

Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns.

Von F. Felix Hahn.

I. Teil:

Mit 3 Tafeln (XI—XIII) und 6 Figuren im Text.

Einleitung.

Zweck dieser Abhandlung ist es, aus den einheitlich zusammengestellten Ergebnissen neuerer Spezialaufnahmen unter gleichmäßiger Heranziehung älterer Einzelforschung wie jüngster, deckentheoretischer Ausdeutungen die allgemeiner gültigen Gesetze des Baues in diesem Teil der Nordalpen abzuleiten.

Als Ausgangsbasis liegen jene Beobachtungen zugrunde, die sich mir während meiner Aufnahmetätigkeit im Saalachgebiet darboten; daran schlossen sich zahlreiche Exkursionen in die Nachbargebiete, besonders eine Reihe ausgewählter Profilbegehungen am kalkalpinen Südrand zwischen Kufstein und Werfen.

Um eine Einfügung unserer Erfahrungen über diesen Alpenteil in das moderne, für den Westen ¹⁾ und Osten ²⁾ der Nordalpen entwickelte Bewegungsbild vorzubereiten, durfte eine Überarbeitung der Literatur über das ganze Alpengebiet zwischen Inn und Enns nicht gescheut werden, wenn auch die Strecke Kössener Ache—Salzach naturgemäß deswegen in den Vordergrund des Interesses tritt, da hier im Zusammenhang und fast gleichzeitig ein mehr als 600 km² großes, im Anschluß an O. M. Reis (1894) über sämtliche nordalpine Zonen sich erstreckendes Gebiet durch Arlt, Gillitzer,

¹⁾ O. Ampferer, Querschnitt, 1911; Cl. Lebling, Geol. Rundschau 1912; F. Hahn, ebenda 1911 und 1914.

²⁾ L. Kober, Deckenbau östlicher Nordalpen, Denkschr. d. kais. Akademie d. Wissensch., Wien 1912.

Hagen, Hahn, Krauß und Lebling genauestens durchforscht wurde. Nur im nordöstlichen Teil, der durch die vorzügliche Tätigkeit G. Geyers (Blatt Kirchdorf und Weyer) erschlossen wurde, herrschen ähnlich günstige Verhältnisse, während das südlich sich anschließende Gebiet zwischen Salzach und Enns mit Ausnahme der durch Spengler und v. Pia begangenen Strecken uns noch manche tektonischen und faziellen Rätsel verbergen mag.

Als Rahmen für die regionalgeologische Besprechung sollen die natürlichen großen Baueinheiten benützt werden, wie ich sie in den Verh. R.-A. 1912, S. 337 zu skizzieren versuchte. So beschäftigt sich der vorliegende 1. Teil dieser Abhandlung mit der helveto-lepontinischen, der bajuvarischen und tirolischen Zone unter Ausschaltung der als eingeschobene juvavische Deckschollen angesprochenen Gebiete. Der 2. Teil soll diesen letzteren gewidmet sein und deren Herkunftsmöglichkeiten erörtern. Eine übersichtliche Darstellung der als sekundär, nicht mit der älteren Deckenbildung in Zusammenhang stehend zu betrachtenden Querverfaltung soll sich daranreihen.

Stuttgart, Juli 1913.

I. Die helveto-lepontinische Zone.

Hierunter wird jener Streif am kalkalpinen Nordrand verstanden, der zwischen Molasse und austroalpiner³⁾ Decke gelegen, aus Gesteinen der helvetischen und Flyschfazies besteht.

Seit alters ist es auch üblich, diese Zone mit Emmerich als voralpin (subalpin), als Vorderalpenzone (Reis) oder alpines Vorland zu bezeichnen, wobei freilich einzelne Autoren die angrenzende Molasse oder aber die nördlichste austroalpine Randkette mit einbeziehen. Haug⁴⁾ betrachtete sie 1906 als tektonisch einheitlich, als eine direkte Verlängerung der Schweizer Kalkhochketten; lepontinische Reste glaubte er erst bei Gresten usf. wiederzufinden. Nowak⁵⁾ trat 1911 (S. 59 ff.) für eine Zerteilung ein in 1. helveto-autochthone Serie und 2. Flyschzone. Erstere wird definiert als der Streif normal gelagerter Eozän- und Kreideschichten, die

³⁾ Im Sinne C. Dieners (Bau und Bild der Ostalpen, 1903, S. 351) wird hier Ostalpin als der weitere, Austroalpin als der engere Begriff gefaßt.

⁴⁾ „Les nappes de charriage des Alpes calc. sept.,” Bull. Soc. Géol. France, 4, VI, 1906 und 4, XII, 1912.

⁵⁾ „Bau der Kalkalpen in Salzburg.” Bull. Akad. Wissensch. Krakau 1911, S. 57.

nördlich der Gruppe Flysch-Nierentaler Schichten diese unterlagernd auftreten. Letztere wird der lepontinischen Deckenreihe mit einer Stellung unter der Klippen- und rhätischen Teildecke gleichgeachtet; die Flyschzone sei als Deckenstirn mit liegenden und hangenden Nierentaler Schichten, eventuell auch Eozän ummantelt. Heritsch (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien, Juli 1912) scheint sich solcher Deutung anschließen zu wollen (S. 10). Kober (diese Zeitschrift 1912) folgt, ohne die Gründe Nowaks zu würdigen, Haug und rechnet alles zu seiner helvetisch-beskidischen Decke; nach ihm ist die lepontinische Region in der Oberkreide schon fast völlig unter der ostalpinen Masse begraben; der letzteren wird der sogenannte lepontinische Außensaum (rhätische Decke) zugezählt. Die Trennung des Flysches der ostalpinen Klippenzone von jenem der helvetischen wäre problematisch; vielleicht sei er ursprünglich ostalpin, doch sekundär abgehoben und nordwärts getragen.

Eine nähere Untersuchung des uns heute schon zur Verfügung stehenden Materials zeigt, daß selbst Nowak, der sich am eingehendsten damit beschäftigte, insbesondere die ausgezeichneten Detailstudien Fuggers nicht erschöpfend würdigte.

Über das Alter des in Betracht kommenden Flysches herrscht insoferne jetzt Übereinstimmung, als allgemein ein oberkretazeischer Anteil anerkannt wird. Um so weniger ist eine nähere Einordnung in das stratigraphische Schema gesichert, noch ganz ungeklärt die bei dem scheinbar ungestörten Durchstreichen notwendige Beziehung zum Flysch Vorarlbergs, den Mylius 1912 insgesamt zum Alttertiär rechnen will.

Ich war in einer Studie über den südbayerischen Flysch (Zeitschr. deutsch. geol. Ges., 1912) zu dem Ergebnis gekommen, daß nur die Eigengliederung der Flyschzone die Grundlage für die Entscheidung einer Reihe von Fragen allgemeinerer Art darbieten könnte. Mit Hilfe der von Böhm (Paläontogr. 38, 1891) vorgeschlagenen Zerteilung in eine liegende Sandsteingruppe und eine hangende Zementmergel- und Kalkgruppe versuchte ich den Bau der Schlierseer Flyschzone profilmäßig als aus drei (zum Teil unvollständigen) Sattelzonen der Sandsteingruppe und zwei zwischengeschalteten Mulden der Kalkgruppe bestehend darzustellen. Meine weiteren Studien überzeugten mich, daß dieselbe Gliederung und Struktur sich über Tegernsee und Lenggries in die Berge nördlich der Benediktenwand und in das Vorland der Laberggruppe verfolgen läßt.

Es ist nicht zu bezweifeln, daß derselbe Flysch, die geringe Erosionslücke südlich des Chiemsees überbrückend, gleichaltrig und mit ähnlicher Struktur in den Höhenzug

zwischen Maxhütte und Saalach fortsetzt. Einmal spricht dafür, daß Böhm's hangende Chondritenmergel mit meiner Zementmergelgruppe, seine liegenden Sandsteine und bunten Schiefertone mit meiner Sandsteingruppe sich decken; dann, daß im Salzburger Vorland durch Fugger nur Fossilien der oberen Kreide aus dem Flysch bekannt wurden (und gleiches gilt bekanntlich auch vom Flysch zwischen Inn und Loisach^{5a}).

Ein wesentlicher, vielleicht der größte Teil der gefundenen Versteinerungen (siehe Lebling, Geol. Rundschau 1912) entstammt unzweifelhaft der Sandsteinzone;⁶) ein anderer Teil wurde jedoch der hangenden Mergelgruppe entnommen;⁷) die Größe, Zerbrechlichkeit und Häufigkeit der Muntigler Inoceramen schließt sekundäre Ablagerung aus (Fugger); die hangende Mergelgruppe macht einen durchaus in sich geschlossenen, einheitlichen Eindruck; große aufgearbeitete Trümmer dieser Flyschmergel wurden im Eozänsandstein von St. Pankraz durch Fugger (Jahrbuch R.-A. 1899, S. 382) entdeckt. Nach all diesem muß der gesamte Flysch östlich vom Lech bis ins Salzburgerische auch einheitlich sein, das heißt angesichts des allgemein herrschenden Ausfalls paleozäner Sedimente kretazisch.⁸)

Es geht aber nicht an, den Flysch als durchaus älter als Nierentaler Schichten zu bezeichnen. Denn *Pachydiscus neubergicus* (Fugger) ist ein den Pattenauer Schichten, dem heteropren voralpinen Glied der Nierentaler, ebenfalls entnommenes Fossil des Obersenons und Fugger wie Lebling (Lattengebirge 1912) haben in echten Nierentaler Schichten Flysch-

^{5a}) Wie J. Boussac noch in allerjüngster Zeit (*Nummulitique alpin. Mém. à l'expl. carte géol. de la France. Paris 1912*) es unterlassen konnte, der Bedeutung dieser Funde von Kreidefossilien aus dem bayrischen Flysch westlich des Inns gerecht zu werden, bleibt unverständlich. Ein Versuch, den Flysch westlich und östlich der Lücke südlich des Chiemsees für regional-tektonisch verschieden zu erklären, hat alles Beobachtungsmaterial gegen sich.

⁶) Wie die im Münchener Museum liegenden Stücke beweisen; außerdem sind z. B. jene der Bergheimer Steinbrüche (Fugger) sicher der Sandsteingruppe zugehörig.

⁷) So die Inoceramen im Mergelaufschluß der Schliersee-Fischhausener Straße (Walther, am Kohlgruber Hörnle (Hahn)).

⁸) Auch die große Mächtigkeit des bayrischen Flysches kann dagegen nicht mehr ins Feld geführt werden, nachdem Ampferer vom Muttekopf über 600 m mächtige Gosaukreide schilderte.

gesteine eingelagert gefunden. Neben Emscher und Untersönen ist wohl auch das ganze Obersönen in der Flyschzone in Flyschfazies ausgebildet.

Nowak hat, wie ich glaube nicht zu Recht, die Ansicht Fuggers übernommen, daß nachweislich Nierentaler Schichten und Eozän normal den Flysch überlagern. Ich habe in dem eingangs erwähnten Bericht dargelegt, wie wenig die ältere Behauptung von einer konkordanten Anlagerung des Flysches an helvetische Kreide, die zudem verschiedenerorts auch zu ganz verschiedenen stratigraphischen und tektonischen Schlüssen führte, einer näheren Untersuchung in den Schlierseerbergen standhält. Flyschzone und Helvetikum sind dort unzweifelhaft selbständig, miteinander nur sekundär verfalltet. Ähnliches möchte ich für alle von Fugger und Nowak im Salzburgerischen in dem anderen Sinne gedeuteten Aufschlüsse für möglich, wo nicht für das Wahrscheinlichste halten.

Südlich des Sulzbergs hatte Böhm (Palaeontogr. 38, 1891) in einer Zeit, wo man kaum etwas von der Bedeutung tangentialer Bewegungen in diesem Alpentheil ahnen konnte, Nierentaler Mergel als normal dem Flysch angelagert beschrieben. Ein Blick auf seine Karte lehrt, daß er den Kontakt leider fast nirgends beobachten konnte; an der einen Stelle im östlichen Seitenarm des Windbachs aber wird S. 27 steiles nördliches Einfallen der Nierentaler Mergel unter dem darüber folgenden Flysch beschrieben.

Die Verhältnisse am Walserberg nördlich Marzoll (Fugger, Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt 1899, 1907) können schon deswegen nicht für schlüssig gelten, weil das angeblich die Nierentaler normal überlagernde Eozän tatsächlich schon zur kalkalpinen Masse gehört, am Wartberg aber ohne Einschaltung von Nierentalern gegen Flysch stößt.

Am Heuberg, östlich Salzburgs, wo Nummulitenkalk angeblich normal dem Flysch auflagern soll, schildert Fugger (1899, S. 304, Fig. 6) bis ins Einzelne antiklinalen Bau (in der durch die roten Mergel, Breccien usw. scharf charakterisierten südlichen Sattelzone der Sandsteingruppe); wenn auf der Oberkante dieser abgetragenen Antiklinale das Eozän ohne Zwischenlagerung von Nierentalern ruht, so spricht alles gegen die Normalität dieses Verhältnisses, nachdem das Eozän sonst innerhalb unserer Zone nie über die oberste Kreide hinausgreift.

In dem schuttreichen Gschlifgraben (Fugger l. c., Fig. 9, S. 336, Geyer, Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1911) beobachtet man, daß nördlich der Eozängesteine der Kirche die Nierentaler gegen den Flysch des Radmooses fehlen; daß bei gleichem OSO-Streichen und S-Fallen Nierentaler, Flysch, Nierentaler und nochmals Flysch (nach Geyer unter der Wand des Traunsteins) auf einander folgen. Es macht dies vielmehr den Eindruck eines Schuppungstreifens: helvetische Kreide und Eozän vor dem heran-

rückenden kalkalpinen Rand heraufgetragen und mit eingequetschten Flyschbändern verpreßt.

Auch am Allgäuer Deckenrand sind ja vielerorts ganz ebenso Seewenschichten über Flysch gefördert worden, ohne daß hier der Schluß erlaubt oder nur auch in Erwägung gezogen wäre, daß normale Überlagerung von Seewer auf Flysch gegeben sei.

Auch an der Nordgrenze des Flysches sprechen die Verhältnisse gegen Nowaks Behauptung, daß hier die Nierentaler Mergel in normaler Überkippung die Stirn der Flyschdecke unterlagern. Ist es doch recht auffällig, daß Nowak als Grundlage seiner weiteren Darlegung die Grenze Flysch-Nierentaler, nicht die zwischen Nierentaler und autochthonem Helvetikum benützt. Seinem Kärtchen (S. 67) kann man entnehmen, daß der Flysch mit flach südfallender Grenzfläche die Nierentaler überlagern wird, nicht aber, daß die Grenze jener beiden ein Überschiebungsausstrich wäre. Mit diesen Nierentalern sind mancherorts (siehe die Reissche Karte, Geogn. Jahrb. 1894, so nördlich des Fürbergs, östlich Hörgering) Gerhartsrenterschichten und Eozän verfaltet, beide ihrer Fazies nach dem Helvetikum zugehörig. Eine ins Einzelne gehende, von Nowak wohlweislich unterlassene Abtrennung von helvetischen und angeblich herbeigewanderten Nierentaler und Eozänschichten führt zu ganz unnatürlicher Schichtzerreißung.

Im Sinne Nowaks müßte der Nachweis zu erbringen sein, daß in der Flyschzone selbst eine Stirnfalte zu beobachten wäre; in der Region dieser Stirn sollte man wie in dem angeblich normal bedeckten südlicheren Flyschgebiet die hangende Flyschabteilung erwarten. Nun hat aber Böhm uns geschildert (S. 16), wie der unterste Horizont (bunte Schiefertone und Reisselsberger Sandsteine) sowohl am Nord- wie Südrand der Flyschzone auftritt, der obere (die Zementmergelgruppe) jedoch die Mitte einhält. Und für die Flyschberge östlich der Salzach kann man leicht den trefflichen Ausführungen Fuggers entnehmen, daß ganz analog, wie ich es für die Schlierseer Flyschberge abgeleitet habe, auch hier am Nord- und Südrand eine im allgemeinen stehende Sattelzone der Sandsteingruppe (mächtige Sandsteine, Konglomeratlagen und bunte Mergel) sich scharf kennzeichnet findet mit jener charakteristischen großen Spannweite der Flyschwellen, die ich westlich über die Ammer hinaus verfolgt habe.⁹⁾ Ein Blick auf das von Nowak herangezogene Profil Fuggers (l. c. S. 425) vom Wachtberg zum Plainberg lehrt in diesem Zusammenhang die Unmöglichkeit, die weiten Flyschwellen mit den nordwärts daran gelehnten Nierentaler und Eozänschichten in normaler Verfallungsbeziehung zu denken, es sei denn unter der Annahme einer äußerst kräftigen intersenonen Erosion, für die innerhalb unserer Zone alle Beweise mangeln.

Betrachten wir entsprechend meinen Darlegungen die Flyschzone als tektonisch wie stratigraphisch einheitlich, so hindert nichts, die schon auf dem Kärtchen Nowaks so augenfällig als Überschiebung in die Augen

⁹⁾ Die kleinen, sekundären Verfallungen täuschen nur zu leicht über den viel monumentaleren Eigenbau der Flyschzone hinweg.

springende Grenzfläche zwischen Flysch und nördlichen Nierentalern (samt helvetischer Kreide und Eozän) als Deckenbahn zu betrachten; nur dann entspricht auch dem charakteristischen Gegensatz zwischen kleinwellig-schuppiger Struktur der helvetischen und der viel großzügigeren in der Flyschzone die regionaltektonische Grenzführung.

Es erübrigt für diese Verhältnisse im Ost und West Anschluß zu gewinnen. Vielleicht ließen sich die von Paul aus dem Wienerwald (Jahrb. R.A. 1898) geschilderten Profile mit den oben erörterten derart verknüpfen, daß die in ungefähr zwei stehende Synklinalen gefalteten Inoceramenmergel mit meiner Zementmergelgruppe, die dort unterlagernden Mergel, schwarzen Schiefer, grünlichen, oft glasigen Sandsteine meiner Sandsteingruppe, somit entsprechend Fuggers Ansicht der unteren Wiener Sandsteingruppe gleichgesetzt würden; der eozäne, obere (Greifensteiner) Sandstein¹⁰⁾ hätte im Salzburgischen überhaupt kein Flyschäquivalent.

Scheinbar schwieriger gestaltet sich die Verfolgung der Zone nach Westen.

Die Profile am Stallauer Eck (Imkeller, Palaeontogr. 48, 1901) lassen freilich an dem anormalen Kontakt von Flyschzone zu vorgelagertem, engverpreßtem Helvetikum keinen Zweifel und bis zum Ammervorland herrscht im Flysch die oben gekennzeichnete Struktur; auch am Zinken fand Ampferer (Querschnitt, 1911, S. 666) die nordwärts dem Flysch vorgebaute, komprimierte, helvetische Kreide stratigraphisch wie tektonisch selbständig und schon wegen der eng geschlossenen Struktur vom Untergrund abgelöst. Doch vom Grünten an, gegen den in auffälliger Anhäufung Nummulitenschichten gepreßt sind (S. 667), beginnen die Schwierigkeiten. Die in sich mindestens bis zum Lech gleichbleibende Struktur der Flyschzone verbietet die Annahme, als ob im Streichen ein so scharfer Zeitwechsel in der Flyschsedimentation erfolgt sein könnte, wie es die heute noch übliche Gegenüberstellung von Kreideflysch bis sicher zum Lech, Tertiärflysch im Allgäu erforderte.

Erfreulicherweise gehen die jüngsten Untersuchungen von Mylius¹¹⁾ und Ampferer insofern Hand in Hand, als beide von einem queren Verschiebung des Grünten über die Vorarlberger Höhen berichten. Mylius schildert weiterhin an der Linie Maiselstein—Hinnang—Imberg Flysch auf Flysch ruhend mit zwischengeklebten Seewenschichten. Zieht man nun in Betracht, daß im vorderen Flyschzug des Bregenzer Waldes, der tektonisch

¹⁰⁾ der sich offenbar durch neuere Funde von Kreidefossilien (siehe R. Jäger, Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1913, S. 121) immer mehr reduziert.

¹¹⁾ Grenze zwischen Ost- und Westalpen. I. München 1912.

ehrer tiefer wie höher liegt als die helvetische Kreide, Tornquist Nummulitenkalke im Liegenden dieses Flysches fand und Wepfer mittelseenone Mergel über Seewenschichten ausbeutete, so muß in Übereinstimmung mit den vorangestellten tektonischen Ergebnissen von Ampferer und Mylius der Versuch einer Parallelisierung des südbayrischen Flyschzugs mit jenem des vorderen Waldes fallen gelassen werden.

Anderes gilt vom südlichen Zug Oberstdorf—Ludesch. Mylius hat in dieser Zeitschrift 1911 dessen überschiebende Rolle aufgezeigt; hier sind Nummulitenkalke oder obersenone Mergel nicht bekannt, Flysch tritt an relativ gering mächtige Seewenschichten heran, denen zenomanes bis turones Alter zukommen kann. So erscheint es wohl möglich, daß dieser südliche Flyschzug kretazische Glieder miteinschließt, daher stratigraphisch wie tektonisch dem südbayrischen Flyschzug entspricht. Im Einklang steht weiters, daß dieser Zug über Vaduz ins Prätigäu¹²⁾ sich verfolgen läßt, daß hier Lorenz in unter echten, austro-alpinen Schichten liegenden Serien Kreide-flysch (samt Tristelbreccie) feststellte.

Wie immer die Bewertung der zwischen helvetischem Faltenland und austroalpiner Schubmasse eingeschalteten Zone sich schließlich gestalten mag, über die stratigraphisch eigenartige Sonderstellung derselben zwischen echt Helvetisch und echt Austroalpin kann auch Mylius sich nicht hinwegsetzen. In diesem Sinne besteht der Name lepontinisch zu Recht, selbst wenn die angeblich unterscheidbaren Teildecken als Deckenbreccien einer unter sich selbständigen Stellung entkleidet werden.

„Lepontinischer“ Kreide- (und im Allgäu Tertiär?) Flysch und helvetische Kreide sind jedenfalls im wesentlichen voneinander gelöst gefaltet, erst sekundär miteinander verfaultet worden zu einer größeren Einheit, der helveto-lepontinischen Zone, die als Ganzes selbstständig der austroalpiner Decke gegenübersteht.

Der Kontakt von Helvetikum und Molasse ist östlich des Rheins kaum als Deckenkontakt in dem Sinne zu bezeichnen, als ob irgendwo eine bedeutende Überlagerung des ersteren auf die zweite festzustellen wäre. Wenn auch sicherlich durch Anpressung der Alpen ein Abstau der südlichst gelegenen Molassezone vom Untergrund erfolgte (Ampferer, l. c., S. 666), so sprechen doch alle Einzelbeobachtungen

¹²⁾ Paulcke rechnet die Prätigäudecke mit der Bündnerschieferdecke als unter die Klippendecke eingeschaltet zur lepontinischen Reihe.

(Schlosser,¹³⁾ Fugger¹⁴⁾ dagegen, als ob etwa das Verschwinden der oligozänen Molassewellen östlich Traunsteins durch größere Deckenförderung der helveto-lepontinischen Zone erzielt wäre. Die schon gleich östlich des Inns fühlbare Verarmung dieser südlichsten Molassezone ist primär, das Molassestreichen südlich Traunsteins gedreht, die Aufrichtung des südlichsten miozänen Streifens von Laufen nicht kräftiger, wie jene des Flnzes an der Isar südlich Ascholding. Gerade das Profil Fuggers vom Wachtberg bei Laufen (l. c. 1899) führt unwillkürlich zur Anschauung, als ob eher an Unterschiebung als an Deckenüberlagerung gedacht werden könnte.

Trotz manch äußerer Ähnlichkeit muß die Bedeutung der südlichen Grenzfläche gegen die austroalpine Decke eine wesentlich verschiedene sein. Zu Recht haben ostalpine Beobachter immer wieder auf gewisse Beziehungen zwischen Flyschzone und inneralpinem Kreideflysch hingewiesen; aber zwei ganz getrennte Gebiete liefern die Anknüpfungspunkte. Einmal hat neben anderen besonders nachdrücklich Geyer aus dem Bergland zwischen österreichischer Traun und Enns eine so innige Verwandtschaft der postzenomanen Ablagerungen diesseits und jenseits der austroalpinen Grenze kennen gelehrt, daß hier an eine namhafte nachkretazische Annäherung von Lepontinisch und Austroalpin kaum zu denken ist angesichts der natürlichen Forderung, daß derartig grobe marine Sedimente, wie sie aus Blatt Weyer und Kirchdorf bekannt wurden, quer zum Zonenstreichen ursprünglich nicht allzu flächenhaft verstreut sein konnten. Als das andere inneralpine Gebiet reich an Kreideflysch haben sich Allgäuer und Lechtaler Alpen bis ins Rhätikon erwiesen, nach Haniel und Mylius (München 1912) mit einer Folge von (unten) mächtiger, konglomeratischer Gosau, oder flyschähnlichen Sandsteinen, Kieselkalken und Fukoidenmergeln, darauf grauen oder roten Nierentaler (Seewen-) schichten; stellenweise nochmals Flysch (wohl des obersten Senons).

