. Min. Geol. Pal. 1912.

3) SPENGLER, Schafberggruppe, Mitteil. d. geol. Gesellsch. in Wien, 1911.

4) Ib. 1912.

5) Nicht jedes Bild einer Stirn ist auch wirklich eine Stirn im Sinne der Deckentheorie.

in die Langbathscholle einbezogen werden, wie v. PIA dies tut. — v. PIA ist mit wenig Glück dem vorgosauischen Alter der Tektonik im Schafberggebiete entgegengetreten. — Der Traunsee zeigt eine Verschiebung in den Kalkalpen, und es besteht eine große Schwierigkeit, die Tektonik östlich und westlich des Sees in Übereinstimmung zu bringen.

Das Höllengebirge und der Schafberg sinken unter die Gosau erfüllte Senke Ischl-St. Gilgen. In dieser Gosau liegt bei Gschwendt Gabbro, von dem es fraglich ist, ob er ein Schubfetzen ist, oder ob er autochthon und intrusiv ist. Gosau setzt auch jenen auffallenden schmalen Streifen zusammen, der die gegen Osten niedersinkende Osterhorngruppe von der Gamsfeldgruppe (Kater- und Ramsauergebirge) trennt. Der Gosastreifen führt durch das Strobler Weißenbachtal und weiterhin bis Abtenau. SPENGLER<sup>1)</sup> hat gezeigt, daß es in diesem Gebiet zwei verschiedene Gosauverbreitungen gibt, eine Gosau der Osterhorn-Schafberggruppe und eine auf Hallstätter Gesteinen und der Gamsfeldgruppe liegende Gosau. — In dem früher erwähnten Gosastreifen des Strobler-Weidenbachtals liegt Gosau auf den Gesteinen der Osterhorngruppe; diese Gosau, die überdies durch einen Altersunterschied von der Gamsfeldgosau getrennt ist, fällt auf der ganzen Strecke unter die Gamsfeldgruppe — SPENGLERS Gamsfelddecke — ein. Es läßt sich, da diese Gosau in ihrer Fortsetzung über die Falten der Schafberggruppe übergreift, eine vorgosauische Gebirgsbewegung und eine nachgosauische — Aufschiebung der Gamsfelddecke — nachweisen. SPENGLER hat die oft sehr komplizierten Lagerungsverhältnisse dieses Gosastreifens dargestellt; die Gosau zeigt in mehreren Profilen Schuppenstruktur, was nach SPENGLER in derselben Weise zu erklären ist wie die Eocänfalten unter der Glarner Decke.

Die höhere Einheit des Gamsfeldgebietes zerfällt, wie SPENGLER gezeigt hat, in zwei tektonisch verschiedene Gebiete, nämlich in die Hallstätter Serie an der Basis und die Dachsteinentwicklung<sup>2)</sup> darüber; diese beiden Massen sind vorgosauisch übereinander bewegt worden und wurden dann nach einer Zeit der Abtragung von der Gosau transgrediert; alles zusammen wurde dann über die Schafberg-Osterhorngosau geschoben. Es ist wohl darauf hinzuweisen, daß die Gamsfeldgosau über Hallstätter Gesteinen und der Dachsteinserie liegt, und daß diese Gosau faciel anders entwickelt ist als die Schafberg-Osterhorngosau, nämlich als Konglomerate.

Die Gamsfeldgruppe ist die Unterlage für die mächtige Entwicklung der oberen Kreide im Becken von Gosau selbst. Die Verteilung der Schichten der Gosau ist derartig<sup>3)</sup>, daß am Nordrande Auflagerung herrscht (wobei auch überkippte Lagerung nicht den Eindruck einer

<sup>1)</sup> Sitzungsberichte d. K. K. Akad. d. Wiss. Wien, 1912.

<sup>2)</sup> Der Faciesunterschied dieser Dachsteinentwicklung im Vergleich zur Schafbergtrias ist recht gering, wie SPENGLER gezeigt hat.

<sup>3)</sup> FELIX, Palaeontographica. 49. Bd. 1907/08.

Transgression über die Trias stört); gegen Süden folgen dann immer höhere Schichten; in den höchsten Partien liegen die Nierentaler Schichten; darüber erscheint unter der Zwieselalpe ein Konglomerat mit zentral-alpinen Geröllen (besonders häufig sind Bruchstücke von Grauwackengesteinen, d. i. von Pinzgauer Phylliten; infolge der in diesem Gestein häufig auftretenden Lithothamnienrümpfer vergleicht es FELIX mit dem Granitmarmor oder mit Leithakalk.

Über die tektonische Stellung der Gosau des Beckens von Gosau zu dem Dachstein und den Donnerkögeln läßt sich jetzt noch nicht viel sicheres sagen<sup>1)</sup>. Die Gosau fällt unter die Trias von Buchbergriedel und Zwieselalpe ein, wobei in der Trias Schuppen vorhanden sind. Zwischen dem vorderen Gosausee und Gosauschmied ist der Kontakt der Gosau mit dem Dachsteinkalk des Modereck so, daß man an einen Bruch denken könnte. In der Fortsetzung gegen Osten ist der Dachsteinkalk des Dachsteinmassivs über die Gosausandsteine des Löckenmooses geschoben. Nördlich davon liegt die Gosau auf der Trias des Leutgebkogels. Aus der ganzen Lagerung ergibt sich nach HAUG eine vor- und eine nachgosauische Störung.

Über das Dachsteingebirge weiß man verhältnismäßig sehr wenig; besonders über seine Südseite sind nur ganz lückenhafte Angaben vorhanden, welche nicht gestatten, sich ein Bild zu machen. — Das Plateau des Dachsteins ist nach den Angaben der vorhandenen Literatur durch zahlreiche Brüche zerrissen. Durch die Annahme der Brüche wird auch die sehr eigenartige Stellung der Hierlatzkalke etwas klarer. (Sollte da eine Anwendung der von WÄHNER im Sonnwendgebirge gewonnenen Ergebnisse nicht ganz neue Ausblicke eröffnen?)

Nördlich vom Dachsteinstock, durch eine Erosionsfurche von ihm abgetrennt, liegt der Saarstein, welcher aus Dachsteinkalk aufgebaut ist; dieser Dachsteinkalk liegt im Norden auf Hallstätter Gesteinen, welche dem »Kanal von Ischl-Aussee« angehören.

Aber auf dem Dachsteinkalk des Dachsteins, der mit der Gamsfeldgruppe untrennbar zusammenhängt, liegt der Hallstätter Salzberg mit seinen Hallstätter Kalken, den Plassenkalken des Plassen usw. HAUG sagt, daß eine Depression übrig bleibt analog der von Gosau, wenn man den Plassen wegnimmt, und er erklärt das überdies in seiner feineren Tektonik ganz unbekanntes Gebiet als ein Fenster; diese tektonische Deutung ist nur verständlich durch den Umstand, daß HAUG seine Deckengliederung als richtig voraussetzt und danach dann die Tektonik macht und Decken und Deckensystem konstruiert. Ganz gewiß sitzt der Hallstätter Salzberg oben auf dem Dachsteinkalk.

Nun haben wir zwei tektonisch verschiedene Hallstätter Gebiete, getrennt durch eine »Dachsteindecke«. Welche Stellung nimmt der

<sup>1)</sup> Es liegen nur E. HAUGS Untersuchungen vor, Bulletin de la Société géol. de France 1912. Das abschließende Wort werden in dieser Frage E. SPENGLERS Untersuchungen sprechen können.

Dachstein ein? Es wird sich wohl die Notwendigkeit ergeben, das Dachstein dem Tennengebirge zu parallelisieren, d. h. der Dachstein ist tirolisch; die obere »Hallstätter Decke« rückt dann in das Juvavische hinauf. Wir können dann Dachstein = Tennengebirge = Gamsfeld-Katergebirge stellen und als Hochtirolisch gegenüberstellen dem Höllengebirge = Schafberg und diese beide beinahe = Osterhorn, alle zusammen als Tief-tirolisch bezeichnen. Das Neocom, das unter dem Schafbergsockel liegt, und die Langbathscholle stellen wir gleich hochbajuavisch, also etwa der Lechtaldecke; damit taucht wieder ein Element auf, welches zuletzt unter dem Kienberg-Rauschberg untertauchend beobachtet wurde. — Wohl festzuhalten ist auch, daß zwei tektonisch getrennte Zonen von Hallstätter Gesteinen vorhanden sind. Die untere »Decke« von Hallstätter Gesteinen nimmt die Senke zwischen Aussee-Mitterndorf-Liezen ein, welche im Süden vom Dachstein, im Norden und Osten vom Totengebirge, im Westen vom Katergebirge begleitet wird. — An der Jochwand bei Goisern und im Kaiser Franz Joseph-Erbstollen bei Ischl liegt Haselgebirge auf Jura und Neocom (tieftirolisch); derselben tektonischen Einheit Jura und Lias, welche auf der Trias der Hohen Schrott liegen; darauf liegt die »Hallstätter Decke«, welche die erwähnte Depression Ischl-Aussee einnimmt.

HAUG hat auseinandergesetzt, daß der Dachsteinkalk des Totengebirges (Haarkogel, Möselkogel usw.) auf jenem Lias liegt, welcher von Rät und Hauptdolomit der Hohen Schrott unterteuft wird. Nach HAUG bildet das Tote Gebirge eine höhere Decke gegenüber der »bayrischen Decke« HAUGS, d. i. tieftirolisch. Die Totengebirgsdecke schiebt sich — in Übertragung der Anschauungen HAUGS — zwischen Schafberg-Höllengebirge-Hohe Schrott einerseits und der »Hallstätterdecke« unter der Gamsfeldeinheit ein. Nennt man das eine tieftirolisch, das andere hochtirolisch, dann müßte man mit HAUG die Totengebirgsdecke als mitteltirolisch bezeichnen. — Es ist ganz charakteristisch, daß man in der geradezu ungeheuren Literatur über das Salzkammergut tektonische Angaben nur bei den neuesten und eventuell bei den ältesten Autoren findet. Dezennien hat das stratigraphische Interesse alles andere verschlungen. — Der »Hallstätter Kandel« zieht von Ischl über der Flachau und Mitterndorf gegen Liezen-Wörschach, im Süden überragt von dem sich stirnartig niederbiegenden Grimming, mit dem der Dachsteinstock endet.

Zwischen dem stirnartigen Niederbrechen der Dachsteinkalke im Grimming und dem Totengebirge, bzw. der Warscheneck-Hochmöbling-Gruppe liegt die Fortsetzung der Zone Ischl-Aussee, bestehend aus kettenförmig angeordneten Klippen von triadischem Riffkalk, welche aus einer Zone von gefalteten Gosaubildungen hervorstreichen<sup>1)</sup>. Eine weithin streichende Dislokation (GEYERS Pyhrnlinie) trennt diese Zone

<sup>1)</sup> GEYER, Verh. 1913, 299.

von den Ausläufern des Totengebirges. An vielen Stellen dieser Linie (Pyhrn-Grundlsee) liegen Werfener Schichten am Fuß des Riffkalkes und des Hauptdolomits. GEYER hat auseinandergesetzt, daß innerhalb der Faltenzone parallel mit der Grenzstörung ein Bündel von Dislokationen verläuft, und daß der südliche Rand dieser gefalteten, von Klippen durchsetzten Gosauzone bloß durch die unregelmäßige Auflagerung und den Erosionsrand der Gosau-Basalkonglomerate über den Werfener Schichten gebildet werde. Erwähnt sei auch, daß in diesem Gebiet ein Übergang zwischen Riffkalk und Hallstätterkalk von GEYER beobachtet wurde; bemerkenswert ist auch die von GEYER festgestellte Tatsache, daß die Gosaukonglomerate keine zentralalpiner Gerölle führen, obwohl derzeit die Gosau nur durch das breite Ennstal vom kristallinen Gebirge der Niederen Tauern getrennt wird; daraus muß man auf eine lebhafte Veränderung der beiden tektonischen Komplexe gegen einander nach der Gosau und vor der Ablagerung des Ennstaler Miocäns schließen; es erinnern diese Verhältnisse im gewissen Sinne an das, was AMPFERER aus den »Geröllvölkern« der Muttekopf-Gosau geschlossen hat.

Es scheint, daß die ganze eben behandelte Vorzone in einer großen Synklinale liegt, deren Flügel vom Totengebirge und der Warscheneck-Hochmöblinggruppe einerseits, vom Grimming, der wohl ein Stück überfaltet oder überschoben ist, andererseits gebildet wird. Aus dem Gebiete der östlichen Warscheneckgruppe, aus der Gegend des Wurzener Kampels, hat GEYER<sup>1)</sup> sehr merkwürdige Verhältnisse beschrieben, welche er als gangförmiges Vorkommen von Haselgebirge deutet; es scheint die Möglichkeit, daß es sich um einen Schubfetzen handelt, doch nicht ganz ausgeschlossen. — Der von GEYER ausgezeichnet studierte Bosruck<sup>2)</sup> ist die Fortsetzung der Vorlagen des Totengebirges; wahrscheinlich sinkt der Hochgebirgskorallenkalk des Bosruck unter den Bogen der Hallermauern. Es ist zu vermuten, daß wahrscheinlich die Hallermauer und der größte Teil der Gesäuseberge gleichzusetzen sind HAHNS juvavischer Einheit; von dieser Masse sind nur die unter die Gesäuseberge hinstreichenden Schuppen in Johnsbach und Radmer abzutrennen. Nördlich der Gesäuseberge verläuft die Störungslinie Windischgarsten-Landl. Diese Störungslinie läßt sich gegen Nordwesten bis in das Traunseegebiet verfolgen. Nördlich von ihr liegt die Wettersteinkalkzone Traunstein-Sengsengebirge, welche gegen Norden zu überschoben ist. Deren Nordgrenze entspricht der Begrenzung der tirolischen Einheit. Der Aufbruch von Windischgarsten ist keine so bedeutende tektonische Linie, denn er begrenzt keine scharfmarkierte tektonische Zone. Die Nordgrenze des Tirolischen ist östlich vom Sengsengebirge einfach durch Falten mit der vorliegenden bajuvarischen Einheit verbunden. Ob der Aufbruch von Windischgarsten gleichzusetzen ist der Störung Landl-

1) Verh. 1913.

2) Denkschriften der Akademie Wien 1907.

Maria Zell, läßt sich nicht feststellen; vielleicht liegt die Fortsetzung des Aufbruches von Maria Zell in den Störungszonen auf der Nordseite des Buchsteins und der Hallermauern und schwenkt vielleicht in GEYERS Pyhrlinie ein.

Eine andere große Störungslinie liegt auf der Nordseite des Toten Gebirges; da herrschen sehr eigenartige Verhältnisse; im westlichen Teile der Nordabstürze des Toten Gebirges grenzt steil gegen Norden einschließender Dachsteinkalk an den Lias der Hohenschrottgruppe. In der Gegend südlich des Offensees ändert sich die Tektonik des Nordabfalls vollständig, indem flaches Südfallen herrscht, und unter dem Dachsteinkalk erscheint eine Schichtreihe bis zu den Werfener Schichten. Mit einer Störung liegen die Werfener Schichten auf einer Triasreihe<sup>1)</sup>, welche den Kasberg usw., eine gegen Norden stark überliegende Falte von anisischem Gestein, enthalten. Diese Triasserie liegt auf einer gegen Süden fallenden Triasplatte; es ist die »Windisch-Garstener-Linie«, welche diese beiden trennt. Die Masse des Kasberges läßt sich weiter verfolgen; gegen Osten zieht ein zusammenhängender Zug von Muschelkalk gegen das Becken von Windisch-Garsten. Der Kasberg liegt auf Hauptdolomit, der vielleicht gleichzustellen ist dem Hauptdolomit südlich des Höllengebirges. Dann folgt gegen Norden zu der Wettersteinkalkzug, Traunstein-Janskogel-Kremsmauer-Sengsengebirge. Das Sengsengebirge bildet, wie GEYERS Studien zeigen, im Durchschnitt des Größtenberges eine vollständige Antiklinale. Weiter gegen Nordwest tritt eine Störung auf, so daß der Wettersteinkalk auf den nördlich davon liegenden Hauptdolomit hinaufgeschoben ist<sup>2)</sup>. — Die Linie von Windisch-Garsten ist vielfach durch Aufbrüche von unterer Trias gekennzeichnet, so bei Grünau usw. Im Detail herrscht besonders im Traunsteingebiet sehr komplizierte Lagerung. — Es treten hier an die Flyschgrenze die Werfener Schichten heran (Profil Steineck-Kornstein, GEYER, V. 1911, S. 72); an der Basis des Flysches finden sich nach GEYER in Konglomeraten viele Gerölle von Werfener Schichten; auch hier ist die Flyschgrenze eine Überschiebung. Im Profil des Gschlifgrabens<sup>3)</sup> erscheinen zwischen Flysch und Eocän einerseits und der Trias des Berges andererseits außer der oberen Kreide auch noch Grestener Schichten, deren fossiler Inhalt auf die Obtususzone hindeutet. — Wahrscheinlich entspricht der Traunstein-Sengsengebirgszug dem Höllengebirge (tieltirolisch), und es ist das, was nördlich von diesem Zug liegt, als Äquivalent der Langbachscholle anzusehen (= bajuvavisch); dann ist wohl zu beachten; daß diese bajuvavische Einheit vom Traunsee bis zum Sengsengebirge vom Tirolischen überfahren wird, während nördlich vom Sengsengebirge ein normaler Kontakt zwischen beiden herrscht; das ist für spätere Deduktionen sehr

<sup>1)</sup> Profil bei GEYER, Verh. 1911.

<sup>2)</sup> Z. B. Profil der Kremsmauer, GEYER, Verh. 1910, 177.

<sup>3)</sup> MOISISOVIC und SCHLÖNBACH, Verh. 1868, 213.

wohl im Auge zu behalten: das bajuvarische Gebiet besteht aus Hauptdolomit und aus einer Reihe von eingefalteten Synklinalen jüngerer Gesteine, unter diesen auch noch Oberkreideflysch. Am Rande gegen die Flyschzone ist eine Reihe von Klippen vorgelagert. — Bei Micheldorf ist am Rande der Kalkalpen ein Faltenknie vorhanden; ein solches liegt auch bei Großbranning; zwischen den beiden liegt ein gegen Norden konvexer Bogen der Kalkalpen. Das Faltenknie bei Micheldorf ist besonders durch einen äußerst synklin eingefalteten Zug jüngerer Gesteine scharf markiert, nämlich durch den Zug Schabenreitstein-Hirschwaldstein<sup>1)</sup>. Der Faltenzug des Landsberges bei Pernzell zeigt Ostweststreichen; dieser Zug wird im Westen quer von der Flyschgrenze geschnitten, was mit Hilfe einer Art von Blatt geschieht, einer Querstörung, die auch in die Kalkalpen ein kurzes Stück fortsetzt; parallel gehen andere Störungen<sup>2)</sup>; diese Brüche bewirken ein treppenartiges Zurückweichen der Kalkalpen gegen den Flysch der Kirchdorfer Bucht.