Zwischen den beiden genannten Alpengegenden ist aber in den südbayrischen Bergen viel weniger von solchen Beziehungen bekannt. Im Inntal hat Schlosser¹⁵⁾ fossil-

¹³⁾ Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1893.

¹⁴⁾ Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1899.

¹⁵⁾ Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1909.

reiche, bathyale Ammonitenmergel des Zenomans und Untersemons bis in die Gegend von Fischbach hinaus 3 km vom kalkalpinen Rand verfolgt; und in dem Salzburgerischen Gebiet beweisen die wenigen Meter flyschähnlicher Gesteine, die in Glanecker und Nierentaler Schichten eingelagert sich finden, gegenüber der 1000 m übersteigenden Flyschmächtigkeit im lepontinischen Streif so viel, daß hier eine ganz erhebliche Annäherung von Lepontinisch und Kalkalpin erfolgt sein muß.

Unter dem Gesichtspunkte der Forderung geringstmöglicher Förderweite müßte entsprechend dem zurückspringenden Verlauf der flyschtragenden Kalkketten im Vorarlberg eine von SO her wirksame, nachkretazische Vorbewegung gedacht werden, wobei freilich auch die primäre Grenzlinie der Flysch- und Gosausedimentation einen wellig verbogenen, die heutige tektonische Grenze der Kalkalpen schräg schneidenden Verlauf hätte haben können.

Gegenüber der Unabweisbarkeit dieser Überlegungen hilft die am Fürberg südlich Traunsteins (Böhms Profil, Paläontographica 1891) und in Linie Salzburg—Mondsee als saiger zu vermutende Lage der Grenzfläche von Flyschzone zu Kalkalpen nur die sekundären Verstellungsbewegungen kennen lernen, welche die Schubflächen so häufig auch in den südbayerischen Alpen betroffen haben. Doch hat v. Pia (Jahrb. R.-A. 1912) zwischen Attersee und Aurachklause den überschiebenden Charakter des austroalpinen Randes beleuchtet und Ähnliches wird bei der Untersuchung des Kontaktes am Stauffen nicht ausgeschlossen sein.

So freudig es zu begrüßen ist, daß K o b e r und H e r i t s c h bei ihrer letzthin erfolgten Anerkennung kretazischer Gebirgsbewegungen auf ostalpinen Tatsachenmaterial zurückgriffen, das allerdings mit stets gleich überzeugender Wucht seit E m m r i c h, E h r l i c h, M o j s i s o v i c s u. a. zur Beachtung aufforderte, so warnt es doch vor übereiligen Schlüssen, wenn man beide zu sehr widersprechenden Ansichten kommen sieht, trotz des Ausgehens von gleichen und durchaus richtigen Grundgedanken. K o b e r läßt ja die lepontinische Überdeckung kretazisch, die innerostalpinen Verschiebungen tertiär, H e r i t s c h die letzteren kretazisch, die ersteren postoligozän verlaufen. Es haben aber offenbar beide insoferne recht, als entsprechend

der von Kober gewürdigten Gründe die oben berührten Beziehungen zwischen Helveto-lepontinisch und Austroalpin stellenweise so innige sind, daß unmöglich eine breite Zone ohne entsprechende Ablagerung zwischengeschaltet gedacht werden kann, die durch nachkretazischen Fernschub erst unterdrückt wäre. Andererseits ist es, wie oben dargelegt wurde, entsprechend den Ansichten von Heritsch doch im Tertiär zu einer nicht unerheblichen Annäherung beider Zonen gekommen. Ob aber im Sinne der heutigen deckentheoretischen Anschauung es nötig ist, vorgosauisch eine gewaltsame, von fernher vollzogene Aneinanderstoßung von Austroalpin und jenem Gebiet, das in der Folge die Sedimente der Flyschzone aufgeladen bekam, anzunehmen, oder ob es bei den hier skizzierten Bewegungen überhaupt sein Bewenden hat, welche letztere allein die Analyse des zu behandelnden Alpengebietes erfordert, das scheidet, da von der Beurteilung zentralalpiner Verhältnisse abhängig, hier von vornherein aus.

Die Sedimente der nördlich des heutigen austroalpinen Randes gelegenen Zonen blieben jedenfalls bis ins Alttertiär ungefaltet. Nimmt doch innerhalb der einzelnen austroalpinen Schuppen die Diskordanz von Zenoman und Gosau von Nord nach Süd, von unten nach oben zu, während beide in der nördlichsten, tiefbajuvarischen Zone fast ohne augenfällige Diskordanz älterer Kreide oder oberem Jura auflagern. Das rasche Abklingen der kretazischen Faltung gegen Nord kennzeichnet diese als innerostalpines Ereignis.

Die bisherigen Betrachtungen ließen eine Gruppe auffälliger Störungen unberücksichtigt, auf die zuerst aufmerksam gemacht zu haben, Nowak das Verdienst hat. Er bemerkte die großen Höhenunterschiede der Ausstriche tektonischer Flächen und Achsen innerhalb der helveto-lepontinischen Zone und glaubte dies auf Elevationen (Kressenberg, Mattsee) und Versenkung (Salzburger Becken) zurückführen zu können.

Schon der Versuch, die Hebungssache von Kressenberg ins kalkalpine Gebiet zu verfolgen, stößt jedoch auf ernste Schwierigkeiten; beginnt ja gerade in der Strecke Kressenberg-Reichenhall die Unterdrückung der bajuvarischen Zone durch Versenkung unter die tirolische Schubmasse eine vollkommene zu werden, und von hier an senkt sich der Ausstrich der tirolischen Gleitbahn (im Kaiser an der Naunspitz noch auf über 950 m, im Rauschberg auf 900 m, im Hölleugebirg wiederum auf 900 m) ununter-

brochen herab, um im Schnitt der sogenannten Elevation von Mattsee seine tiefste Lage mit 680 m nördlich Fuschlsee, mit 500 m bei Haltestelle Plombenberg am Mondsee zu erreichen.

Auch innerhalb der Flyschzone ergeben sich gewichtige Bedenken gegen die Nowaksche Auffassung. Am Höglberg lassen sich noch die beiden großen stratigraphischen Gruppen des Flysches erkennen; einzelne Hügel mit Sandsteinaufschlüssen (so bei Zollamt Walserberg, bei Lieferung) führen hinüber in das Flyschgebiet östlich der Salzach und hier finden wir bei genauer Sichtung des reichen Fuggerschen Beobachtungsmaterials (Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1899) am Rand des sogenannten Salzburger Einbruchsbeckens nicht etwa einer Absenkung der Muldenachsen entsprechend die muldenfüllende Zementmergelgruppe herrschend, vielmehr gehören mindestens vier Fünftel des gesamten Flysches den höher herausgehobenen und so verbreiterten Sattelzonen der liegenden Sandsteingruppe an. Dies ist nicht leicht zu mißdeuten, nachdem weiter im Osten, besonders von der Traun an, die Inoceramenmergel im Flysch wiederum reichlich entwickelt sind. In diesen Verhältnissen liegt zugleich die Erklärung, warum ein so uner müdlicher Detailforscher, wie Fugger, trotz heißer Bemühungen zur Ansicht kam, der „Muntigler“, d. h. der gesamte Salzburger Flysch sei „einheitlich“ und nicht weiter horizontierbar!

Damit läßt sich ein weiterer, von Nowak nicht beachteter Charakterzug unserer Flyschzone in einfache Beziehung setzen. Fugger hat bis ins Einzelne auffällige, doch gleichgeartete Störungen im Schichtenstreichen beschrieben. Während das normale Streichen nur etwa 15—20° von O—W abweicht, herrscht stellenweise plötzlich N 15—30° O oder N 15—30° W bis N—S streichen und in gutem Aufschlußfelde läßt sich solch jäher Streichwechsel zu Streichkurven mit auffallend kurzen Radien zusammensetzen. Als besonders charakteristisch sei auf Fuggers (1899) Figur 5 (Dachlochgraben nördlich Heuberg), Figur 1 und S. 290 (Plainberg mit Kurve an Straße Itzling—Kasern) und S. 372 (Götzbergergraben), östlich des Mondsees auf Kartenfigur 1 (Fugger, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1903) hingewiesen. Trägt man sich die von Fugger beschriebenen Störungsstellen auf die Karte 1:75.000 ein, so sieht man dieselben regional zu gewissen Störungsmaxima gehäuft, die zumeist eine nord-südliche, das Zonenstreichen querende Richtung einhalten. Solche Maxima treten auf der Südostseite des Höglbergs bei Bichler, in Linie Anthering—Fürwag, Kasern—Radeck—Lengfelden—Ehrenbach, Anzerberg—Kirchberg—Fuchsdorf u. w. auf. Versucht man auf Fuggers Karte, Tafel 13 (1899), die dortselbst unterbrochen eingetragenen Faltenachsen entsprechend eines von Fugger selbst gebilligten Gedankengangs derart zu verbinden, daß der nördliche Zug der Antiklinalregion von Maria Plain mit der Henndorf—Zeller Antiklinale, die Heubergsynklinale mit der Kolomannsbearg synklinale usf. zusammenfällt, so ergibt sich die Anwesenheit kräftiger Faltenkniee und zugleich das Zusammenfallen der letzteren mit den Störungsmaxima.

Als Ursache dieser Störungen könnte im Einklang mit den Erfahrungen am südbayerischen Flyschrand zunächst ungleich vordringende Faltungskraft von Süd,

oder aber Ausklang von kalkalpinen Diagonalstörungen gedacht werden. Beides erweist sich als untunlich, da dem besonders auffälligen Knie und Störungsmaximum in der Gegend von Eugendorf—Anzerberg—Fuchsdorf die vollkommen ungebrochene, genau OW verlaufende kalkalpine Grenze von Salzburg—Mondsee gegenübersteht.

Es bleibt nur übrig, die Verstellung des Normalstreichens der Flyschzone als sekundär durch *querfaltende Kräfte* hervorgerufen zu deuten, gegen deren lokal einsetzenden und lokal wirksamen Druck die bereits faltungsverstarrten Gesteine sich in unruhiger Einbeugung senkrecht zu stellen suchten.

Unter diesem Gesichtspunkte bedeuten die „Elevationszone“ von Mattsee und das „Einbruchsbecken“ von Salzburg nicht vertikal auseinander gezogene Gebiete, der unvermittelte Abfall der Salzburger Flyschberge gegen die Salzach stellt vielmehr den Überquellungsrand einer von Ost her quergefalteten und vorgetriebenen Masse dar.

Solche Deutung findet nicht nur ausgezeichnete Bestätigung in der Analyse des kalkalpinen Gebirges zwischen Golling und Salzburg; wir vermögen auch schon in der Flyschzone Analoga zur Seite zu stellen.

Während im allgemeinen die senonen und eozänen Schichten südlich Traunsteins dem WSW—ONO streichenden Flyschnordrand mit annähernd parallelem Eigenstreichen sich anschmiegen, sind dieselben beiderseits der roten Traun¹⁹⁾ in höchst auffälliger Weise jeweils gegen Süd umgebogen, so daß stellenweise (Kachelstein, Neukirchen) fast nord-südliches Streichen eintritt, eng benachbarte Schollenstreifen dabei fast senkrecht gegen einander streichen (zwischen Katzenloch und Wollberggraben). Dies ist nicht etwa nur auf Rechnung der Flyschüberschiebung zu setzen, nachdem ja die vorgelagerten und gedrehten helvetischen Schuppenstreifen durchaus steiles Einfallen (50 bis 75°) aufweisen. Wollte man diese Eigentümlichkeit der Deckenbildung zuschreiben, so müßte an eine aufschürfende Tätigkeit zweier primär getrennter Flyschstirnklappen gedacht werden, eine gewiß wenig verlockende Erklärung, zumal weder westlich am Fürberg, noch östlich am Teisenberg ähnliches bekannt ist.

Auch hier scheint mir die Annahme derselben, von Osten her wirkenden, sekundär verzerrenden Querbewegung weitaus die einfachste Deutung zu geben.

Als dritte Stelle mag nochmals auf die Linie Immenstatt—Oberstdorf verwiesen werden, längs welcher Ampferer und Mylius von verschied-

¹⁹⁾ Vergleiche die Karte von O. M. Reis, Geogn. Jahrb. 1894.

denen Gesichtspunkten ausgehend einen Querverschub mit stark O-Wlicher Komponente und Schollenförderung bis knapp über die Molassegrenze gefunden haben.

Damit ist aber dargetan, daß die ostwestliche Bewegungsphase, deren Auswirkung in unserem Alpenteil bisher nur innerhalb der kalkalpinen Zone bekannt war, auch kräftigst in die bereits vorher verschweißte, helveto-lepontinische Zone eingreift, ein Ergebnis erheblicher Tragweite, auf das im II. Teil dieser Abhandlung zurückzukommen sein wird.

Hier gilt es, die Bewegung zeitlich möglichst enge einzuschließen.

Wie S. 248 abgeleitet wurde, muß der austroalpine Deckenvorstoß, abgesehen von einer hypothetischen präzenomanen Annäherung, postkretazisch und wie Heritsch mit Recht aus den Lagerungsverhältnissen des Wiener Jungtertiärs schließt, vormiozän sein. Nachdem Obereozän in tektonischer Konkordanz der helvetischen Zone einverleibt ist, muß zum mindesten jene Gebirgsphase, welche die Verschuppung der helvetischen Zone hervorrief, posteozän sein; als etwa oberoligozän bezeichnet sie Kober und gleiches Alter leitet auch Rothpletz auf anderen Wegen ab. Jünger als beide Bewegungen, jünger als die Verschweißung von Lepontinisch und Helvetisch haben wir die ostwestliche Phase oben skizziert; sie ist also frühestens im späten Oligozän eingetreten.

Unsicherer gestaltet sich die zeitliche Abgrenzung der einzelnen Bewegungen nach oben. Im südlichen Oberbayern sehen wir obermiozäne Süßwassermolasse vom Untergrund abgeschürft und steil aufgebogen und gleiches hat Fugger an der Salzach bei Laufen festgestellt; jüngere Schichten sind nicht mehr in den alpinen Faltungsakt einbezogen; wir werden also mit Tornquist¹⁷⁾ und Heritsch die Molassefaltung als jüngstmiozän gelten lassen müssen. Die Falten der Molasse zeichnen sich durch modellartige Gleichmäßigkeit der Ausbildung im Streichen aus und lassen sich mit dem in der Flyschzone herrschenden Faltengewirr gar nicht vergleichen; trotzdem ausgedehnte Kohlenfelder befahren wurden, ist von jähem

¹⁷⁾ N. J. f. Min. 1908. I. S. 63.

Streichwechsel oder Faltenknien nichts bekannt geworden; selbst vertikale Quersprünge treten durchaus zurück. Die Regelmäßigkeit dieses Baues ist nur unter der Voraussetzung denkbar, daß hier quergerichtete Kräfte niemals einwirken konnten, daß die ostwestliche Phase vor der Molasseanfaltung sich bereits erschöpft hatte.

Zwei an und für sich unbedeutende Beobachtungen mahnen zur Vorsicht vor endgültigem Entscheid. Bei Sonthofen sind an jener erwähnten, durch querfaltende Kräfte erzeugten Linie Kreide und Alttertiär über Molasse gefördert worden; zum anderen beschreibt, was wichtiger scheinen könnte, Fugger an einer Stelle östlich Laufens doch Ablenkung im Streichen des miozänen Tegels zu N 15 bis 45° O nahe der helvetischen Grenze. Immerhin möchten diese zu unbedeutenden, und doch wohl auf lokale Verhältnisse zurückführbaren Störungen jene Reihe entgegenstehender Beobachtungen nicht erschüttern, die für die ostwestliche Phase jüngstoligozänes Alter erheischen.

Ergebnisse aus der helveto-lepontinischen Zone.

Der behandelte Flysch ist eine Fazies der oberen Kreide (samt Nierentaler Schichten) ohne tertiäre Beimischung. Der Flyschzug ist einheitlich von Oberösterreich bis zum Allgäu, wo er mit dem südlichen Vorarlberger und dem Prätigäuer Flysch sich verknüpft. Der Flysch, ein lepontinisches Äquivalent, ist tektonisch als Ganzes ohne weitere stratigraphische Glieder bewegt worden und vorgeschoben über eine helvetische Zone, der auch die Nierentaler im sogenannten „liegenden Schenkel der Flyschdecke“ zugehören. Sekundäre Verfaltung und Verpressung von Lepontinisch und Helvetisch schuf aus beiden eine Zone höherer Ordnung, die nur als Blockmasse noch beweglich war. Eine Annäherung der kalkalpinen an die Voralpenzone muß postkretazisch und vermutlich auch post-eozän erfolgt sein. Zwischen letzterer Bewegung und dem jungmiozänen Molassestau schaltet sich die frühestens oberoligozäne, gegen West gerichtete Querfaltung ein, die auch innerhalb der helveto-lepontinischen Zone Faltenkörper entstehen ließ.

II. Die bajuvarische Zone.

Es sei jener Massenteil der nördlichen Kalkalpen bajuvarisch¹⁸⁾ genannt, der zwischen Flyschgrenze einerseits, nördlich der tirolischen Linie (siehe nächstes Kapitel) und unter der tirolischen Masse anderseits liegt.

Dieser Begriff deckt sich nur zu einem Teil mit Kobers voralpin. Ich finde aus folgenden Erwägungen heraus letztere Bezeichnung hier nicht anwendefähig: 1. vermengt Kober, soweit dies die Kartenskizzen erkennen lassen, ganz ähnlich wie Haug zwei scharf getrennte Einheiten; 2. ist lange vor Kober, seit Emmrichs Zeiten die Bezeichnung voralpin (= sub- oder vorderalpin) allgemein für helveto-lepontinische Gesteine, wo nicht inklusive der oligozänen Molasse gebraucht worden¹⁹⁾; subalpin nennt Geyer noch 1911 die Zone der Gesteine des Pechgrabens samt Grestener Schichten; 3. präalpin heißt in den Westalpen bekanntlich wieder eine andere tektonische Einheit; 4. scheint es mir ein morphographisches Bedürfnis, solch geographische Bezeichnungen nicht durch Unterlegung eines damit disharmonischen, tektonischen Sinns doppeldeutig werden zu lassen; der von Kober vorgeschlagene Gebrauch würde dazu zwingen, die gesamten tirolischen Kalkhochalpen mit Höhen bis zu 3000 m voralpin, die im Durchschnitt weit niederen Kalkstöcke der östlichen Nordalpen hochalpin zu nennen.

Gegen die naheliegende Bezeichnung bayrisch ist einzuwenden: 1. daß sie leider bereits Haug für ein Gebiet verwandte, das einer anderen großen Einheit angehört; 2. daß sie zum mindesten seit Böses klarer Definition von 1898 ein Faziesbegriff der alpinen Trias ist, der sich nicht auf eine tektonische Einheit beschränkt; fazielle und tektonische Begriffe dürfen keinesfalls durcheinander geworfen werden.

Bajuvarisch war von Mojsisovics 1895 (Sitzungsber. der kais. Akademie der Wissensch. Wien, Bd. CIV) als Überordnung der Stufen Rhätisch und Norisch eingeführt worden; die damit vorgeschlagene Verteilung der Trias hat kaum irgendwo seither Anhänger gefunden, so daß die für die betreffende Zone so außerordentlich passende Bezeichnung wohl unbedenklich verwendbar erscheint.

Die der bajuvarischen Zone obertags angehörig Gebiete sind innerhalb des zu behandelnden Alpenteils so schmal, unzusammenhängend und doch voll baulicher Verwicklung, daß es ohne Anlehnung an die weit besser erschlossenen Äquivalente im West und Ost unmöglich wäre, zu einer Würdigung der tatsächlichen Bedeutung dieser Zone zu gelangen. Es wird deshalb hier die vornehmlichste Aufgabe sein, die getrennten Reste der Zone von Ort zu Ort aneinanderzufügen, um so

¹⁸⁾ Hahn, Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1912, S. 338.

¹⁹⁾ Diesen Einwand hat auch Wilckens (Zentralbl. f. Min., 1913, S. 435) erhoben.

einem Vergleich des bayrischen und niederösterreichischen Teils vorzuarbeiten.

Es war das Ergebnis meines Versuches einer modernen Analyse des Baues in den südbayrischen Kalkalpen,²⁰⁾ daß zwei tektonische Untereinheiten über das ganze Gebiet zu verfolgen waren, die sich mit jenen, am westlichen Nordalpenrand als Allgäuer und Lechtaler Schubmasse bekannten Einheiten vereinigen ließen. Es stellte sich ferner heraus, daß zu dem deckenförmigen Lagerungsverhältnis gewisse fazielle und stratigraphische Eigentümlichkeiten hinzukommen, die wenn auch nicht vollkommen verläßlich, doch immerhin Winke für die Unterscheidung der Zonen an die Hand geben können. Für die tiefbajuvarische Masse fanden wir als charakteristisch eine unverkennbare stratigraphische Verarmung, die sich sowohl in Mächtigkeitsabnahme der triadischen Glieder als auch in dem zumeist eintönig bathyalen Charakter des tieferen Juras kundtat. Dann ist die gewöhnlich nur diskordante Lagerung der übergreifenden mittel- und oberkretazischen Gesteine bemerkenswert. Dagegen ist die hochbajuvarische Masse durch Anschwellen seiner triadischen Sedimente, durch hemi- oder eupelagischen Charakter seiner jurassischen Glieder, durch stark diskordante Lagerung der nachbarrëmen Kreide ausgezeichnet.

Kober hat in Ausarbeitung der grundlegenden Arbeiten Bittners und Geyers in den österreichischen Kalkalpen gleichfalls zwei Untereinheiten trennen können, die mit meiner Einteilung zu vergleichen sind. Seine tiefere, ebenso am austroalpinen Saum gelegene „Frankenfelsener Decke“ hat bunte Schieferlagen im Hauptdolomit, keine Plattenkalke, Sandsteine, Mergel und Arkosen (vgl. die grauen Lamellibranchiatenkalke von Lias α (im unteren, Fleckenmergel im mittleren und oberen Lias und Dogger; Aptychenschiefer und Radiolarit gegen die Neokomgrenze. Diese Schilderung paßt fast wörtlich auf die tiefbajuvarische Zone Südbayerns; und hier wie dort ist untere und mittlere Trias nicht bekannt, tektonisch unterdrückt; die jüngere Kreide liegt zudem um Losenstein, nördlich Groß-Raming und Waidhofen meist mit geringer Diskordanz auf Neokom und Jura.

²⁰⁾ Hahn, Geolog. Rundschau 1914.

Kobers „Lunzer Decke“²¹⁾ ist freilich nicht so leicht mit einer westlicheren Einheit zur Übereinstimmung zu bringen, da im Streichen die Grenzen zweier nordalpiner Faziesbezirke (des oberbayerischen und niederösterreichischen) überschritten werden müssen. Immerhin finden wir Muschelkalk, Partnachschichten, reichlich entwickeltes Karnikum, sehr mächtigen Hauptdolomit und mäßig starken Plattenkalk, auch oberrhätischen Kalk in der hochbajuvarischen Masse wieder, hier freilich von mäßig mächtigem Wettersteinkalk, im Lunzer Bezirk von Reiflinger Knollenkalken begleitet. Gegenüber der südlich und höher folgenden tirolischen Masse gibt das Zurücktreten der Salzburger Rhätfazies, das Fehlen mächtiger norischer Dachsteinkalke und mächtiger karnischer Dolomite, die immer noch relativ geringe Mächtigkeit des ladinischen Niveaus gute negative Merkmale im West und Ost. Auch Kalkzunahme im unteren Jura, eher mittel- als höchstjurassischen Radiolarit, mächtige Vilserkalke, stark diskordant gelagerte, fossilführende Gosaukreide sehen wir gemeinsam auftreten. Ziehen wir noch in Betracht, daß beide Teileinheiten im Süden von der lückenlos von West nach Ost zu verfolgenden tirolischen Linie abgegrenzt werden, so dürfte heute schon mit einem gewissen Recht die tiefbajuvarische Masse (= Allgäuer Decke) als Äquivalent der Frankenfelsler, die hochbajuvarische (= Lechtaler) als solches der Lunzer (Gaming) Decke zu betrachten sein.

Eine solche Gleichstellung muß ihre Bestätigung in der näheren Durchforschung der bajuvarischen Reste der Salzburger und oberösterreichischen Alpen finden.

a) Westlich der Salzach.