Östlich der Steyer hat man dieselben tektonischen Zonen; es treten auf: Der Wettersteinkalkzug des Sengsengebirges; der Hauptdolomit südlich von Molln, aus diesem taucht heraus der Untertriasaufbruch Molln-Reichramming; die Faltenzüge des Schobersteins. Die einseitig gegen Norden blickende Antiklinale von Wettersteinkalk des Sengsengebirges taucht im Gebiet des Großen Baches bei Großbranning unter karnisches und Hauptdolomit. — Die Hauptdolomitregion nördlich vom Sengsengebirge ist mehrfach gefaltet und schuppenartig zusammengeschoben; mit antiklinalen Aufbrüchen von Wettersteinkalk wechseln Synklinalen, deren Inhalt bis zur unteren Kreide reicht, ab. Nördlich von diesem System liegt der Aufbruch von Molln, der eine bedeutende Störung, GEYERS Mollner Linie darstellt, welche eine scharf markierte Längsstörung ist. Der unmittelbar nördlich folgende Hauptdolomit stößt scharf vom Reiflinger Kalk des Aufbruches ab, welcher mit dem südlich folgenden Hauptdolomiterrain in enger stratigraphischer Verbindung steht. — Das Gebiet nördlich der Mollnerlinie umfaßt Synklinalen oder Schuppensysteme mit einer gegen Norden gerichteten Bewegungstendenz; man kann geradezu von Dachziegelstruktur sprechen<sup>3)</sup>. Bemerkenswert ist, daß auch Kreideflysch in den Bau eintritt. Aus diesem System von Schuppen und Synklinalen taucht die Wettersteinkalk-Antiklinale der Großen Dirn heraus, welche über die nördlich davonliegende Jura-Neocomsynklinale vorgreift; andere Synklinalen folgen gegen Norden zu, es sind schuppenförmig zerlegte Falten. Bei Losenstein wird der äußerste Teil der Kalkalpen hauptsächlich vom Hauptdolomit aufgebaut, welcher gegen den Pechgraben zu spitz abschneidet und so endet; es ist hier auf die sehr wichtige Tatsache hinzuweisen, daß

1) GEYER, Verh. 1910.

2) Siehe GEYER, Verh. 1910.

3) Siehe dazu GEYER, Ib. 1909.

in der Gegend nördlich von Reichramming die Gesteine der Flyschzone — Kreideflysch — in westoststreichende Züge in die Kalkalpen eindringen und sich an dem Faltenbau derselben beteiligen.

In einem flachen Bogen brechen aus der Gegend von Großramming bis südlich über die Mooshöhe hinaus die Kalkalpen an jenem eigenartigen Streifen von Gosau und Kreideflysch ab, welche schon die alten Karten verzeichnen. GEYER, dem man die Klärung der Stratigraphie und Tektonik eines so großen Stückes der Kalkalpen verdankt, hat auch diesen Verhältnissen eine genaue Untersuchung zu teil werden lassen<sup>1)</sup>. Es geht aus GEYERS Karte und seinen Erläuterungen ganz klar und eindeutig hervor, daß es sich auf der Westseite des Kreidefjordes um eine Transgression der oberen Kreide über den Abbruch eines westoststreichenden Falten- und Schuppenlandes handelt; das zeigen deutlich die Lagebeziehungen, wie diese auch einen Fernschub nach der oberen Kreide in den Kalkalpen ausschließen.

Ganz andere Beziehungen hat das Kalkgebirge, welches östlich an den Kreidefjord anstößt. Besonders auffallend ist der Bogen, mit welchem die Kalkalpen aus der Ost-Westrichtung in Nord-Südstreichen übergehen, das Streichen der Kreide und des tief in die Kalkalpen eindringenden Flysches nachahmend. Im großen betrachtet, ist die Kreidebucht eine Synklinale, an deren Rändern Neocom liegt; so herrscht z. B. auf der Mooshöhe synklinale Lagerung in der einseitig gegen Nordost fallenden Kreide. Es sei nur auch noch erwähnt, daß in dieser Gegend auch Neocom direkt über Hauptdolomit (wie am Schwarzenberg bei Golling oder auf der Gfälleralpe) oder auch über Tithon liegt. Es ist aber sehr wohl festzustellen, daß es sich nicht um einen einfachen Kreidefjord in den Kalkalpen handelt; es findet eine Verzahnung der Kalkalpen mit der Flyschzone statt; es dringen einzelne Synklinale von Flysch in die Kalkalpen ein, während einzelne Kalkantiklinalen in der Flyschzone versinken, und Klippen in ihr auftauchen. Der große Kreidefjord ist durch die Punkte Mooshöhe-Weißwasser-Reitpfadkogel-Grottenberg-Hieselberg markiert. Der Zug wird aufgebaut von Neocom, Gosaukreide und Kreideflysch. Postcretacisch ist neben der Faltung noch eine leichte Überschiebung von Osten oder Südosten her zu erwähnen. — Zwischen Großramming und Waidhofen unterscheidet GEYER eine Anzahl von Zügen, welche Flyschgesteine in Synklinalen der Kalkalpen zeigen. GEYER hebt besonders hervor, daß dieses ganze Faltengebiet nur aus einer Schichtplatte besteht, daß aber doch quer auf das Streichen Facieswechsel zu beobachten ist; es sind stratigraphische Lücken im Jura vorhanden, es verschwinden gegen innen zu die Fleckenmergel, so daß der obere Jura unmittelbar über Rät oder Hauptdolomit liegt; in der inneren Region erscheinen Hierlatzkalke; auch im Streichen ergeben sich noch Unterschiede. GEYER sagt, daß diese Verhältnisse an

<sup>1)</sup> Eb. 1909. Geol. Spez.-Karten Bl. Weyer samt Erläuterungen.

die Ablagerungsbedingungen an gegliederten Küsten erinnern. Das ist ein lebhafter Mahnruf zur Vorsicht bei der Ausmünzung facieller Verhältnisse für Deckenspekulationen.

Aus der Lagerung der prägosauischen Sedimente zum Kreidefjord muß geschlossen werden, daß das Abbrechen der westlichen Faltenzüge im Streichen, die Schwenkung des östlichen Kalkalpentiles im Streichen schon prägosauisch ist. Es muß da eine alte Störungslinie vorliegen, die lebhaft markiert wird durch die auffallende Kreidezone. Es ist auch charakteristisch, daß die obere Gosaukreide hier einen direkten Übergang in den Flysch zeigt, das ist gerade an jener Stelle, wo eine ganz ungestörte Kommunikation vorliegt. Nach der Kreide ist nur eine Verengung durch Faltung eingetreten, es ist das Verhalten des östlichen Kalkalpenanteiles undenkbar ohne eine Ost-Westkomponente der postgosauischen Störung; von Osten oder Südost her ist die Anpressung der Kalkalpen an die Kreide, die Faltung und auch eine leichte Überschiebung oder Überkipfung eingetreten. Auf die Anomalität des Streichens, auf die Genese der Bucht von Großbramming-Mooshöhe werfen die Verhältnisse bei Kirchdorf ein helles Licht; denn zwischen der scharfen Knickung im Streichen und dem Zerreißen ist nur ein gradueller Unterschied; daß eine solche Knickung vorliegt, geht klar aus der prächtigen Karte GEYERS hervor. Es scheint nicht notwendig zu sein, die Knickung in einen kausalen Zusammenhang mit dem aus Grestener Konglomeraten und Arkosen emporragenden Granit des Buchdenkmals zu bringen; eine derartige Verbindung scheint schon aus dem Grunde unsicher zu sein, weil es für diesen Granit durchaus nicht feststeht, ob er wurzelecht ist, oder ob er so wie der Bolgen, der Feuerstätter Kopf und zahlreiche andere derartige Vorkommen als bewegte, nicht mehr autochthone Massen anzusehen ist. Es läßt sich weder die Autochthonie, noch die Schubfetzennatur beweisen. (Nebenbei sei bemerkt, daß die Frage der Exotica im Osten der Ostalpen durch den Umstand nicht einfacher wird, daß dort unter ihnen auch Gesteine namhaft gemacht worden sind, welche aus dem böhmischen Massive stammen.)

Für die Randzone der Kalkalpen ist vielfach die gegenseitige Durchdringung von Flyschzonen und Kalkalpen charakteristisch. Diese Durchdringung geht so weit, daß es sogar zu kippenförmiger Auflösung der Randkette kommt; das geschieht südöstlich von Waidhofen mit der Randzone der Kalkalpen; das ist schon Terrain, das KOBER<sup>1)</sup> als Frankenfesler Decke zusammengefaßt hat. Zwischen Gresten und dem Austreten der Erlaf und den Kalkalpen ist diese Zone durch Hauptdolomitmassen vertreten. In diese greift von Osten her ein Arm der Frankenfesler Neocomzone ein, wodurch die Trennung von der Lunzerdecke KOBERS vollbracht wird.

Den Kalkalpen ist eine schmale Zone vorgelagert, welche TRAUTH

<sup>1)</sup> Denkschriften der K. K. Akad. d. Wiss. Wien 1912.

als ostalpine Klippenzone zusammengefaßt hat; deutlich ist sie vom Pechgraben bei Großramming an zu verfolgen. Sie ist ausgezeichnet durch eine Sonderentwicklung der Facies des Mesozoicums, welche GEYER subalpin nennt; zwischen dem Pechgraben und Waidhafen sind die subalpinen Juramergel von den alpinen Juragesteinen und ihrem Hauptdolomit überschoben. Die Klippenzone läßt sich in Flysch vielfach eingewickelt verfolgen über die Großau, Waidhofen, Gresten usw. Man weiß vielfach über die Klippenzone sehr wenig; wie UHLIQ<sup>1)</sup> sagt, wurde sie bisher meist als Neocom kartiert. Zwischen Hainfeld und Alland fehlt die Klippenzone ganz, dann tritt sie wieder auf. KOBER rechnet die Kieselkalkzone, welche den äußersten Teil der Höllensteinfalten bildet, noch zur Klippenzone; nach SPITZ<sup>2)</sup> gehört diese noch zum kalkalpinen Höllensteingebiete. SPITZ sagt, daß zwischen der Kieselkalkzone und der Randantiklinale öfters Rät vorhanden ist, ein Hinweis, daß keine große Überschiebungsfäche zwischen den beiden durchgeht, wenn auch die Grenze gegen die südlich fallende Randantiklinale überall einen anomalen Kontakt vorstellt. Am Außenrand der östlichsten Kalkalpen ist dann noch ein Zug von Klippen, welcher im Fyisch liegt, vorhanden; hierher gehören die Klippen von Sulz, vom K. K. Tiergarten, von St. Veit bei Wien.

Für die inneren Teile der Kalkalpen ist durch Aufbrüche von Werfener Schichten eine Gliederung geschaffen, welche bereits die ersten Aufnahmsgeologen in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in ihrer Bedeutung erkannt haben. Werfener Schichten bilden einen fast ununterbrochenen Zug an der Südgrenze der Kalkalpen; ein eben solcher Aufbruch gibt den großen Plateaustöcken des Hochschwab usw. im Norden eine scharf markierte Grenze. Zwischen diesen Werfener Aufbrüchen (Puchberg-MariazellerHieflauer-Linie) liegt das, was KOBER<sup>3)</sup> als oberostalpine Kalkalpendecke genannt hat. Dann folgt eine tiefgreifende Grenze, welche, meist durch Werfener Schichten markiert, die »Ötscherdecke« KOBERS begrenzt; nördlich von dieser liegt die »Lunzer Decke« KOBERS, deren Nordgrenze die Linie von Weyer (GEYER) und deren Fortsetzung gegen Osten ist; außer dieser Linie liegen die Randketten der Kalkalpen, welche KOBER auf die Klippenzone und die Frankenfeser Decke aufteilt.

Die Linie von Weyer ist durch die Punkte Kleinreifling, die Überschiebung von St. Anton-Frankenfeser markiert; weiterstreichend tritt die Linie bei Altenmarkt an der Triesting fast an den Rand der Kalkalpen hinaus. Zweifellos ist diese Linie fast überall eine Bewegungsfläche, an vielen Stellen wird sie sogar eine große Bewegungsfläche sein; ob ihr aber der Wert eines Deckenkontaktes zukommt, soll jetzt kurz

1) Mitteil. d. Geol. Gesellsch. 1910.

2) Mitteil. d. Geol. Gesellsch. 1910.

3) Denkschriften 1912.

erörtert werden. KOBER legt die Fortsetzung dieser Linie auch durch den nordöstlichsten Teil der Kalkalpen, z. B. durch den Höllensteinzug; nach seiner Auffassung liegt ein bedeutender Deckenkontakt vor, das zeigen seine Profile, auf welchen die Frankenfels Decke wenigstens 25—30 km tief unter die Lunzer Decke hineinsticht. KOBER zeichnet die Übereinanderschaltung dieser Decken in ganz flacher Schubbahn — man vergleiche dazu die Profile in A. SPITZ<sup>1)</sup> vorzüglicher Untersuchung über den Höllensteinzug. Die Kontakte stehen dort ganz steil. Überdies ist von einer so großen Bewegungslinie, wie sie KOBER annimmt, im Höllensteinzug nichts zu sehen. — In der Gegend von Frankenfels, St. Anton usw. hat BITTNER<sup>2)</sup> bereits in Profilen die Aufschiebung auf flacherer Schubbahn gezeigt. Aber auch in der Randzone — nach KOBER Frankenfels Decke — herrscht Schuppenbau<sup>3)</sup> So kann hier die Linie von Weyer doch wohl nur aufgefaßt werden als eine größere Störungslinie (hier lokal Überschiebungslinie) gegenüber den Schuppen der Randketten, aber nicht als Deckenkontakt; dazu kommt, daß ein Hineinstechen der tieferen »Decke« unter die höheren Schuppenmassen an keiner Stelle nachgewiesen ist. Die Erkenntnis der Tektonik wird noch bedeutend erschwert durch den Umstand, daß das Frankenfels »Neocom«, über welches die Lunzerdecke geschoben ist, aus verschiedenen Schichten besteht und bisher unrichtigerweise als Neocom kartiert worden ist.

Es treten Fleckenmergel des Lias und des unteren Dogger auf, auch Oberjura; UHLIG<sup>4)</sup> erwähnt ferner noch Quarzkonglomerate und grobe Sandsteinbänke (Cenoman?, Gosau?). SPITZ<sup>5)</sup> sagt, daß jedenfalls ein Teil des »Neocoms« dem Lias in ähnlicher Ausbildung zukommt, wie er in der Liesingmulde des Höllensteinzuges vorhanden ist. Nach GEYER kommen auch Sandsteine der Oberkreide vor. Die »Neocomzone« von Frankenfels zieht aus dem Erlauftal über Frankenfels und Kirchberg gegen Eschenau; sie vereinigt sich dann scheinbar mit dem Flysch, bzw. mit der Klippenzone. — Bezüglich der Deutung der Linie von Weyer als ein Deckenkontakt ist die Darstellung GEYERS höchst wichtig, welcher die tektonischen Verhältnisse im Gebiete des Blattes Weyer aufzeigt<sup>6)</sup>. In einem Profil Gamsstein-Ennsberg-Kleinreifling hat GEYER dargestellt, wie über den Kreidefjord von Großbramming ein gefaltetes und geschupptes System leicht geschoben ist (es ist aber nur eine kleine Randüberschiebung, welche aus einer Überkipfung hervorgegangen ist!). In diesem gefalteten und geschuppten System liegt die Antiklinale des Ennsberges (Reiflinger Kalk, Wettersteinkalk), deren östlicher hangender Flügel — das ganze Streichen in dieser Gegend N—S! — zur Enns

1) Mitteil. d. Geol. Gesellsch. Wien 1910.

2) Verh. 1891, 1896.

3) BITTNER, V. 1896, 387.

4) Mitteil. d. Geol. Gesellsch. 1909.

5) Mitteil. d. Geol. Gesellsch. 1910.

6) Eb. 1909, 92.

bei Kleinreifling absinkt; über dem Hauptdolomit stellt sich dann ein Schuppensystem von Jura Neocom ein, welches bei Kleinreifling unter die Trias der Lunzerdecke einfällt. Es ist eine klare Überschiebung erschlossen, die Weyerer Linie GEYERS, welche nach KOBER ein Deckenkontakt ist. Es ist nun der auf einer Detailkartierung beruhende Nachweis GEYERS sehr belehrend, daß sich dieser anomale Kontakt im Gebiet südöstlich von Kleinreifling ausgleicht, sich in antiklinal gebautem Muschelkalkterrain verliert. Das zeigt, daß es sich um keinen Deckenkontakt handelt, sondern um eine tektonische Linie, welche auf Strecken hindurch aussetzt. Nach den gewiß nicht angreifbaren Ergebnissen GEYERS kann daher zwischen der »Frankenfeler-« und der »Lunzer Decke« keine solche Beziehung bestehen, wie KOBER annimmt. — Nach GEYER ist die Störung ein Bruch, der zum Teil den Charakter einer Überschiebung annimmt. Der Ref. meint, daß es sich um eine kurze Störung handelt, bei welcher gewiß eine Bewegung des südlichen Gebietes über das nördliche stattgefunden hat; aber eben charakteristisch für eine solche kurze Störung ist der Umstand, daß diese Störung gleichsam Aufhängepunkte hat, an welchen keine Bewegung stattgefunden hat. Das erinnert in gewissem Sinne an die Anhängepunkte von Girlanden. Der früher erwähnte, gegen Norden konvexe Bogen zwischen Kirchdorf und Großramming ist vielleicht auch eine solche Girlande.

In ganz analoger Weise muß das Verhältnis der »Klippen« zu der »kalkalpinen Randzone« gedeutet werden. Die subalpine Zone ist von den alpinen Gesteinen überschoben. GEYER<sup>1)</sup> sagt: »Wenn man das horizontale Ausmaß der Überschiebung ins Auge faßt, so zeigt sich allerdings, daß die Verlagerung keine beträchtliche ist«. Die Schubfläche steht sehr steil. GEYER sagt, daß auch das gegen den Fernschub spricht: »Der Einwand einer nachträglichen Steilerstellung dieser Verschiebungsfläche könnte nur dann ernstlich in Betracht gezogen werden, wenn hier auch nur irgendwo eine Partie nachzuweisen wäre, in welcher noch die ursprünglich flache Überschiebung oder Überfaltung zu konstatieren ist.« Der Ref. meint, daß es sehr schwer ist, im Sinne der Deckentheorie nur etwas Stichhaltiges diesen Worten GEYERS entgegenzusetzen. GEYER sagt, daß sich die Verhältnisse leichter und einfacher erklären lassen, wenn man in der Klippenzone die Uferbildungen am Rande des böhmischen Massivs sieht, wie dies seiner Zeit E. SUSS für die Grestener Schichten angenommen hat. Für diese Erklärung spricht auch die nachweisliche Mächtigkeitsabnahme der mesozoischen Sedimente gegen Norden. Es ist aber auch klar, daß diejenigen mächtigen Litoralbildungen von den mächtigen Sedimenten der Kalkalpen überfahren werden mußten. — Ich komme daher zum Schluß: Die Klippenzone nimmt nicht die Stellung einer tieferen Decke gegen-

<sup>1)</sup> Eb. 1909, 89.

über dem »echt alpinen« Gestein ein, und die Weyerer Linie bezeichnet keinen Deckenkontakt.