Im Westen einsetzend treffen wir in einem Querprofil westlich der bayrischen Traun noch vier deutliche, tektonisch unmrissene Schollenstreifen in der bajuvarischen Zone. Dem karnischen Raubwackenzug Engelstein—Einfang—Zwickling ist eng verpreßt ein Band von Hauptdolomit, Kössener und Liasfleckenmergel (mit dem altbekannten Fundplatz Maximilianshütte)

²¹⁾ Diese Bezeichnung halte ich für nicht glücklich, nachdem seit langem „Lunzer“ Fazies ein feststehender Begriff ist (cf. Böse 1898), der naturgemäß mit der Lunzer Decke nicht vollkommen übereinstimmt. Da das Blatt Gaming-Mariazell auch sonst für die Namengebung benutzt wurde und Gaming inmitten der Lunzer Decke liegt, wäre es vielleicht vorzuziehen, die Lunzer Decke in Gaming Decke umzutauften.

vorgelagert mit einer schwächtigen Einschaltung unterliassischen Hierlatzkalks. Südlich des Rauhwaackenzugs beginnt als weniger komprimierte Halbmulde der Zug von Gleichenberg—Haargaß—Westerberg mit mächtigerem Hauptdolomit, etwas Plattenkalk, Kössenern, tiefstliassischem Lamellibranchiatenkalk (Wundergraben), Fleckenmergeln und Kieselkalken, endlich roten Ammonitenkalken, Radiolarit und Aptychenschichten, teilweise Neokom oder mächtigem, lagenweise flyschartigem Zenoman. Ein dritter, breit ausladender Streif setzt, an seiner Schubfläche bis auf Wettersteinkalk (nach Gumbel), sicher auf gipsreiches Karnikum binabgreifend, mit der Gipfelmasse des Hochfells²³⁾ ein und ist durch mächtigere Plattenkalke, kieseligen Lias α_1 — α_3 , mächtige Vilscherkrinoidenkalke und Haselbergmarmore der Acanthisonzone, fossilreiche, neokome Mergel und übergreifendes, ammonitenführendes Zenoman charakterisiert. Ein vierter Streif endlich bringt am Sulzgrabenkopf, Eisen- und Unternberg über Hauptdolomit, bunte Rhätikalke, teilweise kieseligen Ammonitenkalken des Lias, Radiolarit bis Neokom ansteigend in die Audorf—Wessener Mulde, die in Strecke Reit i. W.—Wessen noch vollständig, gegen die Traun obertags auf den stark gestörten Nordflügel reduziert wurde. Südlich stößt man ohne Äquivalent des mächtigen Hauptdolomitzugs Wallgau—Achenpaß—Schinder—Trainsjoch, ohne ein solches der gewaltigen Karwendelmuldenschlänge auf die tirolischen Mauern, die in einer Linie vom Guffert und Zahnen Kaiser über Kienberg zur Gschößwand an der Traun streichen.

Diese vier skizzierten Streifen liegen nicht nur in nördlicher Folge nebeneinander von steilen Trennungsflächen begrenzt, verschiedenerorts, besonders deutlich am Unterberg, ist die Überschiebungslage des jeweils südlicheren auf den nördlicheren Zug auch jetzt noch festzustellen. Während Zug 1 sicher noch als tiefbajuvarisch, Zug 3 und 4 als hochbajuvarisch anzusprechen ist, erscheint es für den mit faziesvermittelnden Gliedern ausgestatteten Zug 2 heute noch zu unsicher, über die Zuteilung zu diesem oder jenem entscheiden zu wollen; die kartistische Verfolgung der hochbajuvarischen Grenzlinie von der Aschauer Hofalpe nach Ost wird aber auch diese Frage mit leichter Mühe beantworten.

Diese vier Züge weisen eigenartige Streichrichtungen auf. Zug 4 streicht ziemlich regelmäßig ONO und stößt unter sehr spitzem Winkel auf die tirolische Linie, geradezu als ob an dieser geschleift. Zug 3 streicht O—W, um sich östlich des Hochfells der ost-südöstlichen Richtung zu nähern und unter 4 zu verschwinden. Zug 2 streicht östlich Marquartstein entschieden ONO, lenkt aber dann im Bogen über O—W nach OSO

²³⁾ J. Böhm, Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges., 62, 1910, Monatsh. S. 717.

zur Traun um. Einer strahlenförmigen Ausbreitung innerhalb der Hochgern-Hochfellingipfel steht Bündelung im Ost gegenüber.

Dieses Merkmal zeichnet allein die bajuvarische Zone aus und weder das Alpenvorland noch die südlich angrenzende tirolische Masse zeigt sich davon berührt; es hebt die tektonische Selbständigkeit der bajuvarischen Zone hervor; das Gegenstück hiezu finden wir an der östlichen Seite des tirolischen Bogens bei Micheldorf.

Östlich der bayrischen Traun²⁸⁾ beginnt die für die Salzburger Alpen eigentümliche Kompression der bajuvarischen Zone überraschend schnell. (Vgl. Textfigur 2, S. 269.) 9 km erschlossene Breite besitzt sie noch in Linie Maxhütte—Kienberg, etwa 5 km mißt man östlich der weißen Traun, kaum mehr 500 m östlich Inzell. Flyschgrenze und bajuvarische Zone haben dabei hier fast paralleles Streichen nach OSO; nur der tiefbajuvarische Streif kann östlich der Traun der Flyschzone einstmals aufgeschoben und heute erodiert gedacht werden. Zug 2 bewahrt im Zellerberg seine faziellen Eigenheiten, wie spärlichsten Plattenkalk, kalkarmes Rhät, kieselige Liasfleckenkalke, eine nur 2 m starke Einschaltung von Vilserskrinoidenkalk, eine gleichfalls dünne Lage von Acanthicusalkalk, fossilarmes Zenoman auf Neokom. Zug 3 ist äußerst charakteristisch mit Hornsteinlias und mächtigen Dogger-Krinoidenkalken am Taubensee erschlossen. Zug 4 überschreitet obertags nicht mehr die weiße Traun.

Zug 3 fällt mit der Fazies der hochbajuvarischen Randmulde unter die tirolische Masse der Kammerker und des Rauschberges ein trotz eines Gebietsausfalles, der einer Entfernung Benediktenwand—Karwendelspitz entspricht, ohne daß fazielle Andeutungen auf primären Zonenverlust (durch Auskeilen von Falten usf.) vorhanden wären; es bleibt nur übrig, das gesamte bajuvarische Zwischengebirge unter der Rauschbergmasse liegend zu denken. Die Zufallslage der hier Vorzug 3 und das tirolische Gebiet heute trennenden Fläche kann regionalen Erwägungen gegenüber nicht ins Feld geführt werden, nachdem sie ja gerade hier im Streichen raschesten Änderungen unterworfen ist (unter der Gschößwand saiger, östlich steil süd-fallend usf.).

Wir haben 100 km ostwärts zu wandern, um jenseits des tirolischen Bogens die vermißten Glieder mit gleicher Fazies wieder ans Tageslicht kommen zu sehen.

²⁸⁾ H. Arlt. Mitteil. d. Geogr. Gesell. München VI, 4, 1911.

Östlich Inzell ist es E. Hagen²⁴⁾ gelungen, beim Hausmanngut fossilreiche Vilserkalke in einem schmalen Jurazug nebst etwas Hauptdolomit und rhätischem Kalk (Schubrest von Streif 4?) nachzuweisen (vgl. Textfigur 3, S. 270). Faziiell gehören die dem Hauptdolomit vorgelagerten Juragesteine zur hochbajuvarischen Randmulde und eben zu dieser muß auch zweifellos der durch G ü m b e l²⁵⁾ bekannt gewordene Vilserkalk von Stauffeneck gerechnet werden. Wir hatten aber die letzten mit der westlicheren Randmulde in einigermaßen normalem Zusammenhang stehenden Vilserkalke am Taubensee bei südöstlichem Streichen verlassen; wir finden die Fortsetzung im Ost 2½ km zu weit nördlich, ohne daß an der geradlinig fortsetzenden Flyschgrenze und tirolischen Linie eine Diagonaltörung kenntlich wäre. Die dem Stauffen angepreßten Vilserkalke liegen in dem Gebiet, das eigentlich dem Streichen gemäß tiefbajuvarische Fazies haben müßte. Dies führt im Verein mit dem minutiösen Schuppenbau der Klemmstreifen zum Schluß, daß wir hier nicht mehr normale Glieder der hochbajuvarischen Mulde, sondern vom Untergrund abgehobene und weit über tiefbajuvarisches Gebiet verfrachtete Schuppenkeile vor uns haben.

Am Frillensee dringt der tirolische Vorstoß mit vollständiger Überwältigung der in die Tiefe hinabgedrückten bajuvarischen Zone bis über Flysch vor.

In nächster Nähe des Vilserkalks von Stauffeneck liegt fossilreiches, korallenhaltiges Eozän des Reichenhaller Beckens, das über den tirolischen Rand einst bis zur Flyschgrenze vordrang, an dieser aber scharf und unvermittelt abschneidet.

Mit ost-südöstlichem Streichen ist die Zone 2 des Zellerbergs unter den Rauschberg versunken; denken wir uns das gleiche Streichen unter der tirolischen Deckmasse nach SO verfolgt, so gelangen wir ins Reichenhaller Becken. Von dessen westlichstem Winkel beschreibt K r a u ß²⁶⁾ (S. 129) eine Serie von Kössener Kalk, von grauem Lammellibranchiaten-

²⁴⁾ Ich möchte es nicht versäumen, Herrn Generalmajor Hagen für die liebenswürdige Bereitwilligkeit, mir einige Ergebnisse seiner Aufnahme des Stauffengebiets zu übermitteln, auch an dieser Stelle meinen Dank zum Ausdruck zu bringen.

²⁵⁾ Sitzungsber. d. Akademie d. Wissensch. München, 1866, II, S. 180.

²⁶⁾ Geologische Aufnahme des Gebietes zwischen Reichenhall und Melleck. Geogn. Jahrb. 26, 1913, S. 105.

Kalk und hornsteinreichen Fleckenkalken in Verbindung mit Krinoidenkalk und flasrigen roten Kalken und Manganschiefern des Lias, und schließlich von Radiolarit. Die liassischen Gesteine besitzen nun merkwürdigerweise, wie ich mich bei Besichtigung im Frühjahr 1910 überzeugte, keine Ähnlichkeit mit Gesteinen der Unkenbachmulde, desto größere mit jenen der Ruhpoldingener Gegend. Ein Schluß auf ein bajuvarisches Fenster läge somit nicht allzufern, zumal im West eine scharfe tektonische Trennungslinie das tirolische Gebiet abschneidet, im Nord und Ost jedoch die tirolische Serie mit ihren Basalgliedern (Muschelkalk und Wettersteinkalk) einsetzt. Immerhin ist zuviel von kretazischem und diluvialem Schutt vorhanden, um zu einer Entscheidung gelangen zu können; auch eine gewisse Ähnlichkeit des erwähnten Lias mit jenem vom Glasenbach südöstlich Salzburgs scheint der versuchten Deutung zu widersprechen.

b) Östlich der Salzach.

Daß die ganze Osthorngruppe zur tirolischen Deckmasse gehört, wird im folgenden Kapitel ausführlich zu beweisen sein.

Von Stauffeneck bis Haltestelle Plomberg am Mondsee, in einer Erstreckung von 36 km ist tirolisches Gebiet gegen Flysch mit vollständiger Überdeckung der bajuvarischen Zone vorgestoßen.

Die neokomen Mergel von Plomberg und Burgau geben nur durch ihre Lage die Zugehörigkeit zur behandelten Zone im allgemeinen zu erkennen.

Weit günstiger steht es mit der durch J. v. Pia²⁷⁾ untersuchten Langbathscholle.

Mächtiger Plattenkalk, Hierlatzkalk, dichte rote Ammonitenkalk des oberen Juras (z. t. = Haselbergmarmor) in Verbindung mit Radiolariten, knollige rote Aptychenkalk und lichte Hornsteinkalk des Tithons (Hochfellengruppe!), schließlich bis auf Hauptdolomit herabgreifende Gosaukreide weisen deutlich auf die hochbajuvarische Zone; in dieser sind ja auch in den südbayrischen Alpen Hierlatzkalk oft direkt dem Plattenkalk aufgelagert²⁸⁾; andererseits schließt das Fehlen mergeliger, unter- und mitteljurassischer Schichten die Vertretung der tiefbajuvarischen oder gar der subpyrenäischen Zone aus. Die von der Langbathscholle beschriebenen Gesteine könnten alle der hochbajuvarischen Randmulde zwischen Vils und Ruhpolding entnommen sein.

Auch v. Pia wird auf Grund sorgfältiger Einzeluntersuchungen zur Annahme einer passiven Vorschleifung

²⁷⁾ Geologische Studien im Hölleengebirg, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1912, 62, S. 557.

²⁸⁾ Siehe Hahn, Geolog. Rundschau 1913.

dieser hochbajuvarischen Reste um 7 bis 8 km geführt, auch er sucht die westliche Fortsetzung der Langbathscholle nicht über der Flyschzone, sondern unterm Höllengebirg, beides analog den Verhältnissen in Strecke Inzell—Stauffeneck. Und endlich mag noch erwähnt werden, daß die Schuppe des Lueg und die Sigmoide südlich Weidlinger auf querwirkende Kräfte verweisen. Auf die Möglichkeit aber, daß Wimmersberg nebst einem großen Teil der Berge östlich des Traunsees ein bajuvarisches Fenster wäre, wird im nächsten Kapitel zurückgekommen.

Am Traunsee wird die tirolische Linie um 5 km östlich vorgeschoben, zum letzten Male berührt sie unmittelbar den Flysch. Nur winzige Schubspäne von Amaltheenmergeln und Grestnerschichten weisen am Gschlieffgraben auf die verborgene tiefbajuvarische Zone.

Von der Alm bis zur Enns betreten wir das der Strecke Inn—Rote Traun spiegelbildlich gleiche Gebiet. Unregelmäßig keilförmig wächst die bajuvarische Zone zwischen Flysch und dem vom Traunstein—Ameisplan her über Windhagkogel—Kremsmauer zur Hohen Nock im Sengsengebirg ohne Unterbrechung verfolgbaren tirolischen Saume schnell von einzelnen, im Flysch versenkten Splittern am Kornstein östlich Laudachsee zu 2 km Breite in Linie Hutkogel—Hochsalm, 4 km südlich Micheldorf, 15 km in Linie Leonstein—Hochsengs, 20 km Ternberg—Hohe Nock. Wiederum können wir G. Geyers²⁹⁾ prächtigen Beobachtungen entnehmen, wie der nördliche Teil des bajuvarischen Keils (Forstau—Landsberg und Gaisbergzüge) im Westen frei gegen die an Diagonalstörungen zurückgedrängte Flyschlinie ausstreicht (Gegenstück Zug 1 vom Hochfeln); der mittlere Teil, die Mulden des Hochsalms, der Graden- und Parnstalleralm treten gegen Ost in freierer Entfaltung auseinander (Trailing—Größtenberg, wie Zug 2 und 3 vom Hochfeln); der südliche Teil, die Muldenregion von Siebenstein und Sonntagsmauer taucht aber unter dem tirolischen Wettersteinkalk der Kirchmauer hervor (ähnlich Zug 4 am Hochfeln). Wiederum hebt die U n a b h ä n g i g k e i t d e s

²⁹⁾ Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1911, S. 67 (zwischen Alm und Traun); Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1910, S. 168 (zwischen Steyr und Alm); Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1909, S. 129 (Molln, Leonstein und Klaus).

bajuvarischen Eigenbaues von jenem der Nachbarzonen die Selbständigkeit derselben hervor, wie an der bayerischen Traun. Keine der bajuvarischen Falten hat Beziehung zum tirolischen Bau, dessen Grenzwellen unbekümmert um die vorgelagerten Falten, aus einem großzügigeren Guß geformt sich in den Weg legt. Ohne Einwirkung auf die tirolische Zone tritt in der bajuvarischen das Streichknie von Micheldorf in Erscheinung, als ein Gegenstück zur Bündelung in der Hochfellingruppe.

Die Fazies der mittleren Mulden mit Kössener Schichten oder Rhätkalk, einer Mischung von Ammonitenkalken und Fleckenmergeln im Lias, Vilser Krinoidenkalk, Flaserkalken des Tithons, Neokommernmergel und wenig diskordantem Gosaulfisch weist auf ein der tiefbajuvarischen Zone im Süden benachbartes, hochbajuvarisches Ursprungsgebiet, ebenso die teilweise dolomitischen Plattenkalke des Kienbergs und Eiblings wie die mächtigen Hierlatzkalke der Sonntagsmauer. Rein tiefbajuvarische Fazies beherrscht nur die Streifen nördlich des Landsbergs, der Forstau und des Rehbodens bis Ternberg, auf Blatt Weyer³⁰⁾ die verschuppten Mulden des Windhags bis zum Krestenberg, wo sogar wieder die mächtigen Rauhackenzüge unterm Hauptdolomit auftauchen und sich wie am Hochfellen an die Flyschgrenze heften. Und hier finden wir dann auch mächtige Mergel des mittleren und oberen Lias, Diphyakalke wie nördlich des Wendelsteins, Gaultmergel und zenomane Konglomerate.

Gegen den Steyrfluß treten freilich in der hochbajuvarischen Zone auch Gesteine auf, wie wir sie in der entsprechenden Zone Südbayerns vergebens suchen: erzeiche Klauskalke, Radiolarit unter Vilserkalken; von mittlerer Trias Reiflinger Kalke und im allerdings noch geringmächtigen Karnikum der Lunzer Typus (Molln—Annasberg). Wohl aber wissen wir diese Ausbildung in Kobers Lunzer Decke östlich der Weyrer Einbeugung heimisch. Geyer hat selbst die Berge von Oppnitz, Gafrenz und Hollenstein (d. i. Lunzer Decke) mit jenen des Reichraminger und krummen Steyrlingtales (das heißt hochbajuvarischen Äquivalenten) verglichen. Das Vorgebiet von Groß-Raming und Waidhofen aber, die Fortsetzung der Zone Ternberg—Losenstein, mit tiefbajuvarischer Fazies gehört zu der in sich verschuppten Frankenfesler Decke Kobers.

Im Norden von einer bedeutenden Scherfläche umgrenzt, im östlichen Schiefersteinzug von höherer Trias und mächtigem Hierlatzkalk bedeckt, erhebt sich der Wettersteinkalk der Dirn trotz seiner nicht allzu großen

³⁰⁾ G. Geyer, Geol. Karte der öst.-ung. Monarchie, Südgruppe Nr. 12. Wien 1911, mit Erläuterungen.

Mächtigkeit stolz über Tithon und Neokom und Kreideflysch des Vorlands wie Benediktenwand oder Wendelstein in der hochbajuvarischen Randmulde Südbayerns. Es ist kein Zufall, daß hier Geyer³¹⁾ Korrosionsnarben am Dach des Wettersteinkalks entdeckte; auch das ladinische Niveau der entsprechenden Zone Südbayerns ist ja nur halb so stark wie jenes der tirolischen Kalkhochalpen. Auch der Muschelkalk der vorderen Züge des Blattes Weyer weicht nach Geyer (Erläut.) durch sein massigeres, graues, von Spatadern durchzogenes Gestein vom typischen Gutensteinerkalk ab und nähert sich dadurch der bayrischen Entwicklung; auch die Reiflinger Kalke führen nur Fossilien des oberen Muschelkalks, die ebenso in den bayrischen Bergen gefunden wurden; sie sind eng mit dem Hornsteinknollen führenden, dünn gebankten, oberen Muschelkalk Südbayerns verwandt. Die Partnachschiechten des Blattes Weyer lassen sich weder petrographisch noch faunistisch von jenen der hochbajuvarischen Randmulde unterscheiden.

So sehen wir denn bis ins einzelste zwischen Leonstein und Waidhofen die Brücke geschlagen zwischen West und Ost in der bajuvarischen Zone der Nordalpen. Der Gegensatz zwischen Allgäuer und Lechtaler Decke am Aggenstein ist kein anderer wie jener zwischen Tief- und Hochbajuvarischlängs der Randmulde Südbayerns, wie jener zwischen Frankenfelsler und Lunzer (Gaminger) Decke.

c) Altersverhältnis der Bewegungen.

Einiger Beobachtungen ist noch zu gedenken, die uns Anhalt über die zeitlichen Beziehungen der Krustenbewegungen innerhalb und an der Grenze der bajuvarischen Zone zu geben vermögen.

Wie schon verschiedentlich hervorgehoben wurde, kommt die präsenone Vorfaltung im tiefbajuvarischen Gebiet fast zu völligem Ausklingen; auch in den äußeren austroalpinen Streifen des Blattes Weyer sind die stratigraphischen Diskordanzen unter der transgredierenden Kreide gering. Sie verstärken sich aber ganz überraschend im südlich angelagerten hochbajuvarischen Gebiet. Die Intensität der alten Vorfaltung wird hier durch die scharfe Übergreifung der nordsüdlich streichenden Kreide auf die senkrecht dazu in O—W herankommenden und unter die Kreide eintauchenden Trias-Jurawellen

³¹⁾ „Unteres Enns- und Ybbstal“, *Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt* 1905, 59, S. 37.

in Strecke Auberg bei Reichraming—Plaissaberg—Hochkogel³²⁾ unabweisbar dargetan. Daß man es wirklich mit normalem Transgressionsverband, nicht etwa einer tektonischen Pseudotransgression durch sekundären Aufschub der Kreide zu tun hat, wird durch das im Zusammenhang noch zu verfolgende buchtenförmige Eindringen der Kreide in die Muldenregionen des vorgefalteten Gebirges (Anzenbach, Alpenstein), sichergestellt. Entgegen älterer Vorstellung ist jedoch auch in dem stärker vorgefalteten Gebiet wenig Sicheres über alte, von der Kreide zugedeckte Verwerfungen oder Überschiebungen bekannt. Aus dem Vorhandensein jungkretazischer Schichten unter den wichtigsten Schubflächen der bajuvarischen Zone geht vielmehr deutlich das nachsenone Alter der Schubbewegungen hervor (Zenoman im Herzogstandgebiet verschuppt, dasselbe unter der hochbajuvarischen Deckenfläche an der Aschauer Hofalpe, unter der Überschiebung des Eisenbergs [zwischen Zone 3 und 4 des Hochfellns], Kreideflysch verschuppt im nördlichen und mittleren Blatt Weyer).

Auf anderes deutet die Lagerung des innerbajuvarischen Alttertiärs. Das Reit im Winkler und Unterinntaler Eozän und Oligozän ist nicht mehr normal dem Faltenwurf des Mesozoikums eingegliedert, sondern quer über reife austroalpine Sättel und Mulden abgelagert. Es muß hiezu ein kräftig ausgebildetes Querbruchsystem schon vorhanden gewesen sein, nachdem die alttertiäre Sedimentation längs recht scharf umgrenzter, querer Einbruchsstreifen erfolgte (M. Schlosser, Unterinntal, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1909, S. 59); die zahlreichen Landpflanzen und Säugetierreste weisen ja dort auf nahe Uferländer hin. Eine nicht unbedeutende Diskordanz hat Schlosser des weiteren zwischen marinem Unteroligozän und fluviatil-aquatlichem Oberoligozän festlegen können. Endlich ist das Alttertiär gelegentlich selbst wieder zu deutlichen, dem alten Faltenystem diskordant aufgesetzten Mulden verfaltet worden.

So muß denn nicht nur der bedeutendere Teil der Hauptfaltung dieses Alpentails, sondern es müssen auch erhebliche Störungen prämitteleozän, und da postsenon, paleozän sein und die nach- oder jüngstoligozänen Bewegungen waren

³²⁾ G. Geyer, „Gosaubildungen des Unteren Ennstals“, Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1907, S. 57.

der Hauptsache nach nicht Faltungen, sondern Deckenförderungen en bloc, ein Resultat, auf das schon G ü m b e l und nun wieder S u e ß, H e r i t s c h und K o b e r hingewiesen haben.

So wenig es also erlaubt ist, für diesen Alpentheil von einer „miozänen Alpenfaltung“ zu schreiben, wie das leider nur zu oft geschehen ist, so wenig ist es angebracht, den „gosauischen Eigenbau der ostalpinen Decke“ zu überschätzen. Seit dem Albien bis ins jüngste Tertiär sind eben die gebirgsbildenden Kräfte nur in beschränkten Perioden zur Ruhe gekommen.

Ergebnisse aus der bajuvarischen Zone.

Die tief- und hochbajuvarische Zone der südbayerischen Alpen ist ihrer tektonischen Stellung wie ihren im wesentlichen konstant bleibenden Fazieseigentümlichkeiten nach mit K o b e r s Frankenfesler und Lunzer (Gaminger) Decke gleichzustellen. Dem Untertauchen der einzelnen bajuvarischen Faltenzüge bis zum Stauffen entspricht mit den wiederkehrenden Besonderheiten des Eigenbaues das emporsteigende Bergland zwischen Alm, Sengsengebirg und Flyschgrenze. Zwischen Steyer und Enns ist die Brücke von oberbayerischer zu niederösterreichischer Entwicklung der Zone gegeben. Als Reihenfolge der Bewegungen ergibt sich: mittelkretazische Vorfaltung in der hochbajuvarischen Zone ohne bedeutendere Vertikal- oder Tangentialstörungen, mit raschem Abklingen gegen die tiefbajuvarische Zone; paleozäne Hauptfaltung; jüngst oligozäne Nachfaltung und Deckenbewegungen.

III. Der tirolische Bogen zwischen Inn und Enns.

Tirolisch³³⁾ nenne ich das Gebiet der Rießenmulde zwischen Kaisergebirge und Warscheneckgruppe mit Ausschluß der darüberliegenden juvavischen Deckschollen, das zwischen der tirolischen Linie im Nord und dem Südrand der nördlichen Kalkalpen sich ausbreitet.

Als wichtigste Stationen der zu gewaltigem Bogen ausholenden tirolischen Linie seien genannt Achenkirch, Kössen, Inzell, Salzburg, Hof, Plomburg, Ober-Burgau, Siegesbach, Laudachsee, Parnstaller Alm, Preisseeck, Feichtauer Seen.

³³⁾ Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1912, S. 339.

Trotzdem die tirolische Linie als Ausstrich einer einheitlichen Bewegungsfläche ersten Ranges auf über 200 km zwischen den genannten Orten zu verfolgen ist, wurde bisher ihre Bedeutung verkannt, gerade als ob die politische Grenze der Salzach hemmend auf den Vergleich der Arbeitsergebnisse im West und Ost gewirkt hätte. Aber Mojsisovics³⁴⁾ hatte in seinen Arbeiten zwischen 1868 und 1874 schon die Wichtigkeit dieser Linie ahnen lassen und Nowak wies 1911 auf die Möglichkeit der Gleichstellung von Stauffen und Höllegebirg.

Tirolisch hatte dann 1895 Mojsisovics die karnische und ladinische Stufe genannt, eine Zusammenfassung, die schon wegen der engen Zusammengehörigkeit der anisichen und ladinischen Faunen der Alpen kaum irgendwo Aufnahme fand.

Nachdem die Kalkhochalpen Nordtirols fast ausschließlich der fraglichen Zone angehören, scheint mir die Bezeichnung tirolisch für die letztere die natürlich gegebene.³⁵⁾ Es war einer der hervortretendsten Mängel des Haugschen Versuchs zu einer tektonischen Massenverteilung unseres Alpenteils, daß er der Bedeutung der tirolischen Linie nicht gewahr wurde. Seine „nappe bavaroise“, zu deutsch „bayrische Decke“ besteht aus zwei gerade hier besonders scharf gesonderten Einheiten; wollte man die Bezeichnung im Sinn des Autors aufrecht erhalten, so müßte das jetzt „tirolisch“ genannte, von ihm ausdrücklich als „bayrisch“ beschriebene Gebiet, obwohl es zum allerkleinsten Teil in Bayern liegt und überwiegend nicht die bayrische Fazies führt, „bayrisch“ heißen, das „bajuvarische“ jedoch, das wirklich in Bayern liegt und bayrische Fazies hält, müßte wieder eine andere Bezeichnung erhalten. Dieses typische Beispiel von unglücklicher Namengebung rechtfertigt wohl den entschiedensten Protest gegen die Gepflogenheit, seit alters festgelegte Faziesbezeichnungen für tektonische Einheiten wieder benützen zu wollen. Zu welchen Unzuträglichkeiten die Anwendung der Haugschen Namengebung gelegentlich der Spezialaufnahmen führte, erhellt daraus, daß Gillitzer³⁶⁾ ganz folgerichtig dazu kam, bezüglich der Hochkaltergruppe von einer „bayrisch-berchtesgadner Fazies“ zu schreiben; dabei ist aber „bayrisch“ in diesem Fall „tektonisch“ zu verstehen, da der Hochkalter die echte berchtesgadner Fazies zeigt, „berchtesgadner“ natürlich „faziell“, da der Hochkalter nicht der berchtesgadner Schubmasse³⁷⁾ angehört. Ein weiterer Gebrauch des

³⁴⁾ Besonders Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1869 und 1871, Jahrb. S. 189.

³⁵⁾ Zugleich historisch berechtigt, da schon in den Arbeiten von Pichler und Mojsisovics der sechziger und siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts der fazielle und tektonische Gegensatz zwischen tirolischen Kalkhochalpen und bayrischem Bergland hervortritt.

³⁶⁾ „Reiteralgebirge“, Geogn. Jahrb., 25, 1912, S. 161.

³⁷⁾ Folgerichtig muß auch diese Bezeichnung zurückgezogen werden; da rings um die Reiteralpe der Schubkontrakt an der Basis der juvavischen Deckschollen gut erschlossen ist, wäre am besten für die „berchtesgadner Schubmasse“ Reiteralpedecke zu gebrauchen.

Haug'schen Namens wäre somit eine Quelle der allerunerquicklichsten Mißverständnisse.

Kobers Ötscherdecke ist, wie hier dargelegt wird, das östliche Äquivalent der tirolischen Zone. Leider aber hat Kober auf seinen Karten für unseren Alpentheil Deckengrenzen eingetragen, wie sie zumindestens westlich der Lammer unmöglich sind. Daß die Steinberge, das Steinerne Meer, Hochkönig und Tennengebirg eben nicht hochalpin (i. e. juvavisch), sondern tirolisch (= Kobers voralpin e. p.) sind, hatte Nowak bereits 1911 hinreichend klargelegt und ich habe im gleichen Jahre (Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt S. 147) den natürlichen Zusammenhang von Unkenbach- und Weißbachmulde³⁸⁾ mit Steinbergen und Hochkalter schon profilmäßig dargestellt.

Indem ich nun den Nachweis führe, daß Tirolisch zum mindesten westlich der Lammer eine doppelt so große Ausdehnung besitzt, wie Kober vermutete, glaube ich auch dartun zu können, daß Kobers Trennung von Austroalpin in zwei tektonische Hauptgruppen (vor- und hochalpin) nicht den Verhältnissen unseres Alpentales entspricht; mir scheint eine Dreiteilung unabweisbar, zumal wenn man mit Kober geneigt ist, die sogenannten pieninischen Reste als Unterglieder der tiefbajuvarischen Zone zu betrachten.

a) Von Kufstein bis Salzburg.

Die Einzelbesprechung geht mit Vorteil vom Kaisergebirg als dem einfachsten Typus des tirolischen Baues aus. Wie Gumbel annahm und Leuchs³⁹⁾ es besonders darlegte, ist der Gebirgsstock eine große Mulde mit oberer Trias und Jura im Kern, und mittlerer bis unterer Trias an beiden angeschnittenen Sattelflügeln. Kleinere Differentialbewegungen im karnischen Niveau vermögen dieses einfache Bild nicht zu stören. Im Nord fehlt die Umbiegung zum Sattel und Leuchs erklärt diesen jähen Abbruch der südfallenden Trias als Verwerfung. Dreierlei ist dem entgegenzuhalten: 1. Hätten sich kaum die weichen Tertiärschichten im Reitergraben so hoch hinauf unter dem Petersköpfel erhalten, wenn der heutige Grenzausstrich auch die ursprüngliche Gesteinsgrenze gewesen wäre; leicht erscheint dies der Fall, wenn wir den heutigen Rand des harten Kalks als zurückgewitterten Schubrand auffassen, der lange die Tertiärschichten schützend bedeckte. 2. Die Faziesabweichung des Juras nördlich und südlich der „Verwerfung“; den roten Ammonitenkalken des gesamten Lias am Spitzstein steht eine Mischserie kieseliger Fleckenkalke und Mergel von Eiberg und Ropanzan (hier allerdings mit beigelagerten roten Kalken) gegenüber. 3. Zwischen Tiersee und Walchsee grenzen verschiedene Züge des bajuvarischen Gebiets an die „Verwerfung“. Die Karwendelmulde streicht normal bis Tiersee, um östlich des Inns spurlos zu verschwinden, nicht etwa infolge Achsenhebung, da ja die Neokomschichten am Wachtl mit Schlossers reicher Barrêmeafauna tief unten an der Kiefer auf etwa 580 m gelegen

³⁸⁾ Trotzdem auf Tafel VIII, diese Zeitschr. V, 1912 als Fenster gezeichnet!

³⁹⁾ Ferd. Zeitschr. III. Folge, 51. Heft, 1907, S. 53.

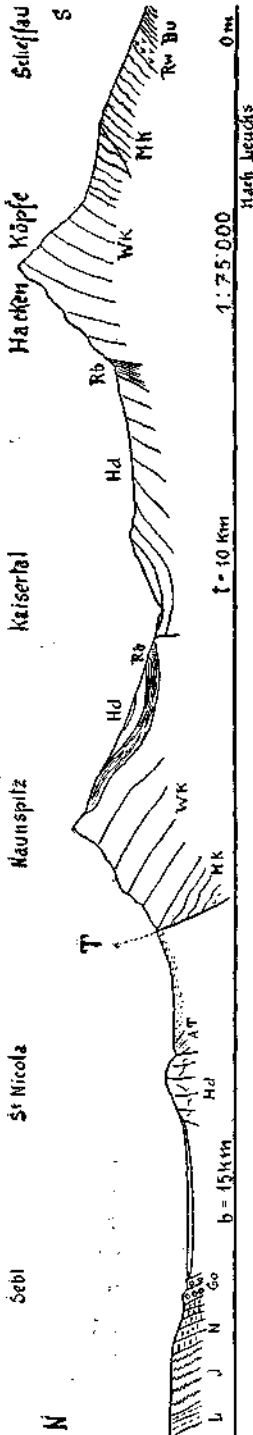


Fig. 1.

Zeichenerklärung Seite 357.

sind. Der Hauptdolomit des Nordflügels der Mulde aber streicht normal O-W vom Trainsjoch über Nußberg und quer über den Inn zum Hügel von St. Nicola und Miesberg bei Walchsee (hier deutlich Süd fallend). Zwischen Hauptdolomit und dem tirolischen Rand liegt westlich nur ein Streif von Alttertiär, wenig östlich Grundharting grenzt an steiler Runse Dolomit und tirolischer Wettersteinkalk aneinander. Die in ihrer Fazies gekennzeichneten Gesteine der Karwendelmulde sind auch nicht etwa durch Faltenbündelung auf tirolisches Gebiet übergetreten; sie sind im Kaiser unbekannt. Die Karwendelmulde muß somit unter dem Kaisergebirg fortsetzend gedacht werden.

Die jungen Gesteine im Habersauer Bach sind dagegen wohl kein bajuvarisches Fenster. Nach Reiss⁴⁰⁾ hängt Jura und Kreide von Schwendt organisch mit der zentralen Muldenregion des Kaisers zusammen; die berühmten „Kössener Schichten“ aus der Enge des Schwarzloferbachs nahe der Landesgrenze, sind in Gestein und Fauna (Cephalopoden!) mit jenen der Kammerkerwestseite identisch.

Daß vermutlich auch das Eiberger Becken entsprechend der jüngsten Darlegungen von Leuchs (diese Zeitschrift 1912, S. 232) kaum als Fenster angesprochen werden darf, habe ich gelegentlich der Besprechung dieser Arbeit (N. Jahrb. f. Min. 1913, I, 2, S. 290) hervorgehoben. Es ergibt sich hieraus der unter regionalen Gesichtspunkten wichtige Schluß, daß es südlich der reinen Ammonitenkalkfazies im Lias der Tierseemulde und des Spitzsteins wiederum zu einer Fleckenmergelentwicklung kam; auf die gleiche Erfahrung am kalkalpinen Südrand weit im Ost sei hier nur kurz verwiesen. Die erwähnte Leuchs'sche Studie von 1912 zieht auch noch wegen der vorzüglichen Belege für vorgosauische Gebirgsbewegungen (diskordantes Übergreifen auf Muschelkalk!) unser Interesse auf sich.

⁴⁰⁾ „Geol. Skizze der Umgebung von Schwendt bei Kössen“, Innsbruck 1908 mit geol. Karte 1:50.000 und Profil.

Unter den neuen Gesichtspunkten verdient die Lage des Tertiärs zwischen Kufstein und Kössen ganz besondere Aufmerksamkeit. Die Vorbewegung des Wettersteinkalkes am Petersköpfl über das sicher bis zu 920 m emporsteigende Tertiär scheint nachalttertiär zu sein. Zum gleichen Schluß führt die Beobachtung, daß die Eiberger Gosau ihrem Alter und Fossilgehalt nach von der Gosaukreide des unteren Inntals verschieden ist. Und endlich könnte damit der relativ große Höhenunterschied in der Lagerung des Alttertiärs (bei Hinterdux bis 850 m; in der Talung Andorf—Ebbs bis zu 470 m) in Zusammenhang stehen. Aber ich hatte schon in der oben erwähnten Besprechung darauf hingewiesen, daß zum mindesten am Eiberger Einbruchsbecken Spuren einer quer gegen West vordringenden Schubkraft erkennbar sind und auch im Steinbruch von Sebi konnte ich Ostern dieses Jahres an O—W streichenden, steil die Gosaukreide durchsetzenden Klüften Harnische mit nahezu horizontalen Striemen auffinden. Ein gewisser Anteil der als nachalttertiär angesprochenen Bewegungen muß somit dieser querverschiebenden Kraft zugesprochen werden. Freilich gegen die Annahme, daß etwa die tirolische Vorbewegung selbst auf solche ostwestliche Massenwanderung bezogen werden könnte, spricht entschieden die Lage des Unterinntaler und Reit im Winkler Alttertiärs.

Die Tertiärbuchten beider Gegenden verfließen heute ungehindert ineinander; wäre der Schub gleichmäßig post-eozän erfolgt, so müßte erwartet werden, daß dieser Zusammenhang nicht bestünde, daß das Alttertiär östlich der Linie Durchein—Grundharting höher läge und deutlich von dem Inntaler Alttertiär abwicke. Statt dessen hat Schlosser (Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1909) sogar für die jüngsten oberoligozänen Schichten von Angerberg (tirolisch) und Hermannsquelle (bajuvarisch) die beste Übereinstimmung feststellen können. Nähmen wir aber entsprechend den regionalgeologischen Forderungen (Verdeckung der gesamten Tierseermulde) eine einigermaßen erhebliche Massenverlagerung gegen West an, so wäre der Zuleitungskanal für die marinen Sedimente des tirolischen Alttertiärs, der so klar im Unterinntal uns vor Augen liegt, zerrissen, eine andere Verbindung jedoch nicht aufzufinden. Und ähnliche Überlegung gilt für die transgressive Gosaukreide. Unmöglich könnten die marinen Ablage-

rungen der Audorfer Gegend und des Tierbergs mit jener des Pendlings jenseits der tirolischen Linie, die Gosau des mittleren Brandenberger Tals mit jener des südlichen so innig verknüpft sein, bei erheblicher ostwestlicher Differentialbewegung.

Wir schließen daraus: Die tirolische Bewegung, die östlich Kufsteins schon zur Überdeckung eines bajuvarischen Muldenzugs führte, ist zu einem geringen Teil nacheozän, zum bedeutenderen paleozän erfolgt, u. zw. in südnördlicher Richtung; daß die Hauptbewegung nachsenon war, ist noch zu erweisen; der jugendlichen Querbewegung kann nur eine bescheidene Förderwirkung zuerkannt werden.

Die wertvolle kleine Skizze von Reis gibt uns den noch Gumbel unbekanntem Zusammenhang zwischen Kaisergebirg und Rauschberg bei Ruhpolding. Genau im Streichen des von Reis kartierten Wettersteinkalkzuges Grundharting—Prasch quert man an der Wessener Poststraße bei P. 773 den an die Wessener Mulde vorgestoßenen Wettersteinkalk, der bereits dem Zug Hochscharten—Kienberg angehört.

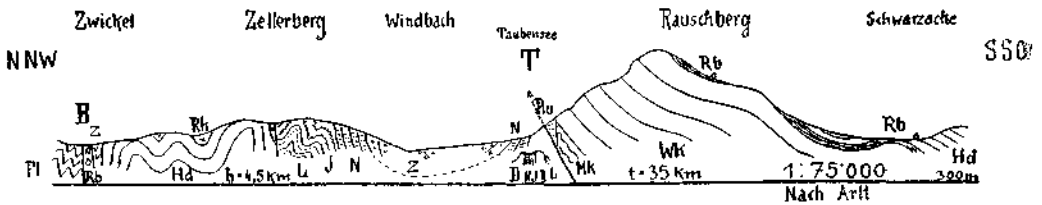


Fig. 2.

Zeichenerklärung Seite 357.

Damit ist das letzte bisher unbekannte Stück der tirolischen Linie überbrückt, denn wie der Kaiser gegen sein Vorland scharf tektonisch abgrenzt, so stoßen auch im Ost alle möglichen Glieder der Wessener Mulde hart an den Wettersteinkalk. Dieser letztere ist an der „Stirn“ normal gemuldet im Kienberg, erst in Seekopf-Mahdeck folgt ein sekundärer Sattel. Der steile Graben nördlich der Gschloßwände, der Jura und Neokom (bajuvarisch) gegen Muschelkalk (?) und Wettersteinkalk (tirolisch) fallend zeigt, weist wohl auf einen Vertikalkontakt; aber ein Blick nach Ost gegen die vordrängenden Wände des Rauschbergs, der nicht nur die Wessener, sondern selbst die hochbajuvarische Randmulde überwallt, lehrt zur Genüge, daß die Lage solchen Steilkontaktes ein spät erworbener Charakterzug eines echten Deckenrandes ist.

Die Verhältnisse am Nordrand des Rauschbergs bedürfen nach Arlts⁴¹⁾ klarer Darstellung keiner weiteren Erläuterung; daß seine Aus-

⁴¹⁾ „Die geol. Verhältnisse der östl. Ruhpoldinger Berge.“ Landesk. Forsch. Geogr. Ges. München, 12, 1911.

deutung einer ostwestlichen Hauptbewegung uns aber nicht befriedigen kann, wurde oben erörtert. Nur einer weiteren Beobachtung sei gedacht: Zenoman liegt an den Rauschberglahnern unter dem Buntsandstein des tirolischen Bogens.

Die liebenswürdige Bereitwilligkeit E. Hagens läßt mich folgende Ergänzungen über den Bau des Stauffens anfügen. Hier zeigt sich zum ersten Male am tirolischen Bogen die Neigung zu einer gewölbeartigen Umbiegung, die als Stirnfalte am natürlichen Nordrand der tirolischen Decke gedeutet werden könnte. Dann ist am Nordfuß des Berges Buntsandstein der oberbayrischen Fazies und fossilführender Reichenhaller Kalk wie im

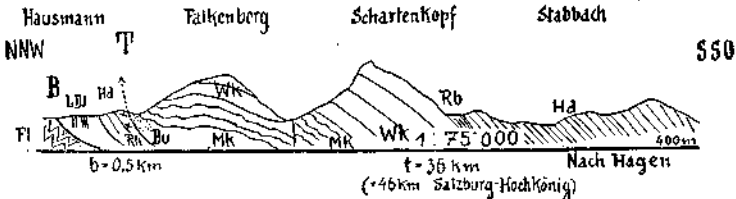


Fig. 3.

Zeichenerklärung Seite 357.

Karwendel erschlossen. Und endlich liegt am Frillensee die tirolische Masse ohne sichtbare bajuvarische Zwischenschaltung am oder über dem Flysch. Das Eozän von Stauffeneck, aus dem Reichenhaller Becken um die Triasmasse des Stauffens bis zum Vilserkalke der hochbajuvarischen Randmulde vorgreifend, scheint seiner Lage nach wieder mit einer paleozänen Vorbewegung am tirolischen Bogen aufs beste vereinbar.

b) Von Salzburg zum Sengsengebirge.

Mit dem „Salzburger Einbruchsbecken“ ist der schwierigste Teil des Beweises für die Zusammengehörigkeit der östlichen und westlichen Teilstücke des tirolischen Bogens erreicht.

Ein hügeliges Vorland drängt sich östlich der Salzach weit nach Süden vor, schon morphologisch den bayrischen und niederösterreichischen Voralpenzügen ähnlich. Und Hauptdolomit, Fleckenmergel und Aptychenjura gemahnt noch mehr daran. So scheint es zunächst natürlich, das Äquivalent des Stauffens südlich der Osterhorngruppe zu suchen. Und doch läßt sich beweisen, daß solche Anschauung nicht zu Recht bestünde, daß die tirolische Linie am Flysch liegt ebenso wie am Frillensee unterm Stauffen und dann wieder am Traunstein noch weiter ostwärts.

Die eigentlichen Faziescharakteristika der bajuvarischen Zone wie kieseliger Lias α_1-3 , mächtige Doggerkrinoidenkalke,

Acanthicusalk vom Adnetter Typus und Zenoman fehlen der Osterhorngruppe. Dagegen läßt sich zeigen, daß 1. die Fazies der Osterhorn- und Schafberggruppe, allgemein betrachtet, sich jener der tirolischen Masse einfügt; daß 2. aus dem sicher tirolischen Muldenkern des Unkenbachs ein durch keine grundlegende Schubstörung unterbrochener Weg zu Jura und Kreide östlich der Salzach führt; daß 3. der Überschiebung der tektonisch tiefer als die Osterhorngruppe gelegenen mittleren Trias von Schafberg und Höllengebirge eine der westlichen tirolischen Bogenhälfte entsprechende Bedeutung zukommt.

Für die Gaisberggruppe hat Fugger⁴²⁾ folgende Serie aufgestellt: mächtiger Hauptdolomit, Rhätkalk, Liasfleckenmergel und -Kalke, auch Hierlatzkalke und Adneterschichten, Hornsteinjura und Oberalmerschichten, dazu bis auf Hauptdolomit herabgreifende Gosaukreide. Es zeigt sich nun, daß es mit dem in einzelnen Profilen an die 1000 m mächtigen „Rhätkalk“ eine eigene Bewandnis hat. Nirgends ist nämlich auch nur der größere Teil dieses Kalks über der Contortabank gelagert oder sind in der tieferen Partie dieses Kalks Rhätfossilien gefunden worden; dagegen sind z. B. am Mairhofberg die eigentlichen Kössener Schichten vom liegenden Hauptdolomit durch die Masse dieser „Rhätkalke“ getrennt; am Schatteck aber sollten die letzteren spurlos zwischen Hauptdolomit und Kössenern auseinander. Ein Besuch der Gegend überzeugte mich nun, daß die von Fugger selbst aufgeführten Platten mit *Rissoa alpina* des „Hauptdolomits“ identisch sind mit dem stellenweise noch stark dolomitischen Plattenkalk der obernorischen Stufe, die Arlt am Sonntagshorn mit Plattendolomit bezeichnete; die reiner kalkigen Stellen desselben Platten-niveaus wurden dagegen von Fugger, wie leider früher auch verschiedenenorts in den bayrischen Bergen, zusammen mit wirklich rhätischen Äquivalenten kurzerhand als „Rhätkalk“ ausgeschieden. So erklärt sich denn auf das einfachste die scheinbar übermäßige Mächtigkeitsschwankung dieses „Rhätkalks“, zugleich ergibt sich der Zusammenhang zum Sonntagshorn und Osterhorn, wo bereits Mojsisovics dasselbe Plattenkalkniveau (Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1868) beschrieben hatte.

Das echte, überlagernde Rhät führt in der Gaisberggruppe wie der Unkenbachmulde gelegentlich Hornsteinknollen und einen hangenden Choristocerahorizont, denselben, der ja am Osterhorn zur Aufstellung der „Salzburger Rhätfazies“ veranlaßte. Dem 200 m starken Rhät des Osterhorns steht eine ähnliche Mächtigkeit verschiedenenorts in der Gaisberggruppe, eine über 300 m anschwellende an Kammerker und Sonntagshorngruppe gegenüber; einer ähnlich hohen Ziffer begegnen wir westlicher in der tirolischen Rofan; hier wie in der Unkenbachmulde, bei Adnet und in

⁴²⁾ Erläut. zur geol. Spezialkarte, SWgruppe N. 18, 1907 und Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1906, Bd. LVI.

der Schafbergmulde⁴³⁾ kam es zur Ausbildung mächtiger oberrhätischer Riffkalke.

Der Lias des Glaserbachs zeigt eine Folge von Mergeln und Kalken mit *Psiloceras*, Fleckenmergeln und Kalken mit Ammoniten von α_4 — β mittelliassischen Adneterschichten. Im Bischofbruch an der Alm, nur wenige Kilometer südlicher in der gleichen Mulde, finden wir bereits Adneterkalke mit $\alpha^{2/3}$ Ammoniten und das Profil Adnets⁴⁴⁾ selbst lautet: auf oberrhätischem Riffkalk zum Teil Lumachelle des untersten Lias oder direkt bunte Cephalopodenkalke von $\alpha^{2/3}$, Wechsel von bunten Cephalopoden- und Adneterkalken von α_4 — δ , roter Kalk der *Bifrons*-Zone mit Posidonomyenbank im Liegenden. Diese völlige Verdrängung der grauen, mergeligen Fazies durch rote Ammonitenkalke ist nur gelegentlich in dem südlichsten Teil der bajuvarischen Zone (Spitzstein), in der Regel erst in der Karwendelmulde und der nördlichen und mittleren Hälfte der tirolischen Zone zuhause. Eine ganz ähnliche Profifolge wie jene zwischen Glaserbach und Adnet ergibt sich aus meinen Untersuchungen der Kammerkergruppe (Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1910) zwischen Hochgimpling—Scheibelberg und Kammerker. Die erwähnte Posidonomyenbank Adnets findet sich im gleichen Niveau im Unkenbach und wurde von Wähler in der Rofan entdeckt; sie fehlt der bajuvarischen Zone Südbayerns.

Die Osterhorngruppe hat in den tiefstliassischen mergeligen Kalken mit *Ostrea arietis* das Äquivalent der grauen Lamellibranchiatenkalke des Scheibelbergs und desgleichen lassen sich die kieseligen Fleckenkalke und Mergel als stärker tonige Vertreter der Kieselkalke⁴⁵⁾ am Unkenbach auffassen, wobei das Überwiegen der Mergel östlich der Salzach auf eine der bajuvarischen Zone stärker benachbarten Lage der ursprünglichen Sedimentationsstelle deuten würde.