Auf die »lokale« Architektur der Lunzer»Decke« einzugehen, ist hier nicht der Platz; sie ist gut bekannt durch die ausgezeichneten und glänzenden Arbeiten A. BITTNERs, G. GEYERs u. a. m. Von Interesse ist die Südgrenze der Decke gegen die »Ötscher Decke«. KOBER nimmt als solche die große Störung Altenmark a. d. Enns-Brühl an, deren Bedeutung bereits die ältesten Aufnahmeberichte der geologischen Reichsanstalt in Wien klar zeigen. Die Störung ist auf lange Strecken markiert durch Werfener. Ihr Charakter sei von einigen Stellen, welche durch Profile gut bekannt sind erläutert. Die Störung entwickelte sich aus unscheinbaren Anfängen bei Altenmarkt (ein merkwürdiger Anfang für einen Deckenkontakt!), zieht als Werfener Aufbruch vielfach scharf markiert weiter. Im Profil des Gamssteins sind es einfach ganz steil stehende Werfener Schichten in einer senkrecht aufgerichteten Schichtfolge; im Profil Königsberg-Schwölleck<sup>1)</sup> schließt sich gegen Norden an die Werfener Schichten eine regelmäßige Schichtfolge an, im Lunzer Profil ist dasselbe der Fall, und es hat da den Anschein, daß ein ganz gewöhnlicher Bruch vorhanden ist. Wie das von GEYER herausgegebene Spezialblatt Gammig-Mariazell zeigt, ist die »Deckengrenze« oft schon schwer zu finden. — Man kann auf die Frage, ob es sich da um einen Deckenkontakt handelt, sicher und bestimmt antworten: Nein! Denn es ist eine vorwiegend senkrechtstehende Grenze vorhanden. Dem nun im Gegensatz zu KOBER derart fixierten Charakter der Altenmarkt-Brühler Linie macht es keinen Eintrag, wenn wirklich irgendwo eine Überschiebung vorhanden ist. Es scheinen sich die Überschiebungen dort einzustellen, wo die Störungslinie eine deutliche Nordostrichtung anzunehmen beginnt, d. h. wo die Grenze gegen den Rand der Kalkalpen vorstößt. Bei Türnitz bricht der Aufbruch von Werfener Schichten ab und setzt bei Annaberg wieder ein; wie dazwischen die Störung beschaffen ist, kann nicht festgestellt werden. Werfener Schichten unterlagern auf der Strecke Lehenrotte-Kleinzell-Ramsau die Muschelkalkmassen des Freilander Hochkogels, der Klosteralpe, der Reisalpe Hochstaff, Kleinzeller Höhenberges und bilden nördlich von den genannten Bergen eine Reihe von Sätteln. In sehr deutlicher Weise ist die Überschiebung dieser tiefsten Trias auf die nördlich vorliegende »Lunzer Decke« bei Kleinzell aufgeschlossen; das sind Verhältnisse, welche BITTNER<sup>2)</sup> in ausgezeichneter Weise beschrieben hat. Unter der Überschiebung von Kleinzell liegt eine Art von Schubfetzen; BITTNER spricht von dem Nordwestflügel der überschobenen Falten. Es ist hier eine klare Überschiebung vorhanden, welche wie BITTNERs vorzügliches Profil eindeutig erklären läßt, aus der Überanstrengung einer schiefen

<sup>1)</sup> GEYER, eb. 1903.

<sup>2)</sup> Verh. 1893, dort auch Profil S. 382.

Falte hervorgegangen ist. Die Störung behält, soweit die Verhältnisse jetzt bekannt sind, den Charakter der kurzen Überschiebung bis an den Rand des inneralpinen Wiener Beckens; hier wäre noch an die Darstellung SPITZ' zu erinnern, der in seiner Höllensteinarbeit sich auch mit der »Brühler Antiklinale« beschäftigt hat; es sind die alten Aufbrüche von Werfener Schichten; der Nordflügel der Antiklinale (SPITZ legt zwischen diese und das Gebiet nördlich davon keinen Deckenkontakt) ist aufgelöst in eine Reihe von Klippen, welche von Gosau umgeben sind. Den Südflügel bildet das gosaufreie Gebiet des Anninger. Die Brühl-Altenmarkter Störung ist vielfach ausgezeichnet durch mächtige Gosaubildungen. Die Gosau zeigt Auflagerungen auf der Randkette; im Süden aber, gegen die »Ötscher Decke« zu, herrscht nach KOBER<sup>1)</sup> anomaler Kontakt; KOBER macht sogar Deckenzeugen (Muschelkalk auf Gosau) namhaft. (SPITZ aber spricht bei der Brühler Antiklinale von »Umlagerung« durch Gosau; soll das einen Rückschluß auf KOBERS Deckenzeugen werfen!?) Bis Furth erstreckt sich nach KOBER in den Leib der »Ötscher Decke« ein Fenster der Lunzer Decke. Der Ref. möchte ein Urteil hinausschieben bis zur Vollendung der Arbeiten KOSSMATS im Gebiet des Blattes Wiener-Neustadt; diese Kartierungsarbeiten werden wohl auch den Abschluß bringen über den inversen Flügel von KOBERS Ötscher Decke. Überdies sind das Dinge, welche die hier gestellten Fragen nicht direkt berühren. Ich kann daher das Gesagte zusammenfassen, indem ich sage, daß der Altenmarkter-Brühl-Linie auf der weitaus größeren Strecke die Merkmale eines Überschiebungskontaktes, in ihrer ganzen Länge die Merkmale eines Deckenkontaktes abgehen.

Besonders zu erwähnen ist noch der westlichste Teil der Störung, wo ganz unklare Verhältnisse herrschen. In der Gegend von Altenmarkt an der Enns treffen von Norden her die im mittleren Ennslaufe parallelen Falten und Frakturen des Almkogels mit den gegen Lunz, also gegen Nordost streichenden Falten der Voralpe und mit dem Aufbruch Altenmarkt-Brühl zusammen. Das Detail ist unbekannt. — Zu erwähnen ist noch der Ausspruch von SPITZ, daß die Brühler usw. Linie die einzige ist, an welcher noch Gebirgsbewegungen im Tertiär stattgefunden haben; die Achsen der vorgosauischen und tertiären Faltung fallen nach SPITZ<sup>2)</sup> nicht streng zusammen.

Südlich der Aufbruchlinie liegt die Ötscher Decke KOBERS, welche bis zu 20 km breit ist<sup>3)</sup>. Innerhalb dieser tektonischen Komponente gibt es sehr bedeutende Störungen, welche der großen Altenmarkt-Brühler Störung in nichts nachstehen. Es sei nur erwähnt, die von A. BITTNER<sup>4)</sup> festgestellte Überschiebungsstruktur in den Lassingalpen;

1) Denkschriften 1912, Mitteil. d. Geol. Gesellsch. 1911.

2) Mitteil. d. Geol. Gesellsch. Wien 1910.

3) Denkschriften. 1912.

4) Verh. 1888, 1893.

BITTNER hat festgestellt, daß man da unterscheiden kann: 1) Das südliche Gebiet, hauptsächlich Dachsteinkalk, mit Süd- oder Südostfalten; es kommen die jüngsten Schichten des Dachsteinkalkes mit dem Mariazeller Aufbruch in Kontakt. 2) Der mittlere Abschnitt, meist aus Hauptdolomit aufgebaut, die Fortsetzung des Hauptdolomitgebietes von Rohr, Mariazell und Neuhaus; es ist BITTNER'S Hauptdolomitgebiet von Abbrenn, welches unter den früher erwähnten Dachstein taucht. 3) Unter dem Hauptdolomitgebiet von Abbrenn taucht der Dachsteinkalk des Dürrenstein-Ötscher heraus. Das Streichen der einzelnen tektonischen Elemente der Lassingalpe deutet darauf hin, daß sie an der Mariazeller Linie schief abschneiden. Im Dürrenstein-Ötschergebiet hat KOBER Gipffaltungen nachgewiesen (Denkschriften 1912). Von der »Lokaltektonik« sei noch erwähnt, daß es im Gebiet von Annaberg ein Fenster gibt.

KOBER<sup>1)</sup> hat ausgeführt, daß stratigraphisch und faciell ein großer Unterschied zwischen der Ötscher Decke und der Lunzer Decke besteht. Die Ötscher Decke zeigt eine viel größere Mächtigkeit, sie steht, wie KOBER sagt, durch Kalk und Dolomitreichthum den »oberostalpinen Decken« nahe. Ich habe schon früher auseinandergesetzt, daß Gründe, aus Verhältnissen der Facies geholt, nicht zwingende sind. Und hier besonders wird dies klar, denn auch ohne Deckentheorie muß man einen allmählichen Übergang zwischen der Lunzer Entwicklung und den dortigen Mächtigkeitsverhältnissen und dem »Oberostalpinen« (Hochschwab usw.) annehmen. Dazu braucht man nicht die einzelnen Gebiete in Decken zu zerlegen und die Teilung auf viele Kilometer zurückzulegen. Es genügt, ganz kurze Bewegungen anzunehmen. Diese erklären die Faciesverhältnisse gerade so und haben den Vorzug, daß man sie sieht, während die großen Bewegungen nicht zu sehen und nicht zu beweisen sind. — KOBER stellt fest, daß in Nord-Süd die Faciesdifferenzen genau parallel mit den Dislokationslinien laufen; aber von West nach Ost ist dies nicht der Fall; dann im Auinger findet eine Annäherung der Facies an die Lunzer Decke statt; gegen Westen verqueren die Faciesgrenzen die tektonischen Grenzen der Decke. (Es sei hingewiesen auf TERMIERS Satz, daß eine Decke nicht durch Facies definiert werden kann! Allerdings ist man da auf einem langen Umweg zur alten Erkenntnis zurückgekehrt!) — Nach KOBER hat die Ötscher Decke einen liegenden Schenkel, bei Kleinzell ist z. B. diese liegende Serie vollständig, und er ist von da bis zum Schwechattal zu verfolgen. Der liegende Schenkel erscheint nach KOBER wieder im Fenster des Schwechattales.