Die Fazies der Schafberggruppe schließt sich fast noch inniger jener der Kammerker an. Die mächtigen hellen Kieselkalke hat schon Spengler⁴⁶⁾ mit Recht jenen des Unkenbachs verglichen, die berühmte Schafbergfauna aus dem 15 m starken, roten Ammonitenkalk hat sich in gleicher Reichhaltigkeit bis jetzt nirgends in der bajuvarischen Zone, wohl aber an den tirolischen Fundplätzen der Rofan, der Kammerker und der Kratzalpe nachweisen lassen. Sie ist sonst nur noch aus der Karwendelmulde, dem Grenzgebiet von hochbajuvarisch und tirolisch bekannt. Ganz allgemein weist letzteres Gebiet auch in seiner liassischen Faziesmischung die größte Ähnlichkeit mit der Ausbildung des Lias in der Schafberg- und Osterhorngruppe zusammen auf, eine Beobachtung, die wiederum für das Salzburger Juragebiet auf eine ursprüngliche Lage am nördlichsten tirolischen Beckenrand hindeutet.

⁴³⁾ Leider hat Spengler neuerdings für diesen Kalk wiederum die unhaltbare Bezeichnung „oberer Dachsteinkalk“ benutzt, obwohl niemals im Dachsteinkalk ein ähnlich hohes Niveau nachgewiesen wurde.

⁴⁴⁾ F. Wähler, Exkursionsführer nach Adnet, IV. Internat. Geol. Kongr. Wien, 1903.

⁴⁵⁾ Diese werden auch am Unkenbach stellenweise sehr mergelreich.

⁴⁶⁾ Diese Zeitschrift, II, 1911, S. 181.

20 m Radiolarit vertritt den Dogger in der Gaisberggruppe wie auf der Kammerker; Kalkeinlagen mit Cephalopoden des unteren Doggers in konglomeratischen Bildungen des Osterhornes erinnern an die Hornsteinbreccien mit Doggerkalkresten der Rofan, an die mitteljurassischen Cephalopodenfunde in roten Kalken der Karwendelmulde. Dem 700 m mächtigen Oberalmer Hornsteinkalk östlich der Salzach stehen die über 300 m starken, gleich ausgebildeten Oberalmer der Kammerker, die bis über 500 m mächtigen grauen Hornsteinkalke des Juifen und ähnliche Kalke der Rofan zur Seite. Und letztere halten massigere Partien mit Nerineen, und klotzige krinoidenreiche Kalke habe ich von der Lofereralp beschrieben; östlich der Salzach aber sehen wir innerhalb der Osterhorngruppe selbst Faziestübergang zu massigen, Nerineen führenden Kalken (Mojsisovics, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1868) und schließlich am Sparberhorn (Spengler⁴¹) zum Plassenkalk der Gilgen—St. Wolfgangsynklinale.

Wenn wir hinzufügen, daß die Trennung des Neokoms in liegende Schrambach- und hangende, sandige Rossfeldschichten in der Unkenbach- und Oberweißbachmulde sich ebenso fühlbar zu machen beginnt, wie sie um Golling typisch entwickelt ist, während eine solche dem bajuvarischen Neokom westlich der Salzach fehlt, so dürfte eine genügende Reihe von Punkten aufgezählt sein, um die Zugehörigkeit von Osterhorn- und Schafberggruppe in fazieller Beziehung zur tirolischen Masse zu sichern.

Der zweite, vielleicht schlagendere Beweis nimmt regional geologische Wege. Ich habe im Jahrbuch 1913 der k. k. Geolog. Reichsanstalt (Bd. LXIII, S. 1) ausführlich dargelegt, daß ringsum und unter den juvavischen Deckenklötzen der Loferer Gegend die Unkenbachmulde mit der zwischen Hochkalter und den Steinbergen eingetieften Synklinale von Oberweißbach sich lückenlos verbindet. Die dort näher beschriebene Heteropie des oberen Lias und Tithons von roten Adneterkalken zu schwärzlichen Mergeln, von Oberalmerkalken zu bunten Aptychenschichten erweckt deswegen besonderes Interesse, da die so abgeänderte Muldenserie über Hirschbichl, Ramsau, Herrenröint ins Berchtesgadener Becken führt. Nach Böse (Zeitschr. Deutsche Geol. Ges. 50, 1898, S. 468) dürfen die sekundär nach Nord-Süd abgedrehten Jurazüge der Hohen Bahn und unter der Überschiebung des Jänners als unmittelbare Fortsetzung des Juras vom Herrenröint gelten; sie sind zwar lokal verschuppt, aber die Serie (graue und rote, zum Teil kieselige Kalke oder Hierlatzkalke vermennt mit oberliassischen Adneterkalken (Scharitzkehl!), schwärzlichen Mergeln und Manganschiefern, Radiolarit und bunte Aptychenschichten) stimmt vollkommen mit den Gesteinen der Oberweißbachmulde überein und wie letztere bildet sie das unmittelbar Liegende der juvavischen Schubschollen des Brandkopfs und Berchtesgadener Salzbergs. Die G ü m b e l- und F u g g e r- B i t t n e r- schen Aufnahmen lassen denselben Jura um den Schubrand des Göllsteins über Vordereck, Dürnberg nach Hallein verfolgen und daß die Halleiner Mulde tektonisch mit dem Oberalmer Gebiet zusammengehört, nur durch Querbrüche oder, wie ich glaube, durch ostwestliche Bewegungen davon

⁴¹) Sitzungsbericht d. kais. Akademie d. Wissensch. Wien. m.-n. Kl., 121, I. 1912, S. 1045.

teilweise getrennt ist, dagegen wird sich kaum Widerspruch erheben lassen. Längs unseres Weges liegen die geschilderten Muldengesteine südlich der Linie Lofer—Berchtesgaden auf tirolischem Dachsteinkalk, am Dürnbach- und Sonntagshorn aber gerade so wie am Osterhorn auf Rhät und ober-norischem Plattenkalk und Dolomit.

Der dritte tektonische Beweis hat die schönen Untersuchungen Spenglers (Schafberggruppe, 1911), v. Pias (Höllengebirg, 1912) und Geysers zur Grundlage.

Spengler hat dargetan und es Haug⁴⁸⁾ Umdeutungsversuchen gegenüber mit neuen Beweisen belegt,⁴⁹⁾ daß die Osterhorngruppe längs der Linie Elsenwang—Lueg—Nordseite der Blechwand über der Schafberggruppe liegt. Unter letzterer aber schält sich vom mächtig gegen SO zurückspringenden Bogen das bajuvarische Neokom von Plomburg und Burgau, die als hochbajuvarisch erkannte Langbathscholle (vgl. S. 259), das immer mehr sich vervollständigende bajuvarische Faltenland zwischen Alm und Reichramingerbach los. Doch in einem Zug läßt sich die Grenzlinie von Wettersteinkalk und auch tiefster Trias vom Höllengebirg über Traunstein, Kremsmauer zum Sengsengebirg verfolgen, überall in der viel stärker als im Westen betonten Überschiebungslage. Einzig am Traunstein scheint für einen Augenblick ein Zweifel an der Übereinstimmung der tirolischen Randlinie möglich, doch möchte die Deutung der Störung als eine durch Diagonalbewegung bewirkte Verschiebung des östlichen Flügels besonders auf Grund der genau gleichen Lagerungsverhältnisse am Nordfuß des Höllengebirgs und des Traunsteins alles für sich haben. Dem Nachweis der Einheitlichkeit des bajuvarischen Gebiets westlich und östlich des tirolischen Bogens aber war das ganze vorhergehende Kapitel gewidmet.

So darf es unter der Schlüssigkeit dieser dreivoneinander unabhängigen Beweiswege als gesichert gelten, den tirolischen Bogen als einheitlich zu fassen, in einem Zuge gespannt auf über 200 km Länge zwischen Inn und Enns.

Die erörterten Einzelbeobachtungen erlauben jedoch auch noch einige weitere Schlüsse allgemeinerer Bedeutung zu ziehen. Ist regional geologisch die Osterhorn- und Schafberggruppe der Kammerker—Sonntagshorngruppe, die Linie Salzburg—Burgau der Linie Kufstein—Inzell gleich zu setzen, so ergibt sich daraus, daß die von Nowak eingeführte „Elevations“-Zone Mattsee—Abtenau (vgl. S. 248) nicht nur nicht nachweisbar ist, sondern daß im Gegenteil am nördlichen Rande eher eine Depression sich fühlbar macht. Den tieftriassischen

⁴⁸⁾ 3. Teil, „Das Salzkammergut“, Bull. Soc. géol. France, 4. Serie, Bd. XII, 1912, S. 105.

⁴⁹⁾ „Einige Bemerkungen zu E. Haug“, Centrabl. f. Min., 1913, Nr. 9, S. 272.

Aufbrüchen des Stauffens und Traunsteins steht die obertriasisch-jurassische Bergmasse östlich Salzburg gegenüber; erst bei Hof zeigen sich wieder Carditaschichten, erst am Mondsee taucht unter diesen der Wettersteinkalk des Hölleengebirges auf. Die Flyschgrenze zwischen Salzburg und Mondsee hat somit den Charakter einer Verwerfung, an der südlich Absenkung erfolgte.

Aus den nahen Beziehungen der jurassischen Sedimente östlich Salzburgs zu jenen der Karwendelmulde folgerten wir, daß am heutigen Nordrand der tirolischen Masse bei Salzburg noch annähernd die Sedimente zu finden sind, welche ursprünglich in nächster Nachbarschaft der Grenzregion von Bajuvarisch und Tirolisch zur Ablagerung kamen. Für die Förderung der tirolischen Deckenmasse um Salzburg muß dann die durchschnittliche Ausstrichbreite der bajuvarischen Zone in Anschlag gebracht werden, als Minimum etwa die Breite Ebbs—Nußdorf (Innlinie) ohne Karwendelmulde gleich 13 km, als Maximum die Breite von 20 km (Schliersee—Valepper Linie) mit Karwendelmulde. In ersterem Falle hätten wir uns die ursprüngliche Lage des tirolischen Nordrands (zum Beispiel Rauschberg—Stauffen) vor der tirolischen Vorbewegung in Linie Kniepaß—Bischofswiesen, in letzterem in Linie Lofer—Ramsau zu denken.

Es ist schließlich der Lagerung der kretazischen und tertiären Gesteine des besprochenen Gebiets zu gedenken.

Spengler hat uns nicht nur eine vorgosauische Faltungsperiode in der Schafberggruppe kennen gelehrt⁵⁰⁾, er hat auch bewiesen, daß die Aufschiebung der Plassenkalkmassen aus der Gilgen—St. Wolfgang-Synklinale auf den Schafberg präsenon sein muß. Wenn er freilich letztbin (Sitzungsbericht d. kais. Akademie d. Wissensch. 1912, Bd. CXXI, S. 1066) entgegen seiner früheren Ansicht auch der Übergleitbewegung der Osterhorngruppe auf den St. Wolfganger Zwischenstreifen gleiches Alter zuerkennen möchte, so scheint mir dies, da nur am äußersten Ostende der Schublinie Gosauschichten mit ihr verknüpft zur Beobachtung kamen, vielleicht doch verfrüht. Er nimmt überdies (l. c. Seite 1066) selbst an, daß an der gleichen Bewegungsfläche verschiedenaltige Kräfte wirksam waren und an der recht jugendlich aussehenden Störungsstrecke Felbingberg—Lueg könnte doch sehr

⁵⁰⁾ Eine solche ist ja auch durch die überaus kräftige Übergreifung der Gosaukreide auf der Südseite des Stauffens und in der Gaisberggruppe wahrscheinlich gemacht.

gut die nachsenone Vorbewegung der Gamsfeldblockmasse fortgesetzt gedacht werden.

Die Bemerkung Spenglers, daß der tirolischen Linie Plombberg—Burgau ein jüngeres, also nachgosauisches Alter gegenüber der Grünseescherfläche und Schafbergfaltung zukomme, stimmt vollkommen mit unseren S. 269 erzielten Ergebnissen überein und kann nur im Verein mit diesen dazu führen, das alttertiäre Alter der tirolischen Bewegung allmählich als gesichertes Gut erscheinen zu lassen.

Es mag noch erwähnt werden, daß der Grünseescherfläche im Sonntagshorngebiet ein vollwertiges Äquivalent zur Seite steht. Wie Arlt und ich (Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1910, S. 643) eingehend erläutert haben, ist die übermäßig breite Masse südfallenden Hauptdolomits im Norden des Dürrnbach—Sonntagshornkammes als Bewegungszone aufzufassen, innerhalb welcher schuppenartige Vorstöße immer wieder aufeinander getürmter Gleitbretter eine mehr als doppelnormal mächtige Ausbildung der norischen Stufe vortäuschen. Diese Vorbewegung klingt vermutlich erst in den Längsstörungen des Habersauer (mit Steilüberschiebung der Schwendter Muldengesteine?) und Kohlalpentalen inmitten der tirolischen Mulde des Kaisergebirges aus.

In dem östlich sich anschließenden Stück des tirolischen Bogens treten einige neue Charakterzüge auf, denen aus dem bisherigen nichts zur Seite zu stellen ist. Am Schubrand des Höllengebirges hat v. Pias⁵¹⁾ Teile eines überfahrenen liegenden Schenkels nachgewiesen und zweifellos müssen auch die Reste von Hauptdolomit und Lunzerschichten, die Geyer⁵²⁾ nebst Klemmstreifen von Gutensteiner Kalk von der Nordseite des Traunsteins bis gegen den Laudachsee beschreibt, im selben Sinne gedeutet werden. Es entsteht die Frage, ob nicht etwa damit der lokale Charakter dieser Überschiebung zum mindesten an dieser Strecke erwiesen wäre, ob nicht der Sattel des Höllengebirges primär der Langbathscholle angefügt gedacht werden könnte. Demgegenüber ist darauf zu verweisen, daß durch keine Beobachtung v. Pias

⁵¹⁾ Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1912, Bd. LXII, S. 557.

⁵²⁾ Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1911, S. 67.

oder Geyers die im zweiten Kapitel dieser Abhandlung uns gewordene Überzeugung von einem ungehinderten Durchstreichen fast der gesamten bajuvarischen Zone unter dem Höllengebirge und unterm Traunstein erschüttert wäre. Dagegen sprechen auch mechanische Erwägungen; nirgends ist ja nachzuweisen, daß Hauptdolomit und Plattenkalk des liegenden Schenkels mit der bajuvarischen Langbathscholle irgendwo in normalem Kontakt stünde; diese häufig mit dem relativ basalen Untergrund noch sekundär verschuppten Einschiebsel (vgl. v. Pia, Profil 6—8) sind vielmehr stets vom liegenden bajuvarischen und hangenden tirolischen Gebirge durch Bewegungsflächen getrennt und müssen bei ihrer hochgradigen Reduktion in dieser Lage sogar weite Wege zurückgelegt haben. Und endlich scheint mir solche Stirnbildung als Einrollung am örtlich gehemmten Deckenrand ein durchaus untergeordnetes Moment zu sein, das allerdings den tatsächlichen Begrenzungsrand der vorbewegten Masse aufzeigt. Daß uns nun wirklich im nördlichsten Teile des tirolischen Bogens um Salzburg nicht viel von diesem ursprünglichen Deckensaum verloren ging, wurde schon S. 275 aus faziellen Erwägungen abgeleitet.

Auch den Höllengebirgsrand müssen wir uns früher südlich Ischls gelagert denken.

Damit fällt der erste Punkt jener Beweisgründe, die v. Pia (S. 598) gegen die Fensternatur der Wimmersbergscholle ins Feld führte. Östlich der Linie Langwies—Ebensee, die deutlich (Figur 11) ein Hinabzerren der westlichen Höllengebirgsscholle erkennen läßt, tauchen Plattenkalk, Krioiden- und Brachiopodenkalk des Juras, neokomähnliche Kalke und Gosaukreide auf, Gesteine, die in ihrer Ausbildung sicherlich weniger auf Schafberggruppe oder Ischl—Rettenbachgegend als auf die Langbathscholle bezogen werden können. Als einzig gewichtiger Einwurf v. Pias muß ich jenen gelten lassen (Punkt 5), welcher die östlich der Traun gelegenen Verhältnisse heranzieht. Ich halte es aber nun gerade, weil die Wimmersbergscholle so unbestreitbar bajuvarische Züge hat, für nicht ausgeschlossen, daß auch das ganze Gebiet zwischen Eisenau am Traunsee, Rinnbach—Offensee—Habernau—Steyerling und Grünau ein bajuvarisches Fenster ist.

Dieses Gebiet⁵³⁾ steht schon morphologisch in seinen kleinwelligen Formen zum tirolischen in Kontrast. Es setzt sich fast ganz aus Hauptdolomit, Plattenkalk, Rhät und Hierlitzkalk, Hornsteinjura und Gosau zusammen, eine allerdings nicht besonders charakteristische Serie, die immerhin der Langbathscholle nicht fremd gegenüber steht. Die Lagerung ist auffällig flach, häufig ist aber nördliches Einfallen gegen (oder unter) die mitteltriassischen Massen von Traunstein—Steineck—Zwillingskogel zu bemerken. Der Kontakt gegen die umliegenden Berge scheint durchaus ein tektonischer zu sein. Die Störung Lainaubach—Mayralm—Vorder-Rinnbach läßt Wettersteinkalk und Reiflinger Kalke (nördlich) mit Hauptdolomit, Rhät oder Gosau (südlich) zusammenstoßen und dieselbe scharfe Linie setzt sich südlich des Zuckerhuts und Dachskogls über Schindlbach—Schwereck bis gegen Rieserschneid fort. Hier aber erscheint der zwischen den entsprechenden Gutensteiner und Reiflinger Schichten des Hochsteins und der Rieserschneid die einem tirolischen Sattel angehören, „eingesunkene“ Hauptdolomit der Seitener Alp wie ein typisches Streifenfenster, das östlich unter dem nun zusammenschließenden Muschelkalk der Käferspitz verschwindet.

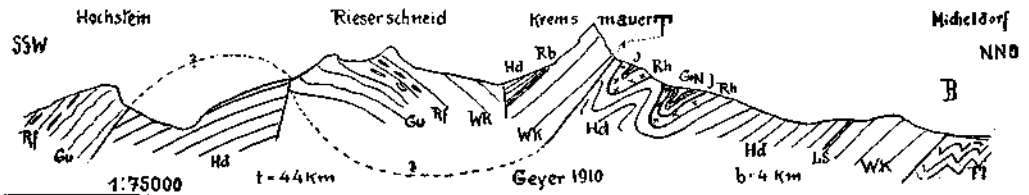


Fig. 4.
Zeichenerklärung Seite 357.

Im Süden hat Geyer die mächtige Überschiebung des Kaßbergmassivs als liegende Überfalte vom Nordfuß des Hochsteins, der Turmmauer bis in die Gegend von Habernau beschrieben. Ich halte es nun für ausgeschlossen, daß ohne besondere Veranlassung (die Schublinie Offensee—Almsee—Haslau streicht ungebrochen Ost—West) im Verlauf einer einfachen Versenkung (als solche faßt Geyer die Fortsetzung der Kaßbergstörung westlich Habernau auf) eine derart intensive tangentielle Bewegung, wie sie die Kaßbergüberfalte vor Augen führt, ohne seitliche Kompensation bleiben könnte; im Sinne Geyers ist mir die isolierte Überfalte unverständlich. Ganz anders dagegen, wenn wir die Kaßbergmasse mit dem tirolischen Streif von Falkenmauer, Windhagkogel ursprünglich im Zusammenhang überschoben denken auf bajuvarisches Gebiet; wenn wir dann den an einem longitudinalen Riß abgespaltenen, heute die tirolische Stirn bildenden Vorzug Traunstein—Falkenmauer gleitend weiter vortreiben lassen, während über das sich weitende bajuvarische Fenster die Deckmasse des Kaßbergs noch einmal in sekundärer Stirn überbeugt wird. In diesem Sinn wirkt die Störung Langwies—Ebensee als westliche Randspalte der nachzuckenden tirolischen Bewegungsphase.

⁵³⁾ G. Geyer, Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1911, S. 67, 1910, S. 168.

Noch fehlt uns heute, um zu endgültiger Entscheidung zu gelangen, die nähere Kenntnis von der Gegend des Offenbaches und der Nordseite des Hohen Schrotts. Hier muß sich das Fenster schließen; denn einmal ist die Fazies südlich des Hohen Schrotts gegen den Rettenbach echt tirolisch (oberliassische Adneterkalke!) und das Gebiet ein Äquivalent der Schafberggruppe; dann kann an der Querstörung Altaussee—Wildensee—Offensee doch kaum ein so lebhafter Vordrang, wie ihn die Almsee—Haslau und die Kaßbergbewegung östlich offenbart, nach West spurlos erlöschen; nur für erstere vermögen wir ja in Linie Rettenbach—Ascherstube—Karalpe ein Äquivalent zu erkennen (Nordgrenze der Totengebirgsdecke Haugs); letztere muß in dem übermächtigen Dolomitgebiet nördlich des Hohen Schrotts gegen den Offenseebach ihre Fortsetzung finden.

Im Sinne dieser Deutung spricht noch ein theoretischer Grund mit. Im Profil Stauffen—Saalfelden wird 35 km tirolisches Land ohne wesentliche interne Schubverkürzung durchmessen; in Linie Salzburg—Dientnaeralm steigert sich die Breite auf 43 km wesentlich durch Hinzufügung eines neuen, d. h. westlicher aberodierten, kalkalpinen Zuges im Süden. 43 km messen wir wiederum in Linie Schladming—Langbathsee am weitest nach Süden vorspringenden Eck des Dachsteins. Trotzdem nun die kalkalpine Masse östlicher bei Gröbming nach Nord zurückweicht, mißt man 50 km tirolisches Land zwischen Aich a. d. Enns und Traunstein, obwohl hier nicht etwa größere Dilatation, sondern eher intensivere Schuppungsverkürzung (Kaßberg!) zu spüren ist. Dies scheint mir auf unnatürliche Verbreiterung zu deuten, auf Abreißen und selbständiges Vortreiben des nördlichsten tirolischen Randzuges, der in solcher Lage außerordentlich an jenen der hochbajuvarischen Randmulde vorgelagerten, ihr ursprünglich auch zugehörigen Streifen von Wetterstein- und Muschelkalk bei Füßen und Ammergau (Füßener—Steckenbergscholle) erinnert.⁵⁴⁾

Würde es sich trotz alledem herausstellen, daß das „Fenster“ von Ebensee tirolisch ist, daß also die im Süden begrenzende Schubfläche Offensee—Habernau—Kaßberg selbständigen Charakters wäre, so müßte diese, nicht der Schubrand des Totengebirges, mit der Grünseescherfläche verglichen werden.

Im Sengsengebirge ergeben sich für die Beurteilung der Mechanik der tirolischen Bewegung grundlegende Anhaltspunkte. Geyer hatte ursprünglich (Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1886, S. 247, 1887, S. 125) im Glauben, Rhätkalk in dem Wettersteinkalk der Gipfelmasse vor sich zu haben, dessen Auflagerung auf vorgelagertem Hauptdolomit und den jungen bajuvarischen Muldengesteinen eingehend beschrieben. Wir wissen heute, daß es sich um tektonische Auflagerung eines vorgeschobenen Wetterstein-

⁵⁴⁾ Vgl. Hahn, Geol. Rundschau 1914.

kalksattels mit teilweise erhaltenem Hauptdolomitzwischen-schenkel auf jüngerem Vorlande handelt. Das Profil Hohe Nock—Sonntagsmauer (G. Geyer, Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1909, S. 129) hat deshalb äußerlich große Ähnlichkeit mit jenem v. Pias vom Höllengebirge. Aber den dort fehlenden Beweis, daß die vorgelagerte Muldenzone und der Hauptdolomit des liegenden Schenkels der Sattelfalte ursprünglich organisch zusammenhängen, hat hier Geyer wirklich erbracht. An der Sonntagsmauer ist der schwächige Hauptdolomitstreif zwischen Tithon und Wettersteinkalk noch von bedeutungsvollen Bewegungsflächen eingeschlossen; 6 km östlicher, von der Krummen Steyrling an,⁵⁵⁾ schaltet sich im Hangenden des allmählich normal stark werdenden Hauptdolomits erst nur Lunzer Sandstein, dann auch Opponitzer Kalk ein und im überstürzten Liegenden Rhät und Lias; ein Profil Alpenstein—Krestenberg (G. Geyer, Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1905, Bd. 59, S. 29) durchschneidet bajuvarisches und tirolisches Gebiet, ohne daß noch eine wichtige Trennungsfuge zu spüren wäre: wir stehen hier wirklich am Ostende des tirolischen Bogens.

Wenig östlicher versinken die Faltenwellen von Bajuvarisch und Tirolisch unter die scharf diskordant aufgelagerte Gosaukreide. Zwei verschiedene Falten-systeme stehen sich westlich und östlich des schmalen, nordsüdlich streichenden Kreidezugs gegenüber; östlich staut die vorderste bajuvarische Zone den Kreideflesch vor sich auf und zwingt ihn zur Anpassung im Streichen der Faltenwelle, ein deutliches Merkmal nachsenoner Kompression. Dieser jüngeren Bewegung, nicht der alten vorgosauischen Faltungsperiode muß der tirolische Vorstoß zugehören, der am Alpenstein bereits den tirolischen Randsattel sich drohend über die mit Gosaukreide im Kern bereicherte bajuvarische Mulde der Ebenforstalp erheben läßt.

c) Östliche und westliche Äquivalente.

Die Zonenverschnürung zwischen Admont—Hieflau und Altenmarkt a. E. wirkt als Faltungsknoten. Es sieht aus, als ob die Faltenbögen des kretazischen Staus einstens mit süd-östlichem Streichen abgeflossen wären, im Tertiär aber geknickt

⁵⁵⁾ G. Geyer, Geol. Karte, Blatt Weyer, SWGruppe 1911, Nr. 12.

und dem karpathischen Bogen eingefügt würden. Nachdem gerade hier diese Abbeugung eintrat, sind die Argumente Geyers für die Bodenständigkeit des Granits am Buchdenkmal als eines mächtigen Stausporns leicht zu würdigen; wenn wir vielleicht auch die heutige Lagerungsstelle nicht mehr in ursprünglichem Zusammenhalt mit dem kristallinen Untergrund zu denken brauchen, weit möchte der Keilsplitter immerhin kaum vertragen sein.

Die alttertiäre Vorbewegung östlich Linie Altenmarkt a. E.—Landl—Hiefau hat entsprechend der in großen Zügen regelmäßigen Faziesverteilung auch zur Herausbildung analoger — wenn auch kaum genau identischer Schubzonen geführt. Die Äquivalente von Tief- und Hochbajuvarisch wurden bereits in Kobers Frankenfeser und Lunzer (Gaming) Decke besprochen; seine Ötscherdecke läßt sich der tirolischen Deckenmasse westlich der Enns zur Seite stellen. Hier wie dort greift die Schubfläche zur sandig-schiefrig entwickelten skytischen Stufe hinab; eine starke, meist dolomitische ladinische Stufe, eine mächtige, überwiegend kalkige norische Stufe, die sich in Starhembertentwicklung praktisch oft schwer abtrennbar ins Rhät fortsetzt, finden wir am Ötscher wie im Totengebirg, der Wimbachgruppe, den Steinbergen wieder. Dem Sandstein und Arkosen vom Gresschiefertypus des Schwefeltals und vom Sulzbach treten die sandigen Lamelli-branchiatenkalke von der Kammerker gegenüber; eine nördliche, rein kalkige Fazies von Lias und Dogger vom Ötscher, Dürrenstein, Enzesfeld und Hohen Mandling stimmt gut mit der Zone Kammerker—Adnet überein, die südliche, mergelreichere kennen wir aus dem Hochtorgebiet und von Klachau, vom Königsee und der Oberweißbachmulde und diesem selben Zug entspricht auch die Fazies der Eibergstolle am Inn. Fossilreiche Gosauschichten mit Hippuriten-, Aktäonellen- und Nerineenkalken gehören um St. Wolfgang und Salzburg auch zur tirolischen Masse. Klaus- und Makrocephalenkalke sind zwar der tirolischen Decke westlich der Salzach fremd, stellen sich aber bereits am Dachsteinmassiv in gleicher Ausbildung wie östlich der Enns ein.

Da solche Gleichstellung auch mit dem auf gründliche Eigenaufnahmen beruhenden Urteil Bittners und Geyers in Einklang steht (beide hatten ja schon seit langem das tirolische Sengsengebirge mit dem Gamssteine bei Palfau gleichgesetzt), dürfte ihr genügende Berechtigung innewohnen.

Das Ostende des Sengsengebirges war in der Flucht nordwärts gerichteter Bewegungen als stabiler, nur innerhalb der gesamten austroalpinen Masse bewegter Ort erschienen; auch im Westen soll nach ähnlichem Abschluß gesucht werden.

Westlich der Kufsteiner Talung, östlich der noch kräftige Überschiebung der tirolischen Masse anzunehmen war, müssen wir für die Streeke Kufstein—Guffert auf Mojsisovics zurückgreifen, der 1871

(Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt, S. 189) drei charakteristische Profile veröffentlichte. An die stark überkippte Tierseer Mulde, die östlich des Inns schon unter den tirolischen Bogen getaucht war, stößt ein stehender Sattel Wettersteinkalks mit scharfer Diskordanz; Raibler, die G ü m b e l 1861 eingezeichnet hatte, konnten nicht mehr aufgefunden werden. Dieser Sattel setzt sich O—W streichend zum Guffert und Unnutz fort und hier haben wir die schöne Aufnahme Ampferers⁵⁶⁾ zur Grundlage. Die mächtige Abbeugung des Wettersteinkalkes ist hier nun nicht mehr gegen Nord, sondern westwärts gerichtet. Sowohl die überschobene Mitteltrias wie der vorgelagerte Streif Hauptdolomits, der seinerseits wieder den Muldenkern des Juifens überschiebt und als liegender Schenkel der Unnutzstirn gelten könnte, streicht nordstüdlich. Die kleinen Klemmschollen, die Ampferer zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit fand, bestehen aus Rhätkalk und Raiblerschichten, erstere wohl zum Hangenden des Hauptdolomits, letztere des überstürzten Wettersteinkalks gehörig. Zwischen beiden verläuft aber naturgemäß nochmals eine Bewegungsfläche, so daß auch hier ein ungestörter Zusammenhang von Bajuvarisch und Tirolisch sich nicht erweisen läßt.

Die Unnutzbewegung kann aber als sekundär, nach der tirolischen vor sich gegangen gedeutet werden; Ampferer erkannte ihr südost-nordwestliche (vielleicht sogar westnordwestliche) Richtung zu. Wir beobachten ja auch, daß sich sowohl im NO an der Natternwand, wie im West am Kirchl die zwischen Neokom und Hauptdolomit, zwischen Mahmoos und Unterautal ausgefallenen Schichten der überstürzten Mulde einstellen. Dieser jugendlichen Verzerrung, welche der spätligozänen Querfaltung beizurechnen werden darf, ist auch das scharfe Gegeneinanderstreichen in O—W und N—S am Unnutz und das Vordrängen der Karwendelmulde um fast 10 km nach Nord zuzuschreiben, wobei die Wettersteinkalkmasse geradezu als Ramme gewirkt haben mußte. Unter solchen Gesichtspunkten ist es aber nicht unwahrscheinlich, daß ungeachtet der heute durchweg herrschenden tektonischen Diskordanz einstmals Tierseermulde und Unnutzsattel in normalem Zusammenhang stand. Denn jenseits des Achensees ist zwischen Tiersee(-Karwendelvorgebirgs-)mulde und dem dem Guffert und Unnutz entsprechenden Wettersteinkalkzug des vorderen Karwendels⁵⁷⁾ (Roßkopf—Falken—Stuhlkopf—Torkopf) auch nur mehr die kleine, allerdings von Störungen durchsetzte Gütenbergmulde eingeschaltet. Und zweitens ist Tiersee- und Rofanmulde faziell immerhin so nahe verwandt (mächtige oberrhätische Riffkalke, mittelliassische Hierlatzkalke, rote Ammonitenkalke des mittleren und oberen Lias, brecciöser mittlerer Jura gemeinsam), daß

⁵⁶⁾ Geol. Spezialkarte, S-W-Gruppe Nr. 29, 1912 und Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1903, S. 41.

⁵⁷⁾ Gegen eine Deutung, als ob etwa die Rofanmulde der Karwendelmulde bis zum Fonsjoch gleichzustellen wäre, scheint mir vor allem die doch immer noch deutliche fazielle Ungleichwertigkeit der beiden Seeufer zu sprechen; der östliche nach Nord—Süd abgebogene Hauptdolomit möchte deshalb tektonisch über jenem der Seebergspitze gelagert zu denken sein.

keine heute überfahrene Übergangszone von erheblicher Breite dazwischen gedacht werden muß.

Wenn wir den tirolischen Bogen am Achensee wie gegen die Enns im wesentlichen normal an das bajuvarische Vorland stoßen sehen, so folgert daraus wiederum bei dem symmetrischen Bau, bei dem zentralen Maximalausschlag eine gegen Nord gerichtete Bewegung.

d) Allgemeine Charakterzüge am tirolischen Bogen.

Es gilt, aus den erörterten Einzelbeobachtungen noch einige allgemeine Charakterzüge tektonischer wie fazieller Art abzuleiten.

Wir haben den nördlichen Schubrand der tirolischen Zone mit einer Förderung zwischen 13 und 20 km im Maximum, einem Bogenumfang von nahezu 240 km (Reichramingerbach — Achensee) und einer zugehörigen Sehne von 200 km kennen gelernt. Die Deckenstirn ist uns heute nicht mehr einheitlich gebaut erhalten, sofern sie das je gewesen wäre. Ein stehendes Gewölbe zwischen Guffert und Kufstein, ein eben zur Sattelwölbung einsetzender Abbruch am Stauffen und zwischen beiden am Kienberg ein frei in die Luft ragender Mulden-schenkel, scharfe Verwerfungsbegrenzung zwischen Salzburg und Mondsee, die quer verschiedene Falten und Unterzonen abschneidet, neuerlich ein übergeneigtes Gewölbe am Höllengebirge und Traunstein, wiederum ein Muldenflügel östlich bis zur Steyr und endlich abermals ein mehr und mehr normal gebautes Gewölbe im Sengsengebirge. reihen sich aneinander. Die mehrfach zu beobachtenden Gewölbe können kaum ursprünglich einer jetzt verzerrten Sattelwelle angehört haben; denn zwischen Walchsee und Inzell kommen mehrere kleine Wellen unter spitzem Winkel zu freiem Ausstrich und schärfer noch ist ähnliches östlich Salzburgs der Fall, wo selbst wichtige Innenschübe vom Rand geschnitten werden. Die Gewölbe im äußersten West und Ost müssen ihrer Erstanlage nach sehr alt, prägosauisch sein, da sich das Senon quer über den aberodierten Sattelfirst bis in die anliegende Muldentiefe lagert. Ein gleicher Nachweis ist für die Stirnsäume des Stauffens und Höllengebirges nicht erbracht und wohl auch unwahrscheinlich; sie mögen eher als echte Stirnfalten bei der alt-

tertiären Vorbewegung entstanden sein. Daß aber dadurch nicht etwa eine Deckenüberfaltung bewiesen wäre, geht schon daraus hervor, daß die sehr stark reduzierten Reste eines Liegendschenkels nur am vordersten Rande gefunden wurden, daß das bajuvarische Fenster von Ebensee ohne Zwischenschaltung von solchen unter der einfach gelagerten Decke hervorkommt. Schon die je an 1000 m mächtigen Kalk- und Dolomitmassen des ladinischen und norischen Niveaus hätten sich einer solchen Mechanik nicht einfügen lassen.

Nachdem im Vorangehenden bereits jurassischer Heteropie gedacht wurde (S. 272), soll hier die triassische längs des tirolischen Bogens verfolgt werden. (Vergleiche Tafel XIII.)

Die skytische Stufe ist in den westlicheren tirolischen Kalkhochalpen bekanntlich als „alpiner Buntsandstein“, d. h. als unregelmäßige, fossil- und kalkarme Folge von Sandsteinen wechselnden Kornes mit oder ohne Schiefereinlagen und einem basalen Konglomerat entwickelt; den Übergang zur anisischen Stufe vermitteln Rauhwaacken, Dolomite und Kalke (die Reichenhaller Schichten) nebst Gips oder Haselgebirg. Während bis zum Kaiser der tirolische Rand erst mit Muschelkalk einsetzt, sind südlich des Walchsees, am Rauschberg und Stauffen meist unzusammenhängende skytische Reste der geschilderten Art an der tirolischen Bewegungsfläche gefördert worden. Anders ist die Entwicklung im Almgebiet, wo Geyer südlich des Kornstein-Jagdhauses echte Werfenerschiefer mit Myophorien, am Schwereck Haselgebirge nachwies; nur eine Beimengung grünlicher Quarzite erinnert da an die oberbayrische Ausbildung.

Die anisische und ladinische Stufe führt westlich bis 500 m mächtigen Muschelkalk und 700 bis 1000 m starken Wettersteinkalk östlich des Karwendels ohne Zwischenlagen von typischen Partnachschiechten; Dolomitierung des Wettersteinkalks tritt nur lokalisiert auf (Guffert). Dagegen halten sich schon am Nordrand der Schafberggruppe, besonders im Höllengebirg Kalk und Dolomit die Wage; wenig südlicher von Linie Offensee-Almsee herrscht Ramsaudolomit durchaus. Dabei ist vom Traunsee an die für den oberbayrischen Muschelkalk charakteristische Dreiteilung einer Zweiteilung gewichen in liegende Gutensteinerkalke und hangende, dünnbankige, Hornstein führende, knollige Reiflingerkalke.

Für die ganze tirolische Masse ist ein stark entwickeltes und fossilreiches Karnikum bezeichnend; Mächtigkeiten bis zu 500 m werden im Wettersteingebirge, bis zu 700 m in Taurer- und Zirlerklamm angetroffen; die Wöhrmannsche Einzelgliederung aus dem Karwendel findet sich wenigstens in groben Zügen im Wetterstein, im Kaiser, am Rauschberg wieder; zu dieser Ausbildung scheinen auch die Carditaschichten von Hof und jene der Eisenaueralp nördlich des Schafbergs dem Profil Mojsisovics⁵⁸⁾ nach zu gehören. Den nicht recht klaren Angaben v. Pias über die

⁵⁸⁾ Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1866.

wohl ungünstig aufgeschlossenen Raiblerschichten des Höllengebirgs ist aber doch schon zu entnehmen, daß die hier mächtigeren, pflanzenführenden Lunzersandsteine mehr auf die niederösterreichische Entwicklung weisen. Aber erst vom Almabschnitt an tritt uns die für jenes Gebiet typische Gliederung in Reingrabener Schiefer, Lunzer Sandsteine und Opponitzer Kalke entgegen.

Hauptdolomit und Plattenkalk oder -dolomit (vergl. S. 271) ist östlich wie westlich gleich entwickelt. Das Rhät ist am tirolischen Nordrand gewöhnlich sehr mächtig und weist meist alle die am Osterhorn erstmals ausgeschiedenen Faunengesellschaften vermischt oder getrennt und übereinander auf; reichliche „Salzburger“ Ammonitenbänke und mächtige oberrhätische Rifffalke sind vom Karwendel über Rofan, Kammerker bis Adnet heimisch.

Diese neueren Beobachtungen gestatten heute auf Grund der tief- und mitteltriadischen Entwicklung die Grenze⁵⁹⁾ des oberbayrischen und niederösterreichischen Faziesbezirk festzulegen; nicht als Linie, wohl aber als breiter Saum verläuft sie zwischen Traun und Attersee.

Ergebnisse am tirolischen Bogen.

Zwischen Achensee und Reichraminger Bach ist im Alttertiär das tirolische Gebiet über das bajuvarische Vorland getreten mit einem von 13 bis zu 20 km zu veranschlagenden Vordrang zwischen Stauffen und Traunstein unter süd-nördlichem Impuls mit örtlicher Einrollung am Rande, der solcherorts intakt erhalten blieb. Dem tirolischen Vorstoß ist die Ötscherdeckenbewegung gleichzusetzen jenseits der Admont—Altenmarkter Verschnürung, die einer tertiären Verzerrung der austroalpinen Zonen über kretazeisch vorgefalteten Grund ihre Entstehung verdankt. Die Kreidefaltung hat sich innerhalb des tirolischen Gebietes zu vorsenonen Schüben verstärkt. Die junge Querfaltung hat Teile des tirolischen Randes zu neuen, gegen West gerichteten Nachschüben benützt. Die Strecke Attersee—Traunsee ist Grenzgebiet von oberbayrischer und niederösterreichischer Fazies.

IV. Der Südrand der tirolischen Masse.

Der Südrand der nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns ist in den letzten Jahren nur in bescheidenstem Maße mit Spezialaufnahmen bedacht worden. Nur im Kaisergebirge

⁵⁹⁾ Böse hatte 1898 (Zeitschr. d. D. geol. Gesell. S. 746) diese Grenze noch unbestimmt gelassen.

war Leuchs, im Blühnbachtal Fugger, Geyer am Bosruck tätig, während wir für die zwischenliegenden Strecken auf 15 und mehr Jahre zurückliegende Forschungen, wo nicht gar auf die Erstbegehungen von Gumbel und Mojsisovics fußen müssen. Dies steht in merkwürdigem Gegensatz zu der hohen deckentheoretischen Bewertung durch Haug und Kober, die zweifellos bei Vorlage einiger neuerer Spezialarbeiten ein gut Teil ihrer hypothetischen Ausdeutungen nicht in der jetzigen Form gebracht hätten. Seitdem ich mit den Überdeckungsbewegungen in den Berchtesgadener Alpen vertraut geworden war, schien mir die nähere Untersuchung dieses Südrandes eine für viele Fragen entscheidende Rolle zu spielen und so versuchte ich denn nach Möglichkeit durch Begehung einer Reihe von Querprofilen einzudringen in den Bau dieser Zone, besonders auch unter Berücksichtigung vergleichender Stratigraphie.

a) Vom Inn zur Saalach.

Wir beginnen die nähere Betrachtung abermals am Kaisergebirg. Der Kern der Ergebnisse von Leuchs⁴⁰⁾ ist, daß einer primären Verfaltung eine typische Schollentektonik folgte, als deren Resultat ein Mosaik von vertikal meist erstaunlich kräftig auseinander gezogenen Krustenteilen uns heute vor Augen liegt; die Sprunghöhen würden sich meist zwischen 600 und 1500 m bewegen. Worüber man aber 1907 vielleicht noch im unklaren war, das scheint mir heute entschieden zu sein; weder westlich zwischen Achensee und Fernpaß, noch östlich im Berchtesgadener Land sind vertikale, radiale, sondern tangentiale Massenverschiebe das Wesentliche im Alpenbau. Schon unter diesem allgemeinen Gesichtspunkt muß die „Schollenlandschaft“ des Kaisergebirges befremden.

Ich habe im dritten Kapitel dieser Arbeit gezeigt, daß der große nördliche Randbruch vor dem Zahnen Kaiser mit dem tirolischen Schubrand zusammenfällt; gelegentlich der Besprechung⁴¹⁾ der jüngsten Leuchs'schen Studie in dieser Zeitschrift 1912 habe ich kurz darauf verwiesen, wie auch die vertikalen „Brüche“ um die Fibergscholle Bahnen tangentialer, gegen West gerichteter Massenbewegungen sein könnten; so ist es nichts überraschendes, auch die großen streichenden Störungen im Süden ihres rein vertikalen Charakters entkleidet zu sehen.

Der Wilde Kaiser besteht bis hinunter ins Ellmauer Tal als Gegenflügel der Kaisertalmulde (vergl. Textfigur 1) zum Zahnen Kaiser aus überwiegend nordfallenden Schichten, die in der östlichen Hälfte sich auf drei Schollenstreifen verteilen. Einer mächtigen Masse Muschel- und Wetterstein-

⁴⁰⁾ Ferdin. Zeitschr. 1907, III. Folge, 51. Heft, S. 53.

⁴¹⁾ N. Jahrb. f. Min. 1913, I, 2, S. 290.

kalks der östlichen Gipfelkette steht um 1500 m (!) gesenkt ein mit Hauptdolomit und Raiblern gefüllter „Graben“ gegenüber, der wieder im Süden von „gehobenem“ Wetterstein- und Muschelkalk gesäumt wird. Leuchs gibt an zwei Stellen Beobachtungen über die Lage dieser „Verwerfungen“ an, die mir mehr Beachtung zu verdienen scheinen, als der Autor ihnen selbst beimaß. Man liest S. 121: „Hier (d. h. südlich Regalpspitze) liegt eine die das Kar ‚Im Hochgrubach‘ begrenzende Wand bildende Scholle von Wettersteinkalk unter dem Muschelkalk und dürfte danach als eine aus der Hauptmasse herausgeschobene Scholle aufzufassen sein“; und S. 123: „Eine Verwerfung trennt sie (d. h. die Myophorienschichten am Ostende des Schatterberges) von dem nördlich folgenden Hauptdolomit. Die Verwerfungsfläche fällt sehr flach (!) nach Nord ein, so daß sich der Hauptdolomit deckenförmig über die Myophorienschichten ausbreitet.“

Die letzterwähnte Störung ist nun nichts anderes als der „Längsbruch“ des Niederkaisers, der einen Sockel von Muschelkalk im Süden und Raibler- und Hauptdolomit im Nord derart in Kontakt bringt, daß zum mindesten auf der Strecke Kaiseralp-Regalp schon orographisch kein Zweifel über eine kontinuierlich nordgeneigte Grenzfläche zwischen beiden Schollen möglich ist. Wollten wir den mittleren Schollenstreif mit Raiblern und Hauptdolomit als stabil geblieben betrachten, so würde nicht nur eine Herausschiebung des Untergrunds nach Süd im südlichsten Streifen, sondern auch eine Überschiebung durch die nördlich folgende Gipfelscholle (siehe erste Beobachtung von Leuchs) resultieren. Das letztere stimmt noch dazu mit dem eigenartigen Bogen überein, der den Wettersteinkalk des Wilden Kaisers im Ost umfährt und so zu deuten wäre, daß der Wettersteinkalk den Hauptdolomit der Maukalp überlagert, sofern nicht hier bereits tatsächlich Vertikalkontakt, wie das Leuchs annahm, vorläge; die eigentümliche Form dieses „Bruchs“ ordnet ihn jedenfalls eher den Längsstörungen als den Querbrüchen zu, zumal weder in nördlicher noch südlicher Richtung eine Verlängerung solchen „Querbruchs“ feststellbar ist.

Ähnlicher Schubcharakter der Längsstörungen gilt mindestens bis zur Gruttenhütte, wo man Hauptdolomit einem reduzierten Sporn von Wettersteinkalk aufrufen sieht. Westlicher ist dagegen an der nördlichen der beiden Längsstörungen vertikale Lage vorwiegend, wohl als der eigentliche Grund der eingangs erörterten Leuchsschen Auffassung; aber schon bezüglich der übermächtigen Masse nordfallenden Muschelkalks zwischen Wegscheid und Bärnstattgraben gewinnt man unwillkürlich die Überzeugung, daß interne Schubwiederholung, die bei gleichsinniger Schichtneigung leichter im Gehänge verschwindet als vertikale Brüche, die gerade hier sichtbar sein müßten, wesentlich beteiligt sein könnte.

Es drängt sich die Frage auf, ob nicht die geschilderte Schuppung der im Eiberger Becken und an der Walleralp (Übergleitung des Hauptdolomits auf den Wettersteinkalk des Zetten Kaisers) tätigen jugendlichen Querbewegung beigeordnet werden könnte. Damit scheint mir aber unvereinbar zu sein, daß bei westgerichteter Massenverlagerung der Wettersteinkalk

des südlichen Hauptkammes das östliche Hauptdolomitvorland so deutlich überragt, wo doch weit eher Anschub dieses letzteren auf den Gipfelkamm zu erwarten wäre. Wie schon an der tirolischen Linie, so kommen wir auch diesmal zur Ablehnung solchen Erklärungsversuches.

Könnte nicht aber etwa das Kaisergebirge als schwebende Decke und das durch die nordfallenden Längsstörungen abgetrennte südliche Vorland als im Zusammenhang mit jenem nördlich des tirolischen Bogens gelegenen, bajuvarischen gedacht werden?

Hier hat fazielle Untersuchung einzusetzen und sie ist es, die solche Kombination als unmöglich erweist. Schon die große Mächtigkeit der skytischen Stufe am Südrand, in der Horizonte (das Verrukano genannte Basalkonglomerat) und Gesteine (Lagen typischer Werfener Schiefer) auftreten, die weder im bajuvarischen Gebiete noch am tirolischen Nordrand westlich Salzburgs gefunden wurden, sprechen dagegen. Für die anisische Stufe aber hat gerade hier Leuchs eine beachtenswerte Heteropie festgestellt. Während der Muschelkalk des Zahmen und Wilden Kaisers noch oberbayrischen Charakters ist, tritt im Süden, eben in jenem abgetrennten Schuppenstreifen, ein bis zu 500 m starker Komplex vorwiegend dunkler, dolomitischer Gesteine auf, der mit ähnlicher Ausbildung in dem Berchtesgadener Faziesbezirk, der zweifellos auch ursprünglich südlich des oberbayrischen lag, zusammenfällt. Südlich des Hintersteiner Sees gesammelte Gesteine könnten irgendeiner Stelle am Südrande des Leoganger Steinberges oder nahe Saalfeldens entnommen sein und das meiste von dem, was Böse und ich aus dem Berchtesgadener Land als „Reichenhaller Dolomit“ beschrieb, ist gleichfalls petrographisch und wohl auch dem Alter nach damit identisch. Leuchs hat des weiteren darauf aufmerksam gemacht, daß vom Zahmen Kaiser gegen Süd zum Wilden und Niederkaiser eine Zunahme der Mächtigkeit (und Fossilführung) der Raibler Schichten von 125 auf 250 m erfolgt; solche Zunahme ist aber äußerst charakteristisch für die mittlere und südliche tirolische Zone, wie sich an der Inntaldecke und zwischen Saalach und Salzach erweisen läßt.

Die verschuppten Schollenstreifen im Süden des Wilden Kaisers haben somit nicht nur nichts mit bajuvarischer Fazies gemein, ihre Ausbildung weist sie vielmehr eher noch gegen Süd über das heute erhaltene tirolische Gebiet hinaus zu einer dem Berchtesgadener Bezirk benachbarten Lage.