KOBER weist auch auf die Schuppenstruktur hin. In den Mandlingketten z. B. herrscht eine solche ausgeprägte Schuppenstruktur; das sind Verhältnisse, welche BITTNER in seiner Darstellung von Hernstein in meisterhafter Weise dargestellt hat. Der Ref. hat den Eindruck, daß

1) Denkschriften 1912.

auch nicht das von KOBER dargestellte Fenster den Eindruck verwischen kann, daß nicht Deckenbau, sondern Schuppenstruktur das Wesentliche im Bau der niederösterreichischen Voralpen ist. Der Ref. möchte dafür in erster Linie A. BITTNERs Arbeiten zum Zeugen anrufen.

BITTNER hat eine Reihe von Querstörungen angenommen, z. B. im Helenental bei Baden, bei Schwarzau, dann die große Störung Scheibbs-Mariazell. KOBER ist dem entgegen getreten; er meint, daß in dem einen oder anderen Fall ja eine solche Störung vorhanden sein kann; aber im Großen existieren solche Transversallinien in den Alpen nicht. Die erwähnte Linie Scheibbs-Mariazell ist auf die Tatsache gegründet, daß die Dachsteinkalke des Ötscher keine Fortsetzung gegen Osten haben. KOBER sagt ganz richtig, daß die tiefere Trias ungehindert weiterzieht, daß eine Talseite der anderen entspricht, und schließt daher, daß auch hier keine Transversallinie vorhanden ist. Der Ref. möchte nur bemerken, daß diese Dinge ganz plausibel erscheinen; auch aus den Erdbeben kann man leicht auf die Störung schließen, denn die Erdbeben gehen wohl von einem tieferen Punkt aus, als eine so oberflächliche Störung je erreichen kann<sup>1)</sup>.

Die Ötscher Decke KOBERs ist durch den Aufbruch Hieflau-Mariazell-Buchberg gegen Süden begrenzt, diese Linie ist zugleich die Nordgrenze von KOBERs oberostalpinen Decken. Nach BITTNER ist diese Linie durch die Punkte Hieflau, Siebenseen, Brunnsee, Rothmoos, Greith, Gußwerk markiert. Zwischen Gußwerk und Mariazell ist die Linie nach BITTNER quer verschoben. Die Linie ist als Störungslinie charakterisiert durch das scharfe Aufeinanderstoßen verschiedenartiger obertriadischer Kalke, teils durch Aufbrüche von älterer Trias; die aneinander grenzenden Gebirgsteile fallen gegeneinander ein; auch pflegen nach BITTNER hier in der Regel junge Schichten unter weit ältere Bildungen, vor allem Werfener Schichten hinabzutauchen. An zwei Stellen ist jedenfalls eine Abweichung von dem von BITTNER angegebenen Verlaufen der Linie sehr wahrscheinlich; nämlich bei Mariazell, wo die Hallstätter Kalke des Triben wohl noch zur südlichen Scholle gehören, und bei Hieflau, wo man die Grenze wohl besser durch das Schwabeltal nach Landl und im Nordabfall der Gesäuseberge (Buchstein usw.) führt. Dort muß dann irgendwo die Störung von Windischgarsten abspalten; über diese Fragen werden einst detaillierte Aufnahmen entscheiden können. Es ist aber auch die Möglichkeit nicht außer acht zu lassen, daß im westlichen Hochschwabgebiet eine tektonische Trennung der Ötscher Decke und des Hochschwab nicht möglich ist. Die Kenntnisse über all diese Fragen sind so gering, daß eine Lösung auch nicht einmal angedeutet werden kann. Die Störungslinie hat westlich von Mariazell nicht den Charakter einer bedeutenden Überschiebungslinie. Östlich von Mariazell ändert sich das etwas; denn im Hallbachtal fällt der nördlich der Linie befind-

<sup>1)</sup> Siehe dazu E. SUSS, *Mitteil. d. Geol. Gesellsch.* 1913.

liche Hauptdolomit und seine jüngere Auflagerung unter Werfener Schichten ein; die Aufbruchlinie zeichnet Gosau aus<sup>1)</sup>). Den Charakter der Überschiebung zeigt die Störungslinie im Gebiet des Lahnsattels. KOBER<sup>2)</sup> hat ein Profil gegeben; zwischen Gipfel und Lahnberg bilden Dachsteinkalke eine breite Synklinale, in welcher noch Liasfleckenmergel und Jurakalke auftreten; am Lahnsattel liegt in der Mulde eine Deckenscholle von Werfener Schichten, Ramsaudolomit, Hallstätter Kalk und Gosau, welche Deckenscholle KOBER zu seiner Hallstätter Decke rechnet. Auch auf der Nordseite des Schneeberges fällt die »Ötscher Decke« unter die »oberostalpine« ein; nach KOBERS Profil<sup>3)</sup> liegt eine flache Schubbahn des höheren vor, nach dem Profil VETTERS<sup>4)</sup> liegen steil ineinandergreifende Verwerfungen vor, an welche nach dem Profil ein kurzer Anschub von Süden her erfolgt sein muß. Von dem Weiterverlaufen der Linie sei nur noch hervorgehoben, daß bei Hernstein die »Überschiebungslinie« »überkippt« ist; das heißt es ist eine sehr steile Störung vorhanden. Von größter Wichtigkeit ist der im Preintal auftretende Grundgebirgsrest; BITTNER<sup>5)</sup> erwähnt von dort schwarze Bänderkalke, schwarze Phyllite, Graphitschiefer, Serpentin; es ist sehr wahrscheinlich, daß es sich um Carbon handelt, das von der Grauwackenzone stammt, bzw. von der unter dem Kalkgebirge liegenden Fortsetzung der Grauwackenzone. Dieser Rest schwimmt auf der Ötscher Decke, auf der »voralpinen Decke« KOBERS. Hier sei auch kurz das Fenster des Hengst bei Buchberg erwähnt. KOBER hat da eine Antiklinale, West-Ost-streichend, nachgewiesen; es taucht die voralpine Decke, also wohl die Ötscher Decke wieder heraus, wobei rätische Gesteine von Werfener Schichten und Muschelkalk umsäumt werden.

KOBER unterscheidet südlich der Linie von Landl-Mariazell-Puchberg eine Hallstätter und eine hochalpine Decke; es fragt sich, ob die Trennung möglich ist. Auf der Südseite des Hochschwab erscheinen tiefere Schuppen als Hallstätter Decke; es ist fraglich, ob jener der Wert einer Decke zukommt. Im Gebiet zwischen Gollrad und Schneeberg ist die Trennung von Hallstätter Kalk und Korallenriffkalk sehr schwer. Hier liegen Verdoppelungen der Schichtfolge vor; ob man dies aber mit dem Namen Decke benennen muß, ist fraglich. KOBER<sup>6)</sup> hat die Hallstätter Decke des Gebietes in die Mürzsteger und die Freiner Decke getrennt. — Daß hier Überschiebungen vorkommen, hat bereits D. STUR<sup>7)</sup> dargestellt; — mit dem Nachweis dieser Überschiebung ist aber noch kein Nachweis erbracht, daß es sich da um Decken oder um Digitationen von solchen

1) GEYER, eb. 1889.

2) KOBER, Denkschr. 1912, 22.

3) Denkschr. 1912, 22.

4) Geol. Verhält. d. Umgebung v. Wien, 1910, 53.

5) BITTNER, Verh. 1893.

6) Denkschr. 1912.

7) Geol. der Steiermark, 1871.

handelt. — Aufgabe einer neuen Untersuchung muß das Verhältnis der von GEYER<sup>1)</sup> einst unterschiedenen Störungen zum Gebirgsbau sein (Freinlinie, Dobreinlinie usw.). Wenn wir die Frage stellen: »Ist die Gruppe der »Oberostalpinen Decken« durch einen Fernschub auf die »Voralpine Decke« gebracht worden?« Dann muß man sagen: »Aus der Beschaffenheit des Landl-Mariazell-Puchberg-Hernsteiner Aufbruches läßt sich dies nicht behaupten, diese Linie zeigt nördlich vom Hochschwab nicht den Charakter einer Überschiebung, höchstens einer steil auffahrenden Schubfläche; weiter im Osten, im Halltal, im Faden ist sie eine Überschiebung, während sie im Ostende bei Hernstein eine senkrechte oder sogar überkippte, gegen Nord fallende Störung ist.« Die »Ötscher Decke« liegt also stellenweise sogar auf der »hochalpinen Einheit« (Tristingtal-ausgang, zwischen Vöslau und Hernstein). Es lassen sich also Gründe für einen Fernschub nicht auffinden. Die Deckschollen nördlich der Puchberger Linie zeigen eine maximale Förderweite von etwa 8 km, das Fenster des Hengstes eine solche von etwa 10 km. Es ist aber nicht zu beweisen, daß diese beiden Zahlen zu summieren sind, und daß auf ein Hineinreichen der Voralpendecke unter die Hochalpen auf 20 km zu schließen ist. Selbst wenn wir dies annehmen, so ist noch immer kein Beweis damit gegeben, daß es sich um einen Fernschub, um eine Abteilung des Höheren aus einer anderen Wurzel handelt. Es kann sich da ebenso gut um eine kurze Aufschiebung — und wenn sie 20 km beträgt — handeln, denn zwischen einer Überschiebung dieser Weite, welche sich mit dem »Wamberger Fenster«, dem Fenster von Annaberg, dem Vorschub der Lechtaler Decke und mit dem größten ostalpinen Beispiele einer nachgewiesenen Überschiebung, mit der 40 km weiten Übergleitung der juvavischen Masse wohl vergleichen läßt, und einer Ableitung aus einer hypothetischen Wurzel ist ein großer Unterschied. Nebenbei sei noch bemerkt, daß keine Erscheinung in den Kalkalpen darauf hindeutet, in dem tektonischen Körper liegende Falten zu sehen; damit ist nicht gesagt, daß nicht sehr viel Störungen ihren Ursprung in Falten genommen haben, so etwa die BRITNERSche Schuppenstruktur. Es kann der Eindruck gewonnen werden, daß wenigstens für den westlichsten Teil der niederösterreichischen Kalkalpen die Schuppenstruktur beherrschend in der Tektonik ist.