Diese Schubbewegungen mit gegen Süd ansteigenden Flächen müssen somit regional-geologische Selbständigkeit haben.

Mit der Kalkstein-Kirchberggruppe, die bisher nur Schlosser⁶²⁾ flüchtig besuchte, betreten wir ein faziell hochinteressantes Gebiet. Wie die Kammerker-Sonntagshorngruppe in geradezu klassischer Weise den Übergang von oberbayrischer zu Berchtesgadener Fazies in der karnischen bis rhätischen Zone erkennen läßt, so führt das genannte Bergland uns denselben Vorgang für die untere und mittlere Trias vor Augen. (Vgl. Tafel XI, Profil und Tafel XII.) Bereits dem Buntsandstein, der immerhin noch überwiegend als bräunlicher oder rötlicher Quarzsandstein entwickelt ist, sind gegen Ost wechselnde Mengen violetter Ton- und Sandschiefer mit Tongallen beige-schaltet, die lebhaft an echte Werfener erinnern; das hangende Niveau der Reichenhaller Rauhwacken und Dolomitbreccien⁶³⁾ wird von sehr mächtigem Muschelkalk überlagert, der eben noch die bayrische Dreiteilung in liegende Wurstelbänke, mittlere, reinere Kalke und obere, dünnere Lagen mit Hornsteinknollen erkennen läßt; verschiedenerorts tritt aber bereits Dolomitisierung ein. Es folgt nun die an 1000 m starke ladinische Stufe, in der östlichen Hälfte fast ganz, in der westlichen größtenteils als typischer Wetterstein—Ramsaudolomit entwickelt; zwischen den Dolomitmassen sind nahe der Liegendgrenze noch helle Kalkbänke eingeschaltet (nördlich Bruckwirt, an der „Platte“). Die hangende karnische Stufe führt in den Erpfendorfer Zementmergeln noch Cephalopoden, aber Schritt für Schritt läßt sich gegen Ost vorschreitend verfolgen, wie die Raiblergesteine des Kaisergebirgs zwischen anschwellenden Lagen schwärzlichen, bituminösen Dolomits eingekeilt sich verschmälern und das charakteristische, von mir 1910 (Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, S. 328) beschriebene Profil der Rechensauer Alm zeigt einen über 300 m starken Wechselkomplex mit a) schwächtigen, liegenden oolithischen Kalkbänken mit Sphärokodien und *Cardita Gumbeli*, b) einer mächtigeren dolomitischen Zwischenlage, c) neuerlichen, noch geringmächtigeren Kalkbänken mit großen *Cidaristacheln* und *Pentakrinusstielgliedern* und d) über 200 m starkem schwarzen Dolomit. Diese dunklen, karnischen Dolomite sind identisch mit jenen an der Basis der Kammerker (hier mit karnischen Fossilien!) und jenen Fuggers vom Leoganger Steinberg und dem Süden des Hagengebirgs. Der außerordentlich mächtige (wohl über 600 m), hellgefärbte, gut geschichtete Dolomit im Hangenden, in dem ich (l. c. 1910, S. 334) Megalodonten aus der Gruppe der *Tofanae* R. Hoernes

⁶²⁾ „Zur Geologie von Nordtirol“, Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1895, S. 340.

⁶³⁾ Gute Aufschlüsse an der Kirchleekalp.

nachwies, ist überwiegend unternorisch und kann am besten als Dachsteindolomit bezeichnet werden, da seine petrographischen Eigentümlichkeiten ihn vom Hauptdolomit, das Alter und die gute Schichtung ihn vom Ramsaudolomit abtrennen.

Im ganzen genommen neigt die skytische und anisische Stufe vielleicht noch etwas mehr dem oberbayrischen, die ladinische bis norische dem Berchtesgadener Typus zu: die ganze Kalkstein-Kirchberggruppe aber bildet den ungestörten Grenzsäum beider Faziesbezirke.

Als eines Leitgesteines für den Südflügel der westlichen tirolischen Mulde muß einer Einlagerung von bunten, rot, gelblich und grau gefärbten, oft hornsteinführenden Kalkes stets nahe der Grenze von anisischer und ladinischer Stufe deshalb gedacht werden, da es sich offenbar um letzte Ausläufer des aus dem Salzkammergut berühmt gewordenen Schreyeralmkalkes handelt. Solche Einlagen finden sich erstmals im südlichen Karwendel (Ampferer, Jahrb. d. k. k. Geol. R.-A. 1898, S. 306), wo sie die Fauna der Zone des *Ceratites trinodosus* führen und unter die „Draxlehnerkalke“ Pichlers⁶⁴⁾ fallen, sie kehren auf der Südseite des Wilden Kaisers⁶⁵⁾ wieder und treten auch an der Winterstallalpe im südöstlichen Teile der Kirchberggruppe⁶⁶⁾ auf, um von hier nach Ost sich nun häufiger, doch stets in Linsenform, einzustellen.

Die aus dem südlichen Kaiser beschriebenen Längsstörungen lassen sich bis zur Senke Fieberbrunn—St. Ulrich in gleicher Bedeutung verfolgen. Der Muschelkalk des Jägereck rückt dadurch anormal an die karnischen Zementmergel heran, am Bruckwirt treten innerhalb der anisischen und ladinischen Stufe Verdopplungen auf und deutlich ist dies im Profil Gerst-

⁶⁴⁾ Wie Schlosser nachwies (Zeitschr. d. D. Geol. Gesell. 1898, Bd. L, S. 355), ist der echte Draxlehner Kalk oberkarnischen Alters; die Bezeichnung darf also für die allerdings isopische, anisische Lage nicht verwendet werden.

⁶⁵⁾ Am Klein-Kaiserl. (Leuchs l. c. S. 73.)

⁶⁶⁾ Die Karte Gumbels (1861) ist im allgemeinen zutreffend, nur die Grenzlegung von Muschel-, Wettersteinkalk und Raibler ist unrichtig; die Raibler streichen in Wirklichkeit fast O—W (Zementfabrik, Angerlalm, Altenmais, Rechensaueralp); die Hälfte des Gumbelschen Muschelkalks ist ladinischer Ramsaudolomit (nördlich Linie Jägereck—Bruckwirt—Gerstbergalp—Lindtal); Partnachschieben fehlen natürlich.

bergalp—Kirchleckalp der Fall, wo man mindestens zweimal die Stufengrenze trotz regelmäßigen Nordfallens überschreitet.

Die ganze Gruppe fällt einheitlich Nord, steiler im Süden (bis zu 70°) und flacher im Norden (20 bis 40°); trotz sekundärer Zerreißung darf sie als Südflügel der zwischen Dürrnbachhorn und Kammerker gespannten tirolischen Mulde gelten.

Die fazielle Würdigung der besprochenen Serie gestattet weitere Schlüsse; wer von der Kirchberggruppe kommend die von Schlosser⁶⁷⁾ und Ampferer⁶⁸⁾ geschilderte kleine Triasinsel vom Gaisberg bei Kirchberg westlich Kitzbichls aufsucht, wird von der nahen Übereinstimmung beider Gesteinsreihen überrascht sein. Hier sind auf Wildschönauer Schiefer abgelagert 1. rote und weiße Quarzsandsteine mit basaler Transgressionsbreccie aus ortsnahen paläozoischen Komponenten; 2. 10—15 m dolomitische Rauhwacken (Reichenhaller Niveau); 3. ungeschichteter, meist hellfarbener Ramsaudolomit (unterer Teil wohl anisich; bis 500 m?) mit *Terebratula vulgaris* und *Omphaloptychia irritata* (Fossil des Ramsaukalks); 4. a) Carditakalke und Mergelschiefer (10 m) mit Fossilien, b) bituminöser, dunkler, geschichteter Dolomit, „sich sandig anfühlend“⁶⁹⁾. Da 4. b) scheinbar eine 300 m übersteigende Mächtigkeit erreicht, könnte ein gewisser hangender Teil dieses Dolomits schon zur unternorischen Stufe gehören.

Stellen wir diesen beiden ausführlich geschilderten Gesteinsreihen noch jene von Pichler⁷⁰⁾ und Schlosser⁷¹⁾ aus Profil Wörgl—Niederau beschriebenen gegenüber mit 1. Buntsandstein, teilweise mit Brocken von paläozoischen Dolomiten und Kalken; 2. Reichenhaller Rauhwacke; 3. a) dunkler, brecciöser Gutensteiner Dolomit mit Kalk- und Mergelzwischenlagen; 3. b) blaugrauer Evinospongiendolomit und weiße Dolomitbreccie (Ramsaudolomit). Ziehen wir schließlich die gleichfalls von Schlosser beschriebenen Gesteine von Mauken heran, wo geringmächtige Raiblerschichten inmitten von Ramsaudolomit (i. e. ladinischer und karnischer Dolomit) nachgewiesen wurden, so ergibt sich, daß die verglichenen Serien nicht nur in einem Bildungsraum entstanden sein müssen, sondern daß auch eine wesentliche Verschiedenheit in der tektonischen Stellung derselben ausgeschlossen erscheint. Die Triasinsel des Gaisbergs ist echt ostalpin und gehört ihrer Fazies nach primär an den südlichsten Rand der tirolischen Zone.

Auffällig ist eine Reduktion der genannten tieferen Trias am Gaisberg, gegenüber dem mächtig entwickelten karnischen Niveau; es wird der Vergleich mit östlich gelegenen Profilen am tirolischen Südrand dartun, daß

⁶⁷⁾ Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1895, S. 344.

⁶⁸⁾ Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1907.

⁶⁹⁾ Vgl. Hahn, Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1910, S. 326.

⁷⁰⁾ Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1869, S. 212.

⁷¹⁾ Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1895, S. 344.

auch diese Reduktion wesentlich primär, nicht tektonisch gedeutet werden darf.⁷²⁾

Die tirolische Zone steht somit ursprünglich und wohl größtenteils auch heute noch im Transgressionsverband mit der Grauwackenzone. Deutlichst zeugen davon die skytischen Basalbreccien und Konglomerate, die alle Arten paläozoischer Gesteine, Schwazer Dolomit neben druckgeschiefertem und verbogenen Wildschönauer Schiefem sich einverleibt haben und welche von Schwaz, von der Hohen Salve bis Leogang in ähnlicher Ausbildung und oft deutlich diskordant dem paläozoisch vorgefalteten Grundgebirge aufsitzen.⁷³⁾ Die tatsächliche Beobachtung wendet sich gegen die Möglichkeit einer Auffassung, als ob etwa diese Auflagerungsfläche der Trias eine Deckenbahn wäre. Die Komponenten des Basalkonglomerates wie die Lagerung der skytischen Stufe weisen im Gegenteil darauf hin, daß eine Sonderung in obere und untere Grauwackendecke, sofern eine solche westlich der Salzach überhaupt angenommen werden dürfte, prätriadischen Alters sein müßte. Der austroalpine Südrand ist hier einfacher Erosionsrand, nicht tektonisch abgegrenzt; der Bogen Saalfelden—Schwaz entspricht nicht etwa jenem am nördlichen tirolischen Schubrand; triadische Gesteine von Berchtesgadener Fazies müssen einst das ganze Gebiet zwischen Kitzbühl und Schwaz verdeckt haben und von dieser wurzelfesten Bedeckung ist Gips und Sole des Kitzbichler Bühlachs und die Trias des Gaisberges der letzte Rest.

Eine mäßig verschiebende Querstörung tritt bei Station Fieberbrunn aus der Grauwackenzone in die tiefere tirolische Trias über, wodurch östlich der kalkalpine Rand um einige Kilometer gegen Süd in die Wildseelodergruppe hinein sich verschiebt; nach Nord klingt diese Bewegung, deren Bahn vielleicht nichts anderes als das natürlichere Ende der aus dem südlichen Kaiser beschriebenen Längsstörungen bedeutet, sehr rasch aus; schon um St. Jakob ist beiderseits kaum mehr ein Ver-

⁷²⁾ Den Ampfererschen Darlegungen nach möchte man angesichts des nord-südlichen Schollenstreichens eine tatsächlich vorhandene Scherfläche weit eher auf die Querausfaltung, denn auf Fernschub in süd-nördlicher Richtung beziehen.

⁷³⁾ Th. Ohnesorge, Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1905, S. 373 und 1909, S. 350.

schub zu spüren. Stratigraphisch, faziell wie tektonisch entsprechen sich die östlich und westlich der Linie Pillersee—Hochfilzen gelegenen Gebirgsteile vollkommen; hier etwa eine Deckengrenze durchlegen zu wollen, hieße Verkenntung eines überaus einfachen Zusammenhanges.

Die Steinberge wurden von Schlosser und Böse mit Recht der Berchtesgadener Faziesprovinz zugerechnet; ihre Gesteinsserie entspricht auch tatsächlich so vollkommen der für letztere geltenden Norm, daß es unberechtigt wäre, für diese Gebiete eine besondere „Bayrisch-Berchtesgadener Fazies“ aufzustellen oder sie als „Uebergangsglieder“ zu behandeln.

Wir beginnen mit dem Raibler Niveau als dem Angelpunkt interner Gliederung. Mojsisovics⁷⁴⁾, Fugger⁷⁵⁾ und Schlosser (l. c.) haben es vom Südrand kennen gelehrt; erst in den letzten Jahren ist es mir gelungen, es fossilführend auch aus dem zentralen, den Leoganger und Loferer Steinberg trennenden Gebiet und am äußersten Nordrand nachzuweisen. Mojsisovics hatte schon 1874 die Einzelgliederung der karnischen Stufe an der Stoissen- und Brandlalm vollkommen richtig erkannt,⁷⁶⁾ wie ich mich selbst an Ort und Stelle überzeugte. Entsprechend seiner Ansicht müssen jene bituminösen, dunklen Dolomite, die auf geringmächtigen, doch fossilreichen Carditaschichten⁷⁷⁾ (dunkle, mergelige Kalke und Schiefer mit *Carnites floridus* und *Halobia rugosa*) lagern und die Mächtigkeit der letzteren um das Vielfache übertreffen, dem karnischen Niveau zugerechnet werden; handelt es sich doch um dasselbe Gestein, das 1910 nördlich Waidrings *Myophoria inaequicostata* und eine der *chenopus* sehr ähnliche Form lieferte und welches an der Rechensauer Alm mit fossilführenden Raiblern durch Wechsellagerung verknüpft ist und von Fugger zwischen Grießenbach und Stoissenalp des öfteren über schwächere Raibler Lagen gefunden wurde. Ich habe, um Sicherheit über die Mächtigkeit der karnischen Stufe zu erhalten, auch das Profil Piebing—Saliterköpfl—Brandlhorn⁷⁸⁾ begangen und traf dort die Basis der karnischen Schiefer über

⁷⁴⁾ Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1874, S. 113.

⁷⁵⁾ Mitteil. Ges. Salz. Landes. 23, 1883.

⁷⁶⁾ Gegenüber einer unglücklichen Bemerkung Böses (1898, S. 523) muß dies hervorgehoben werden.

⁷⁷⁾ Wenige Schritte führen von dem den Mühlbach nördlich Stoissenalp übersetzenden Steg im Bach aufwärts zum Aufschluß der Raibler Schichten; die dunklen Dolomite bilden den ganzen Rücken zwischen Stoissen- und der verfallenen Brandlalm.

⁷⁸⁾ P. 1901, der richtiger Plattenkopf heißen sollte; das eigentliche Brandlhorn liegt westlicher.

Ramsaudolomit etwa 600 m nordwestlich P. 1491 an in einem kleinen, von neuem Jagdsteig gequerten Sättelchen in Gestalt schwärzlicher Halobiaschiefer (typische „Reingrabner“ schiefer) 5 m stark; darauf liegen schwarze Kalke und Dolomite und dann hellgrauer Dolomit (beide je ungefähr 20 m mächtig), neuerdings eine kompakte Masse rötlich und gelblich grauer, auch dunkler Dolomite (N 80° O—str., N f. 40°), gegen die Scharte unter der Felswand des Brandlhorns mit allmählichem Übergang zu helleren, gutgebankten, mäßig Nord geneigten Dachsteindolomit vom Habitus der unternorischen Dolomite Waidrings. Profilmäßig folgert für die Gesamtmächtigkeit der karnischen Gesteine rund 300 m, eine Zahl, die mit jener bei Waidring und an der Rechensaueralp ermittelten gut in Einklang steht.

Trotz der auffälligen Reduktion der „Cardita-Schichten“, die aus dem Kaiser zur Saalach in einem Zuge zu verfolgen waren, ist die karnische Stufe im ganzen nicht nur nicht vermindert, sondern in recht gleichbleibender Stärke vorhanden, die scharf zu der am bajuvarischen Rande üblichen, echten Reduktion kontrastiert. Die schwarzen Reingrabener Schiefer wie das Ueberwiegen des Dolomits beweist die völlige Zugehörigkeit der Steinberge zum Berchtesgadener Faziesbezirk.

Die karnische Stufe ist im westlichen Hochschüttachgebiet zwischen den Steinbergen noch wesentlich gleich ausgebildet,⁷⁹⁾ aber nach Ost geht hier die weitere Unterdrückung von „Raibler“-Einlagerungen Hand in Hand mit einer zunehmenden Hellerfärbung des Dolomits, so daß es leider praktisch unmöglich wird, die Grenze zum hangenden, wesentlich gleich ausgebildeten Dachsteindolomit festzulegen; aber ungeachtet dessen beweisen diese Verhältnisse auf das eindringlichste, daß hier von einem Auskeilen der karnischen Stufe keine Rede sein kann; daß lediglich stellenweise eine mehr oder minder einförmige, wenig bituminöse Dolomitbildung von der anisischen bis zur unternorischen Stufe eintreten konnte. Solcher schwer faßbaren Ausbildung gehören auch die karnischen Dolomite am Nordrand des Loferer Steinberges an.

Durch das von mir andeutungsweise ausgeschiedene karnische Niveau zwischen den Steinbergen und durch die dort festzustellende Neigung der Dolomite läßt sich eine einfache im O-N-O streichende Sattelwelle (Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1913, Fig. 4) ableiten, der Loferer Steinberg als Nord-, Leoganger Steinberg als Südflügel zufallen.

⁷⁹⁾ H a h n, „Saalachgebiet“, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1913, S. 6.

Unter dem gleichfalls auf etwa 300 m zu veranschlagenden karnischen Niveau des Rotschüttgrabens liegt echter, fossilführender, ladinischer Ramsaudolomit, darüber mindestens 500 m hellgrauer, plattiger, oft stark kalkiger Dachsteindolomit, dann 500 m Dachsteinkalk bis zur fossilführenden Rhätlage am Gipfel des Vorderen Ochsenhorns (Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1913, S. 10). G ü m b e l hatte seinerzeit den ganzen Dolomitkomplex als Hauptdolomit kartiert. Bö s e sprach fast nur von Ramsaudolomit; wir sehen die Wahrheit in der Mitte liegend und nennen den über dem 300 m starken karnischen Niveau liegenden, Megalodonten und winzige Gastropoden führenden, gut gebankten Dolomit Dachsteindolomit. Derselbe erbaut nicht nur fast ausschließlich die Nordflanke des Loferer Steinbergs; er läßt sich auch in einer nach Ost abnehmenden Stärke von 300 bis 400 m am Südrand des Leoganger Steinbergs bis in die Saalfeldener Gegend verfolgen, nur wurde er hier, da stärker kalkig und morphologisch dem Hangenden näher als dem Liegenden stehend, von den bisherigen Beobachtern als „Dachsteinkalk“ angesprochen.

Erst über 1000 m Norikum liegt am Vorderen Ochsenhorn fossilreiches Rhät und über den mächtigen Dachsteinkalken des Vorderhornzuges dasselbe unten am Paß Luftenstein, wie über dem Dachsteinkalk des Leoganger Steinbergs die rhätischen Fossilien am Fußstein; es gibt dies wohl das Recht, diesem tirolischen Dachsteinkalk fast ausschließlich obernorisches Alter zuzuerkennen. Das Rhät ist eben primär reduziert und besteht aus fossilführenden Einlagerungen mit bunten Bändern von Starhembergtypus in den allerhangendsten Partien des Dachsteinkalks. Oder aber das Rhät fehlt primär oder zufolge einer oberrhätisch-unterliassischen Erosion ganz und dann liegt wie im südöstlichsten Teil des Leoganger Steinbergs (Brandhorn-Tischlergrub) unterliassischer Kalk (mit Fossilien) direkt auf teilweise unternormal mächtigem, norischem Dachsteinkalk.⁶⁰⁾

Es zeigt sich so, daß der tirolische Südrand als Gegenstück des tiefbajuvarischen Gebietes dem ursprünglichen Sedimentationsrand der nordalpinen Geosynklinale primär genähert war. Dennoch hatten mittel- und oberjurassische Ablagerungen tieferen Meeres und bathyale Neokommargel einstmals wohl die Steinberge vollkommen eingedeckt, ohne allzuviel litorale Zuschwemmungen zu erfahren.

Von der tieferen Trias beansprucht das anisische Niveau besonderes Interesse, da am Südrand des Leoganger Steinbergs von West herüberstreichender oberbayrischer Muschelkalk und von Ost vordringende Gutensteiner Schichten sich zu einem wechsellvollen, häufig stark dolomitischen Mischkomplex (250 bis 300 m) verbinden. Doch auch die liegenden „Myophorienschichten“, recte Reichenhaller Schichten des Kaisergebirgs und der Kirchleokalp ziehen ostwärts und verschmelzen in ihrer zumeist dolomitischen Ausbildung mit den Gutensteiner Schichten, so daß die letzteren praktisch hier das ganze Niveau zwischen Werfener Schichten und hellem

⁶⁰⁾ Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1913, S. 14, 38.

typischen Ramsaudolomit — also ein zeitlich schwer genau festzulegendes Intervall über der skytischen Grenzregion und unter der ladinischen Hauptmasse — einnehmen. Nur eine Beobachtung hilft die obere Grenze dieser Gutensteiner Schichten fixieren. Fugger beschreibt im Griesenbach über der Hauptmasse von weißgeaderten Gutensteiner Kalken und geschichtetem dunklen Dolomit, aber unter dem mächtigen, lichten Ramsaudolomit eine Zwischengruppe von 10 m grauen Hornsteinkalken, darüber 20 m schwarzgrauen Knollenkalken und 12 m rötlichen dichten Kalken mit grünlichen Einschlüssen. Ich habe desgleichen am Westrand des Piebinger Bergs in derselben relativen Höhe eine Bank klotzigen rötlichen Kalks gefunden. Es handelt sich bei letzterem zweifellos wiederum um Linsen von Schreyeralmkalk, die am Griesenbach mit Vertretern des Reiflinger Kalks vergesellschaftet sind (vgl. S. 290). Im Ramsaudolomit der Schüttachgräben wies ich fossilführenden Ramsauer Kalk, in den bunten skytischen Tonschiefern Liepold die bekannten Fossilplatten echter Werfener Schichten nach, welche letztere von jetzt an gegen Ost überhand nehmen; an der Basis der skytischen Stufe finden sich abermals die Grundbreccien der triadischen Transgression zwischen Spielberg und Hütten in bis zu 100 m Mächtigkeit erschlossen.⁸¹⁾

Nur ganz unbedeutende Störungen lassen sich am Südrande des Leoganger Steinberges, an die tiefste Dolomitzone geknüpft, festlegen; ihnen liegt die manchenorts auffällige Reduktion der Gutensteiner Dolomite zur Last⁸²⁾; es handelt sich zweifellos um örtlich einsetzende Differenzationsbewegungen an der Grenze zweier verschieden deformierbarer Medien (mächtige Werfener einerseits, eine 1200 m übersteigende Dolomitmasse auf der anderen Seite); zu ähnlichen Bewegungen hat auch das karnische Schiefer- und Mergelband Veranlassung gegeben.

Der Südrand des Leoganger Steinberges zeigt fast ausnahmslos nördliche Neigung.

⁸¹⁾ Die Bezeichnung „Reibungsbreccie“ (Liepold, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1854, S. 149) bedeutet im Sinne des Autors von 1854 lediglich Anhäufung zerriebenen paläozoischen Materials mit brecciösem Gefüge, ohne daß dabei etwa an Mylonit zu denken wäre.

⁸²⁾ So fand ich im östlichen Badhausgraben zwischen Ramsaudolomit und der oberen, grünlichgrauen, kalkigen Werfener Plattenlage nur 30 m bräunlichgrauen, brecciösen Dolomit und 8 m dunkle, dolomitische Gutensteiner Kalke, nach oben von einer steil in den Berg fallenden Schubbahn begrenzt.

b) Von der Saalach zur Salzach.

Mit dem Saalfeldener Kessel betreten wir Haug-sches⁸³⁾ „Deckenland“. Nach ihm, dem sich Kober⁸⁴⁾ leider ohne Überprüfung angeschlossen hat, soll bis zum Raukopf nördlich Saalfeldens noch Dachsteindecke und Salzdecke samt Dientner Silurgebiet mit Zwischenschaltung von Hallstätterresten übereinanderlagern. Bei Saalfelden würde sich „das wechselnd breite Band von Werfener und Salzdecke mit den im Saalachtal um Lofer und Unken erhaltenen Resten der Salzdecke vereinen“; die Manuskriptkarte Bittners und Fuggers sei hier „schematisch“ und nicht mit der sonst üblichen Sorgfalt gezeichnet (S. 416).