Nach diesem Gang durch die Tektonik der Kalkalpen können wir zur Erörterung der Frage schreiten, zu jener Frage, die in den früheren Ausführungen oder zwischen den Zeilen, schon so oft beantwortet wurde, nämlich ob die Kalkalpen ein Deckenland sind. Welche Gründe können angeführt werden für eine Wurzellosigkeit der Kalkalpen? Wir können da einmal sehen, daß die Verhältnisse im Rätikon gegen eine Autochthomie der Kalkalpen sprechen. Auf drei Seiten stoßen da unter dem Rätikon Flyschgesteine hinein, und die vierte Seite wird von der Silvretta

1) Eb. 1889.

gebildet. Gerade wegen dieser letzteren möchte ich auf den Schluß AMPFERER-HAMMERS (eb. 1911) hinweisen, daß die Kalkalpen des Allgäu-Lechtals im Vereine mit der Silvretta durch eine Bewegungsfläche oder durch ein Netz von Bewegungsflächen vom Untergrund losgetrennt sind. Nehmen wir nun die Wurzellosigkeit der Silvretta an, so ist tatsächlich der stärkste Anhaltspunkt genannt, der gegen eine Autochthomie der Kalkalpen spricht. Dieser Hinweis wird sehr lebhaft unterstützt durch die Beschaffenheit des Nordrandes der Kalkalpen, denn diese sind bis auf wenige Ausnahmen regional über den Flysch überschoben. Diese Überschiebung kann keine weite sein, das zeigen die geringen Verbindungen von Flyschzone und Kalkalpen in der oberen Kreide. Man muß sich sogar vorstellen, daß ein Teil des Flysches ursprünglich über den Rand der Kalkalpen transgrediert; dann würde erst das jetzige Verhältnis erreicht. Alle anderen Beweise für die Wurzellosigkeit der Kalkalpen sind nicht direkte, sondern basieren auf Überlegungen, bzw. auf Spekulationen über die Lagerungsverhältnisse anderer nichtkalkalpiner Gebiete. Als ein solcher Hinweis, der von den »Nappisten« angeführt wird, gelten die Faciesunterschiede zwischen Helvetisch und Ostalpin, welche ja tatsächlich außerordentliche sind. Nun überlegen wir einmal folgendes! Rollen wir die helvetische Serie auf, legen wir die Falten auseinander; in den Süden davon legen wir den Flysch, dessen tektonische Störungen ausgeglichen sein sollen. Der Flysch ist nach den Studien der Schweizer auf das Helvetische hinaufgeschoben<sup>1)</sup>. Nehmen wir nun die Breite des Flysches in den westlichen Teilen der Ostalpen mit 10 km, was gewiß zu niedrig gegriffen ist; nehmen wir an, daß der tektonisch abgewinkelte, auf seinen Entstehungsort zurückgebrachte Flysch 20 km Breite einnimmt, was wohl auch bei der großartigen Störung des Flysches zu niedrig gegriffen ist; dann bekommen wir 20 km trennenden Raum zwischen Helvetisch und Ostalpin. Wenn wir weiter bedenken, daß die Bildungsstätte des Flysches sich also 20 km vom Rand des Flysches gegen Süden ausdehnte, wenn wir dann weiter bedenken, daß das Ostalpine und die Flyschbildungsstätte gewiß nicht unmittelbar nebeneinander lagen, dann können wir die Entfernung von Helvetisch und Ostalpin gewiß größer annehmen, als 20 km. Es genügen uns aber 20 km vollständig. Denn wir brauchen diese Entfernung nur auf ein ungestörtes Tertiärgebiet, etwa am Ostrand der Alpen, übertragen und sehen, was, bei einer halbwegs günstigen Auswahl des Beispiels, für außerordentliche — regionale — Verschiedenheiten in der Schichtreihe vorhanden sind, ganz wie zwischen Ostalpin und Helvetisch. Es geht daraus klar hervor, daß man für die Erklärung der Facies zwar sehr bedeutende Verschiebungen, aber nicht die Ableitung der Kalkalpen aus dem Drauzug braucht.

<sup>1)</sup> ARNOLD HEIM, Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz, N. F. XXXI; BECK, Ecl. geol. Helv., dann auch MYLIUS, Geol. Forschungen, München 1912.

Ich werde später bei der Erörterung des »ostalpinen Wurzelgebietes« auf die Schwierigkeiten hinzuweisen haben, welche einer solchen Ableitung entgegen stehen. Ein weiterer Hinweis auf die Wurzellosigkeit der Kalkalpen wird auf rein spekulativem Wege gewonnen durch den Schluß auf die Unterlage der Kalkalpen; weil eben die Kalkalpen auf Decken oder Systemen von Decken liegen, so müssen sie auch wurzellos sein und sind aus dem Süden zu beziehen. Die stärkste Stütze für diesen Schluß ist die Fensternatur der Tauern. Wenn es nun absolut sicher erwiesen wäre, daß die Tauern ein Fenster sind, dann wäre gegen die Deckennatur der ganzen Kalkalpen wenig einzuwenden, aber es ist eben nicht sicher, das geht immermehr hervor aus SANDERS ausgezeichnete Untersuchung, auf welche ich später zurückkomme. Jedenfalls wird sich die Deckentheorie damit auseinander zu setzen haben, daß im Tauernfenster selbst Ostalpin vorhanden ist, wie SANDER nachgewiesen hat. Der Ref. selbst hat vor einiger Zeit aus der Grauwackenzone Obersteiermarks eine Schuppentektonik beschrieben und geglaubt, sie von Süden her beziehen zu müssen; dabei wurde gar nicht in Rücksicht gezogen, daß ein Schub von Norden her gar nicht ausgeschlossen ist. Alle diese Schlüsse, dahingehend, daß die Kalkalpen wurzellos sind, weil sie auf Deckensystemen liegen, stehen und fallen mit dem Tauernfenster. Und das ist eine Basis, welche selbst etwas schwankend geworden ist, und es wäre widernatürlich, nach dem heutigen Standpunkt der Fensterfrage in den Tauern unbedingt nicht über TERMIER hinaus gehen zu wollen. Der Ref. möchte nur noch bemerken, daß das Semmeringfenster viel weniger Schwierigkeiten macht, es in einen anderen tektonischen Verband zu bringen. Und bezüglich des Unterengadin, das scheinbar eine starke Stütze der Schubdeckentheorie ist, möchte der Ref. nur vorläufig auf AMPFERER-HAMMERS Querschnitt, auf SPITZ-DYRENFURTHS und ARBENZ' Auseinandersetzungen hinweisen. — Ich komme zu dem Schluß, daß keine sicher beglaubigte Tatsache die Herbeischiebung der Kalkalpen vom Drauzug zu beweisen imstande ist; die Faciesverhältnisse im Drauzug können bei einer Schlußkette über die Herkunft der Kalkalpen doch wohl — da das rein spekulative Überlegung ist — nur als ornamentales Beiwerk für eine Darstellung auf deckenspekulativer Basis gelten. Daß Verschiebungen die Kalkalpen auf ihren heutigen Platz gebracht haben, das zeigen der Nordrand der Kalkalpen, dann die Verhältnisse im Rätikon, die aber auf eine andere Bewegungsrichtung als Süd-Nord hindeuten. Aber der Schub der Kalkalpen wird nicht ein Fernschub gewesen sein.

Nun haben wir noch die andere Frage zu beantworten, ob der innere Bau der Kalkalpen Anlaß bietet, Decken anzunehmen in dem Ausmaß, wie es KOBERS Profile tun<sup>1)</sup>. Wir haben wohl eine ganze Anzahl von Überschiebungen, aber nichts deutet darauf hin, daß es sich da um Fern-

<sup>1)</sup> Denkschriften 1912, Mitteil. d. Geol. Gesellsch. 1912.

überschiebungen handelt, in der Regel sind es kurze Überschiebungen. Das größte derartige Beispiel ist die juvavische Einheit im Berchtesgadener Land. Alle anderen lassen sich auf viel bescheidenere Schubweiten zurückführen. Und es wurde besonders für den östlichen Teil der Kalkalpen gezeigt, daß im inneren Bau keine weit ausladenden Überschiebungen, sondern — ich möchte sagen — nur randliche Überschiebungen vorhanden sind.

Es ist nun auf den Versuch KOBERS<sup>1)</sup> einzugehen, das Ostalpine der Kalkalpen als auch der Zentralalpen in zwei große Decken zu trennen, in eine untere und eine obere ostalpine Decke. Die Grundlage für die Trennung ist die Aufeinanderfolge der Schichtgruppen im Semmeringgebiete, von welchen KOBER bei seiner Gliederung ausgegangen ist: 1) Die Zentralalpine oder Semmeringmesozoicum; 2) das Carbon-Perm der Grauwackenzone, das mit der graphitführenden Serie einsetzt und mit verrukanoähnlichem Gestein schließt; 3) Werfener Schichten und Rauchwacken. Diese werden angesehen als Vertreter des voralpinen Mesozoicums der Kalkalpen. Darüber folgt dann nach KOBER die obere ostalpine Decke, welche über die untere als Abscherungsdecke bewegt worden ist und das voralpine Mesozoicum vor sich her geschoben hat; diese obere ostalpine Decke hat auch eine Grauwackenbasis, nämlich das Silur-Devon der Grauwackenzone, den erzführenden Kalk. Der mesozoische Anteil gliedert sich nach KOBER in die tiefere Hallstätter Decke und die höhere hochalpine Decke. KOBER hat jüngst diese kühne Hypothese auf die Ostalpen übertragen. KOBER<sup>2)</sup> definiert das Unterostalpine als die untere Teildecke des ostalpinen Systems, bestehend aus Altkrystallin, der Carbon-Permserie und der Voralpen (Frankenfesler-Lunzer-Ötscher Decke). Entwicklung des Mesozoicums »die terrigene Facies tritt in dieser Decke stark hervor.« — Die oberostalpine Decke baut sich auf aus Silur-Devon, dieses trägt die Hallstätter- und die hochalpine Decke. »Die oberostalpine Decke steht von der unteren viel weiter ab, als von den Dinariden, bzw. der karnischen Decke (was ist die karnische Decke?!). Der dinarische Einschlag ist unverkennbar. In ihrer Geschichte schließt sich die obere ostalpine Decke enger an die Dinariden an als die eigentliche untere ostalpine Decke.« (Zur Illustrierung dieser beiden Definitionen mögen die Ausführungen HAHNS über den Übergang der »bajuvavischen« Facies in »hochalpine« Facies im Gebiete der hochtirolischen Kammerkaralpen usw. verglichen werden!) KOBER sagt: »Alles altkristalline Gebirge zwischen dem Rhein und dem Abbruche gegen die pannonische Tiefebene, zwischen der Grauwacken- und Kalkzone gehört zum Grundgebirge der unteren ostalpinen Decke.« Ausgenommen sind natürlich die lepontinischen Gebiete der Zentralalpen. Die Granite treten, wie KOBER bemerkt, zurück (nordsteirischer Gneisbogen, Lager des Antholzer Gneis,

1) Mitteil. d. Geol. Gesellsch. 1909, 1911, 1912.

2) Mitteil. d. Geol. Gesellsch. 1912, 62.

der überdies Beziehungen zum Zentralgneis zu haben scheint!). Dann gehören alle Carbon-Permgebiete zur unterostalpinen Serie. Unterostalpin ist auch das Mesozoicum des Krappfeldes von St. Paul, der Münster-taler Alpen und des Ortler.

KOBER<sup>1)</sup> hat die Vorstellung entwickelt, daß das untere ostalpine System durch das oberostalpine System so überwältigt wurde, daß das voralpine Mesozoicum als selbständige Abscherungsdecke losgetrennt, gleichsam weggeschürft und weiter nordwärts verfrachtet würde. Als Reste der Voralpendecke, welche diesen gewaltigen Prozeß überdauert haben, werden die Werfener Schichten unter dem Reiting, die Rauchwacken von Gloggnitz usw. angesehen. Diese sind auch die einzige, allerdings nicht starke Stütze für die ganze Hypothese, gegen welche sich manches ins Treffen führen läßt.

Es läßt sich einmal nicht beweisen, daß die erwähnten Rauchwacken und Werfener Schichten wirklich ein tektonisches Äquivalent der Voralpendecke sind; denn es gibt keinen Anhaltspunkt, der dafür sprechen würde, zwischen diesen bescheidenen Resten und dem Komplex der Voralpendecke einen Kausalnexus aufzustellen. Damit ist die Anschauung KOBERS auf das Niveau einer eventuellen Möglichkeit herabgedrückt. Es ist nun die Frage, ob diese sich als Arbeitshypothese bewährt, als welche sie im früher bestimmten Rang Verwendung finden könnte; von einer derartig rangierten Hypothese verlangt man, daß sie wenigstens für größere Gebiete stimmt. KOBER teilt die Grauwackenzone in Carbon-Perm (unterostalpin) und Silur-Devon (oberostalpin). Nun ist aber, wie ich nachgewiesen habe (siehe auch Geol. Rundschau III) in der steirischen Grauwackenzone die Folge Carbon-untere Blaseneckserie — untere Schuppe von Silur-Devon — obere Blaseneckserie — eventuell obere Schuppe von Silur-Devon sehr verbreitet. Es herrscht also eine ganz evidente Schuppenstruktur. Wie stimmt diese Struktur mit der Abschuppung des Mesozoicums?! Das heißt also: Unter- und Oberostalpine Grauwackengesteine machen unbekümmert um das Hangende eine schuppenartige Wiederholung. Das paßt nicht gut auf KOBERS Trennung, was er auch selbst sehr deutlich spürt und nach einer die Schwierigkeit umgehenden Erklärung sucht; er sagt, daß das, was über dem Silur-Devon (gemeint ist das untere) liegt, Oberostalpin ist. Das geht unbedingt nicht, denn ich habe nachdrücklichst bewiesen, daß die obere und untere Blaseneckserie unbedingt dasselbe sind. Hier bewährt sich die Arbeitshypothese nicht.

Zwischen Radstadt und Kitzbüchel ist die von KOBER in den Pinzgauer Phylliten versuchte Gliederung in Unter- und Oberostalpin ganz unmöglich, denn es gibt keinen Anhaltspunkt, die Pinzgauer Phyllite zu gliedern. KOBER verwendet dazu den Mandlingzug, den UHLIG als Schubspan angesprochen hat, was er auch begründete. Aus welchem

<sup>1)</sup> Mitteil. d. geol. Gesellsch. 1909, 510.

Grunde sollen die Pinzgauer Phyllite gegliedert werden? Eine weitere Kritik dieser Trennung ist derzeit unmöglich, da die KOBERSche Kartenskizze<sup>1)</sup> so gemacht ist, daß man sich bei den Grenzen zwischen den beiden Abteilungen des ostalpinen Systems gar nicht erklären kann, welche Gegenden gemeint sind, auf Grund welcher Tatsachen die Trennung vorgenommen wurde; das gilt sowohl für die Kalkalpen als auch für die Grauwackenzone in Salzburg.

In der Salzburger Grauwackenzone ist sicheres Silur vorhanden; dies ist zweifellos — seiner ganzen Länge nach — mit dem Steinernen Meere usw. vorhanden. Nach KOBER ist das Silur-Devon, das die »norische Linie« markiert, mit der hochalpinen Einheit verbunden; nun hat aber gerade für diese Gegend HAHN den Nachweis gebracht, daß die Grauwackenzone mit der tirolischen Einheit verbunden ist, und zwar in diesem Fall mit der Wettersteindecke; das ist dasselbe Ergebnis wie in Tirol, wo auch die Grauwackenzone mit der Wettersteindecke verbunden ist. Dort, wo die Grauwackenzone aufhört, ist dann an der Grenze von Kalkalpen und Zentralalpen eine Störung vorhanden.

Es sei dann noch des Restes von Grauwackengesteinen auf der Ötscher Decke, unter der hochalpinen Decke (Preintal) gedacht. KOBER spricht ihn als eine Grundscholle der Hallstätter Decke, entnommen der Voralpendecke, an. Daß diese Erklärung durch nichts bewiesen werden kann, ist klar, sie hat als Voraussetzung die Richtigkeit der KOBERSchen Gliederung, die aber selbst erst zu beweisen wäre.

Ich komme daher zum Schluß: Eine Gliederung in Unter- und Oberostalpin ist unmöglich. Für eine Ableitung der Kalkalpen aus großer Ferne lassen sich nur auf spekulativem Wege Anhaltspunkte finden. Bezüglich des Baues der Kalkalpen möchte ich die Vorstellung der »Aufgehängten Überschiebungsbogen« entwickeln. An zahlreichen Stellen hat es sich gezeigt, daß Störungen dort, wo sie gegen Norden stark vorstoßen, zu Überschiebungen mit flacher oder mäßig geneigter Schubbahn werden. Dort aber, wo sie in das Innere des Gebirges zurücktreten, stellt sich die Störung steil, wird schließlich senkrecht, und bei verschiedenen Beispielen sieht man, daß die Störung überhaupt aufhört. An einige Exempel möge erinnert werden: die Weyerer Linie hat einen Aufhängepunkt; die Störung auf der Nordseite des Sengengebirges erlischt, indem die Wettersteinantiklinale untertaucht. Die Brühler Linie ist bei Brühl keine Überschiebung, vielleicht sogar keine Störung mehr. Ein ausgezeichnetes Beispiel gibt die Störungslinie, welche die tirolische Masse auf der Linie: Nordseite des Kaisergebirges-Stauffen begrenzt.

Ich sage daher: es gibt aufgehängte Überschiebungsbögen. Störungen springen im Gebirge auf; dort, wo eben eine kräftige Bewegung mit deutlicher Süd-Nordtendenz sich einstellt, dort werden die aus einem

1) Mitteil. d. Geol. Gesellsch. 1912.

Bruche oder einer übertriebenen Falte sich herausbildenden Störungen zu einer steilauffahrenden Bewegungsfläche; wirkt der gebirgsbildende Schub in derselben Richtung konsequent weiter, dann wird die steile Störungsbahn flach, sie wird zur flachen Überschiebung, weil die südlich nachrückende Masse über das vorliegende Gebirge hinüber tritt. Es ist aber ein schlechter Schluß, wenn man aus dem Vorhandensein einer flachen Überschiebung an einer Stelle die Notwendigkeit derselben Störungsform für alle Punkte ableitet. Überschiebungen können eben Aufhängepunkte haben, d. h. Punkte, wo das Höhere mit dem an anderen Stellen tektonisch Tieferen normal, d. h. ohne Unterbrechung durch eine Störung verbunden ist. Für die tirolische Masse sind solche Aufhängepunkte das Gebirge östlich von Kufstein (nördlich vom Kaisergebirge) und das Untertauchen des Wettersteinkalkes östlich vom Sengsengebirge. Dazwischen ist die tirolische Masse auf das nördlich davon Liegende überschoben, und zwar um so mehr, je weiter nördlich die Masse reicht; daher streicht nördlich vom Rauschberg und Kienberg das Bajuvarische unter das Tirolische hinein, während an den Aufhängepunkten der tirolischen Masse Tirolisch und Bajuvarisch nebeneinander liegt.

Diese Erklärung, welche für die ganzen Kalkalpen Anwendung finden kann, macht die Annahme durchstreichender Decken unnötig, und sie scheint mechanisch einfacher zu sein. Auf die Unmöglichkeit eines Fernschubes der Kalkalpen wird in der Weiterführung der Erörterung eingegangen werden.

---