Kaum irgendwo habe ich Haugs Angaben so völlig der Grundlage entbehrend gefunden wie hier; kaum irgendwo anders drängt sich das durchaus Hypothetische der Haugschen Deutungsmethode stärker auf.

Um das sehr gut aufgeschlossene und darum auch entscheidende Profil Lichtenberg—Böse Leiter—Persailhorn—Breithorn haben sich schon Gumbel, Mojsisovics, Bittner und Böse mit wechselndem Erfolge bemüht. Meinen Beobachtungen (vgl. Taf. XI und XII) lag eine ausgezeichnete Braundruckkopie der Karte 1:50.000 des bayrischen Generalstabes zugrunde, in welcher sich die Höhen der einzelnen Formationsgrenzen gut eintragen ließen.

Für die skytische und anisische Stufe konnte ich Bittners Einteilung⁸⁵⁾ bis ins einzelste bestätigen. Die auf rote, tonige und sandig schiefrige Werfener folgenden, stark dolomitischen „Rauhwacken“ der Reichenhaller Schichten⁸⁶⁾ sind relativ mächtig (örtlich über 200 m) und führen als Grundbreccien der anisischen Übergreifung gipsiges Material und aufgearbeitete Bruchstücke von silurischen Dientnerschiefer nebst Trümmern von Werfener Schichten; die vielerorts sehr deutliche Schichtung (N 65° Wstr., NOf. 30 bis 40°) läßt neben der regelmäßigen Wechsellagerung von Bänken gröberer und feineren Korns primäre Ablagerung als einzig möglich erscheinen.

Die folgenden bis zu 300 m starken Gutensteiner Schichten zerfallen in liegende zwei Drittel dunklen, gebankten, geaderten Kalks und Dolomits

⁸³⁾ Bull. Soc. géol. France, 4. Serie, Bd. VI, 1906, S. 415.

⁸⁴⁾ „Deckenbau der östlichen Nordalpen“, Denkschr. math.-nat. Kl. k. Akademie d. Wissensch. Wien, CXXXVIII. Bd., 1912 und „Bau und Entstehung der Ostalpen“, diese Zeitschr., IV. Bd., 1912, S. 94.

⁸⁵⁾ Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1884, S. 99.

⁸⁶⁾ Die von Mojsisovics (Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1874) erwähnte *Naticella costata* dürfte weit eher *Neritaria stanensis* sein.

und ein hangendes, dreigliedriges Drittel; von diesem nimmt die Basis eine auffallend helle Wand klotzigen Kalks mit Diploporen ein, dann sieht man dunkle kieselige Knollenkalke vom Reiflinger Typus (nach Bittner mit *Rhynchonella trinodosi*), endlich rötlich und grünlich gefärbte, dichte Kalke vom Schreyeralmtypus. Die liegenden Gutensteiner Schichten betritt man gleich nördlich des Hügels St. Georg bei N 80° W-Streichen und 40° N fallen und sie bilden den tieferen Teil des Steilabsturzes südlich der Steinalm mit allmählich steilerem Nordfallen von 50 bis 65°; die auffallend helle, rotgeaderte, stellenweise dolomitische Kalklage krönt den oberen Teil dieses Absturzes. Die hangende Marmorbank ist als linsenförmige Einlagerung knapp über der Liegendgrenze des Ramsaudolomits an der Quelle südöstlich der Steinalm, weit besser jedoch als Hangendes von Reiflinger Kalk an einem neuen Ziehweg erschlossen, der vom Kienberg („am Sattel“) gegen das Öfenbachtal herabführt.⁸⁷⁾ Hier stehen O—W streichend und 45° nördlich fallend rote, etwas knollige Kalke, lagenweise mit roten Hornsteinknauern, 6 m hoch freigelegt an; gegen das Liegende ist allmählicher Übergang zu grünlich-grauen Kieselknollenkalken gegeben.

Rhynchonella trinodosi schützt diese Kalke⁸⁸⁾ wohl vor einer Mißdeutung als Hallstätter Deckenfragmente; sie gibt uns zugleich die Gewißheit, daß auch die petrographisch vollkommen identischen Gesteinsvorkommen der Kalksteingruppe und des Leoganger Steinberges (siehe S. 290 und 296) altersgleich sind; damit würden die Gutensteiner Schichten um Saalfelden nachweislich die ganze anisische Stufe, die Grenzlage zur skytischen Stufe miteingeschlossen, ausfüllen und der im Profil Saalfelden—Persailhorn hangende, 600 bis 800 m starke, unter dem Carditaband gelegene, helle Ramsaudolomit wäre durchaus ladinischen Alters.

Die Böse Leiter liegt mitten im Ramsaudolomit. Erst in 1700 m Höhe traf ich in dem vom Persailhorn zum Kühloch ziehenden Graben (20 m über einem Jagddurchhau) das folgende Profil unter N 65° W Streichen und 70° N Fallen:

Hangend: Graue, gebankte Dolomite, höher mit lichten Farben, zum Teil stark kalkig.
10 m schwarze, klotzige Dolomite vom Typus des Waidringer Karnikums.
0'3 bis 0'6 m schwarze Reingrabener Schiefer.
3 m fossilreiche, schwarze Raibler Kalke mit Pecten-, Ostreen- und Cidarid-Resten.

⁸⁷⁾ Südlich des t von „Grünwaldgut“ der Spezialkarte 1:75.000, westlich Ö von Öfenbach der Karte 1:50.000.

⁸⁸⁾ Bittner stellt in den Verhandl. d. k. k. Geol. Reichsanstalt 1886, S. 246 ausdrücklich diese Kieselknollenkalke mit jenen der Oberlaussa und letztere mit den P t y c h i t e s reichen Lagen des Gamssteins bei Palfau gleich.

15 m Reingrabener Schiefer mit eingelagerten schmutzig grünen, sandigen Streifen.

15 m dunkle Kalke mit *Cardita Gümbeii* und *Pentacrinus*-Stielgliedern.

3 m Reingrabener Schiefer.

5 m gelblichroten, brecciösen Dolomit.

Liegend: Weißgrauer, ungebänkter Ramsaudolomit.

Eine petrographisch identische karnische Schichtfolge habe ich einen Tag später an der Stoissenalpe (vgl. S. 293) damit vergleichen können. Es lassen sich ja auch diese *Cardita*-Schichten über die Niederung „am Sattel“ gegen den Buchweißgraben verfolgen und zwischen Stoiß und Brandl können sie ihrem Streichen nach vollkommen ungestört die Saalach übersetzen, um sich nördlich des Mühlbaches mit dem von der Stoissenalpe herabkommenden Zug zu vereinen.

Und diese einfachen Zusammenhänge will Haug in drei Decken zerspalten; selbst nach der von ihm angewandten Methode ist man außerstande, auch nur eine der angenommenen Deckenbahnen in dieser normalen Sedimentreihe unterzubringen!

Zwischen der 245 m starken Raiblereinlage auf 1700 m Höhe und der die 2000 m-Kurve einhaltenden Dachsteinkalkgrenze liegen profilmäßig nicht 50 m,⁸⁹⁾ sondern mindestens 400 m gutgebankte graue und helle Dolomite; wir werden nach der in den Steinbergen gesammelten Erfahrung mehr als die Hälfte davon noch zur karnischen Stufe rechnen müssen; von eigentlichem Dachsteindolomit⁹⁰⁾ bleibt hier nicht mehr als etwa 100 bis 150 m übrig; daß dieser aber in der Tat noch vorhanden ist, bewies mir der Fund einer Platte mit *Rissoa alpina* am Verbindungskamm Persailhorn — am Sattel.

Die untere Grenze des Dachsteinkalkes sinkt also vom Leoganger Steinberg zum Steinernen Meer rasch zu einem der karnisch-norischen Grenze genäherten Niveau herab durch Verkalkung des Dachsteindolomits (vgl. Taf. II).

Nur die obersten 50 m des Dachsteinkalks am Breithorn sind rhätisch;⁹¹⁾ am Persailhorn ist unter dieser Grenze noch weit über 500 m Kalk bei 35⁰ Nordfallen erschlossen.

⁸⁹⁾ Böse, 1898, I. c., S. 522.

⁹⁰⁾ Identisch mit den von Skuphos als Plattenkalk bezeichneten Lagen (Geogn. Jahrb. 1891, S. 129).
horn — Am Sattel.

⁹¹⁾ Böse, I. c., S. 518.

All die beschriebenen Schichten folgen konkordant aufeinander im normalen stratigraphischen Verband; die Neigung nach Nord ist nur durch eine etwas kräftigere Abbeugung im mittleren Teile des Sockels gestört; das Profil Persailhorn—Saalfelden ist regional-tektonisch einheitlich wie irgendeines in schwach gefaltetem Gebirge.

Die erwähnte Aufbiegung, deren Gegenstück am Streichenbeil gut zu sehen ist, war Böse im Westen entgangen; er konstruierte deshalb südlich der Ramseider Scharte mehrere Verwerfungen, die zum mindesten nicht die angenommene große Sprunghöhe haben dürften; die gegen Dachsteinkalk und -dolomit des Streichenbeils anstoßenden „Reichenhaller Dolomite“ Böses halte ich für den bekannten dunklen karnischen Dolomit; das Profil auf S. 514 ist zudem nicht maßstabgerecht gezeichnet.

Das zweite Profil vom Südabhang des Steinernen Meeres, das ich zum Vergleich heranziehen möchte, ist jenes vom Poneck—Hintertal. (Vgl. Tafel XI und XII.) Hier reichen die Werfener Schichten hoch hinauf bis etwa 1600 m; es folgen dunkle, dolomitische Gutensteiner Schichten bis etwa 1850 m, noch gegen 600 m Ramsaudolomit, die durch Bittner erwähnte schwächliche Einschaltung von Carditaschichten unter P. 2224, dann noch eine gut gebankte, 400 bis 500 m starke, dolomitisch kalkige Zwischenstufe, die erst auf 2300 m von echtem Dachsteinkalk bedeckt wird. Der Dachsteindolomit zieht über den Hintergrund des Kogleralpkessels zur Torscharte wo er in typischer Ausbildung bis gegen den Marterlkopf (P. 2439) hinaufreicht.

Ein Vergleich dieser beiden erörterten Profile zeigt ihre wesentliche Uebereinstimmung; man braucht nur an einem klaren Tag die einmal erkannten Grenzugen der verschiedenen Glieder gegen Ost und West bis zum Zusammenschluß zu verfolgen, um bei dem regelmäßigen Nordfallen das Bild eines nicht einmal durch eine bedeutendere Querstörung beeinflussten Durchstreichens der Bänke zu erhalten. Nicht nur das Saalfelden—Poneck-Profil, auch die ganze Südkante des Steinernen Meeres ist einheitlich gebaut und ist regional-tektonisch nichts anderes als der vom Kaiser her fast ungebrochen zu verfolgende tirolische Südrand, eine Tatsache, die Nowak freilich mit nicht ganz ausreichenden Beweisen schon belegt hatte, nachdem sie durch die Haug'schen Hypothesen verloren zu gehen drohte.⁹²⁾

⁹²⁾ Für die mir geradezu rätselhafte Angabe Haug's, die Werfener oder Hallstätter Schichten des Saalfeldenertals verbanden sich mit den Deckenschollen der Loferer-egend, fehlt auch die leiseste Andeutung eines Beweises.

Im Hochkönig beginnen sich Schwierigkeiten mannigfaltiger Art einzustellen. Sprünge und Schubflächen verschiedenen Alters und verschiedener Richtung stören den an sich nicht ganz leicht zu deutenden Schichtenbau, neuere Karten fehlen im Osten des Gebiets, vor allem machen es die rigoros durchgeführten Gebietsabsperungen aus jagdlichen Gründen unmöglich, auch nur die älteren Literaturangaben, auf deren Umdeutung allein Haug sich stützt, zu überprüfen. So mußte auch ich mich bescheiden, die Umgebung von Werfen, das Gainsfeld und Griesantigtal zu besuchen; doch gab mir die Überquerung der ganzen Gruppe von Ost nach West immerhin guten Überblick und bot einige willkommene Ergänzungen zu dem bisher Bekannten.

Ein tiefgescharteter Kamm verbindet Steinernes Meer und Hochkönig. Gleichmäßig fallen gegen die Torscharte die meist gut gebankten, mächtigen Lagen des grauen oder weißlichen Dachsteinkalks vom Hochsailer nach NNO in die Tiefe und scheinen so die Mauern des Steinernen Meeres zu unterteufen. Da stößt man am Fuß der letzten mit Eisenklammern versicherten Steilwand, 200 m südlich P. 2263 plötzlich auf typischen Dachsteindolomit, lichtgrau oder rötlich weiß, splittrig und brecciös, der den ganzen Rücken zwischen beiden Scharten ausfüllt und noch mit stetem Nordfallen von etwa 30° ein gutes Stück zum Marterlkopf hinaufzieht, um dort von dickbankigem Dachsteinkalk überlagert zu werden. Gegen SW und NO streicht die tektonische Grenzfläche über dem Dachsteinkalk des Hochsailers fast senkrecht in grieserfüllten Steilschluchten zutal; wo man Neigung zu erkennen glaubt, da scheint auch diese Störungsbahn nördlich zu fallen. Es ist zunächst am einfachsten, diesen Sprung als Verwerfung mit Heraushebung des Steinernen Meeres um etwa 500 m zu deuten; um soviel wird die Übergossene Alm von letzterem überragt. Wie immer auch die Störung selbst verlief, jedenfalls ist es ausgeschlossen, daß etwa der Hochkönig als Decke das Steinerne Meer überlagere.

Die Linie Seichen—Torscharte—Hintertal macht sich noch stark im Hintergrund des Urslauerbachs fühlbar, wo Dachsteinkalk gegen karnisches Niveau abstößt; sie kann auch direkt abgeleitet werden aus der annähernd gleich hohen Lage des Carditabands unter dem Brandhorn und an der Bertgenhütte (etwa 2100 m) trotz beiderseits gleichem Nordfallen der Schichten. Derselben Störung ist die Erhaltung des weit nach Süd vorgeschobenen Plateaurestes im wesentlichen zuzuschreiben.

Die West- und Südseite des Hochkönigs bietet bei einem Vergleich mit den bisher erörterten stratigraphischen Serien hohes Interesse. Ich möchte das mir wesentlich Scheinende in die drei Sätze zusammenfassen: 1. Am tirolischen Südrand tritt zwischen Kaiser und Hochkönig eine gegen Ost wachsende, primäre Reduktion der ladinischen Stufe auf; 2. dagegen ist anisische und karnische Stufe primär vollwertig entwickelt; 3. dem vorwiegend obernorischen, gut gebankten, grauen Dachsteinkalk der Steinberge steht mit

allen zu fordernden zeitlichen und petrographischen Uebergängen des Zwischengebietes ein in der Subbulatuszone, also dem obersten Karnikum oder doch mindestens sofort über jener einsetzender, unter- und obernorischer, meist reinerer und massigerer Kalk (der Hochgebirgskorallenkalk Bittners) im Hochkönig gegenüber. Daß diese bedeutsamen Vorgänge mit Sicherheit formuliert werden können, ist vornehmlich der mühevollen und sorgfältigen Arbeit Bittners und Fuggers,⁹³⁾ die sich frei vom Schema⁹⁴⁾ gehalten haben, zu danken.

Dem 1000 m starken Wettersteinkalk des Wilden Kaisers (vgl. Taf. XII) stehen durchschnittlich 800 m Ramsaudolomit in der Kirchberggruppe und 600 bis 800 m zwischen Pillersee und Persailhorn gegenüber; am Poneck wird 600 m kaum mehr erreicht, längs der Westseite des Hochkönigs vermindert sich die Mächtigkeit schrittweise so sehr, daß am südlichen Sporn der Taghaube profilmäßig nur etwa 350 m davon übrig bleibt; im Breittal auf der Südostseite des Hochkönigs 60 m, am Mitterfeld 10 m. Wie nun aus Tafel XII hervorgeht, bleiben trotzdem die einschließenden Stufen recht mächtigkeitskonstant. Die Gutensteiner Schichten im Liegenden, vom Leoganger Steinberg in ± 300 m Stärke und mit den Reiflinger und Schreyeralkkalklinsen des Trinodosus-Niveaus nach Saalfelden verfolgbar, erreichen nun mit einem ertragenden Reichenhaller Horizont versehen, unter der Taghaube noch 300 m Mächtigkeit, desgleichen im Schrambachgraben und 220 m maß Fugger für Gutensteiner Kalk und Dolomit im Breittal. Daß an letzterer Stelle, wo das Profil über den Werfenern keine tektonischen Eingriffe zeigt, die Reduktion fast ganz auf die ladinische Stufe sich beschränkt (60 m!), weist deutlich auf den ursprünglichen Charakter dieser Verminderung; das Profil Mitterberg—Mitterfeld halte ich dagegen für wenig besagend, da im Liegenden wie im Hangenden der unternormal starken Gutensteiner Schichten und innerhalb derselben Bewegungsflächen zu sehen sind.

Besonderes Interesse verdient Mächtigkeit und Zusammensetzung des Raibler Niveaus. Ein schwaches Rein-

⁹³⁾ „Aus den salzburgischen Kalkalpen“, Mitteil. Ges. Salz. Landeskunde, XXIII. Bd., 1883.

⁹⁴⁾ Vgl. Haug, l. c., S. 416.

grabener Band zieht, nur durch den Torschartensprung verschoben, vom Poneck über Bertgenhütte zur Taghaube, und schwillt östlich dieser mit Bereicherung durch schwarze fossilführende Kalke (vgl. Profile von Persailhorn und Stoissenalp) immer mächtiger an bis zu 165 m im Breittal, trägt aber noch darüber die von Waidring und dem Leoganger Steinberg bekannten schwarzen karnischen Dolomite, und zwar im Breittal 130 m, am Widerbergriedel an 200 m stark; als Gesamtmächtigkeit der karnischen Stufe ergibt sich somit, wie bei der Rechensauer und Stoissenalp und bei Waidring \pm 300 m.

Dies gibt uns die Gewißheit, daß eine ähnliche Ziffer am ganzen tirolischen Südrand für das Karnikum einzusetzen ist, wie immer auch die lokale Ausbildung der Dolomite oder der Raibler Einlagen gestaltet sein mag; zwischen Stoissenalp und Taghaube am Hochkönig ist es eben gerade so, wie im Loferer Steinberg und im westlichen Teile des Hochkalters zu einer bitumenarmen Dolomitablagerung gekommen, die trotz der dadurch bedingten Ähnlichkeit zum Dachsteindolomit als Abart des schwarzen Raiblerdolomits von Waidring angesprochen werden muß.

Der dritte der vorangestellten Sätze, von spezieller Bedeutung in regional-tektonischer Hinsicht, war vielleicht in der grundlegenden Arbeit Böses nicht mit jener Schärfe ausgearbeitet worden, die der Neigung von heute, „Faziesdecken“ wo nicht gar „Stufendecken“ aufzustellen, von vornherein viel an Boden hätte entziehen können. Es galt um 1898 eben noch infolge von unrichtigen oder nur paläontologisch begründeten und darum unzureichenden Gliederungsversuchen, die heteropischen Einzelglieder einerseits, isopische Bezirke andererseits gegenüberzustellen; heute, wo fazieller Reichtum tektonisch mißverstanden zu werden droht, muß wiederum mehr auf die einenden Zusammenhänge und Übergänge gewiesen werden.

Mindestens 600 m mächtiger Dachsteindolomit zeigt sich zwischen dem normal starken karnischen Niveau der Rechensaueralp und dem wenig mehr als 300 m mächtigen, wohlgeschichteten grauen Dachsteinkalk mit Plattenkalklagen unter dem ebenfalls etwa 300 m starken Rhät der Kammerker. Unter dem Vorderen Ochsenhorn wie am Paß Strub im westlichen Leoganger Steinberg halten sich Dachsteindolomit und der wohlgeschichtete graue Dachsteinkalk mit je 500 m die Wage. Innerhalb des Leoganger Steinbergs kommt es aber gegen Ost zu einer merklichen Verminderung des Dachsteindolomits (nur mehr 250 bis 300 m am Brandlhorn) zugunsten des

sich um gleich viel verstärkenden Dachsteinkalks und zum ersten Male sind klotzig anschwellende, meist licht gefärbte Partien inmitten normal-schichtiger Dachsteinkalke festzustellen (so an den Dreizinthörnern). Und das gleiche gilt für das Steinerne Meer in verstärktem Maße. Weniger als 200 m Dachsteindolomit trifft man am Persailhorn, eine gleich schwächere dolomitische Lage zieht noch über Poneckriedel zur Torscharte, aber schon vermutlich im Taghaubenprofil, sicher wenig östlicher, setzt Dachsteinkalk unmittelbar über den Raiblern ein in einer Mächtigkeit, die auch Bittner auf 1000 m schätzen mußte. Dieses tiefe Hinabgreifen des Kalks ist auch paläontologisch bewiesen; die von Mojsisovics der oberkarnischen Subbullatuszone zugewiesenen, jedenfalls höchstens tiefstnorigen Cephalopoden aus Hallstätter Linsen der Torsäule entstammen nämlich offenbar diesem tiefsten Niveau; kann man doch wirklich am östlichen Fuß der jäh aufragenden Wände mehrfach rötlich gefärbte, dichte Gesteinspartien vom Hallstätter Typus auffinden, die recht gut der Fundplatz jener Ammoniten sein möchten; wenig tiefer, an der nördlichen Schulter der Königsköpfe jedoch liegt bereits ein grauer kalkiger Dolomit, entweder unternorigen oder wohl schon karnischen Alters.

Die Kalke des Hochkönigs hat Bittner zu Recht mit jenen des Untersberges verglichen und als Typus des Hochgebirgskorallenkalkes bezeichnet. In der Tat überwiegen oft blendendweiße oder lichte, warme Farben, während der Tongehalt auf Putzen und Bestege beschränkt ist; dazu verliert sich auch die im allgemeinen noch am ganzen Gebirgsstock erkennbare Bankung gelegentlich fast ganz, so daß an der Beteiligung von Riffkalkmassen (im weitesten Sinne des Wortes) nicht zu zweifeln ist. Nur im Hochkönig treten diese Merkmale in derselben Stärke in den Vordergrund, wie sie den juvavischen Kalkplateaus von Berchtesgaden zu eigen sind; der Dachsteinkalk des Steinernen Meeres neigt noch mehr zur Ausbildung des Loferer Steinbergtypus, wie das bereits Böse mit Recht hervorhob (l. c. 1898, S. 516); doch sind auch hier Stellen namhaft zu machen, die eher mit dem „Reiteralmtypus“ in Einklang stehen, als welche ich nur herausgreifen will die Gipfelmasse des Seehorns, des Hundstods, das Spitzhörndl, den Viehkogl, Nordfuß des Persailhorns, Partien am Rotwandl, das große Schottmalhorn, Teile der Funtenseetauern und des Selbhornkammes. Eine kartographische Abgrenzung der um Lofer und Berchtesgaden so hart nebeneinander stehenden Abarten des Dachsteinkalkes ist hier jedenfalls nicht mehr möglich. Das Steinerne Meer ist eben in dieser Beziehung Übergangsgebiet von dem primär nördlich gelagerten und gegen den Rand des Fazies-

bezirktes immer später einsetzenden Loferer Steinbergtypus zu dem primär südlich folgenden und gegen Südost immer früher beginnenden Reiteralmtypus.

Das Blühnbachtal ist heute noch strenger wie zu Böses Zeit dem naturfreudigen und wissensdurstigen Wanderer gesperrt; wir sind ganz auf Bittners⁹⁴⁾ und Fuggers⁹⁵⁾ Angaben gewiesen, die mir aber unter den bisher angewandten Gesichtspunkten reichlich verschiedene Verhältnisse zu skizzieren scheinen, als Haug aus ihnen lesen zu können glaubte; auch Nowak dürfte ein wesentliches Moment entgangen sein.

Ich halte nur Hochkönig und Hagengebirge für einander gleichwertig und für heute noch im großen und ganzen in primärem Zusammenhang stehend; die mannigfaltig gestörten Schichten im unteren Blühnbachtal, um Werfen und am Imlaubach scheinen mir dagegen insgesamt von den beiden Hochgebirgsmassen überschoben zu sein, und zwar an einer Bahn, die sich den scheinbar südgerichteten Bewegungen am Südrand der tirolischen Zone beiorndnet.

Bittner und Fugger hatten schon die flachmuldenförmige Lagerung des Hochkönigstocks erkannt. Vom hinteren Eibleck bis zum Predigtstuhl fallen die Schichten flach südlich ein; nördlich dagegen überall am Nordhang des Blühnbachtals. Dieses überspannt so ein breiter Sattel mit östlicher Achsenhebung, wie aus dem gleichmäßig energischen Aufsteigen der Schichtgrenzen gegen Ost trotz gleichmäßigen O—W-streichens hervorgeht (untere Muschelkalkgrenze im unteren Hundskargraben auf 910 m, an der Sattelalp auf über 1200 m mit Steigung 1:10). Die beiden Sattelhälften sind wirklich einander entsprechend. Den über 300 m mächtigen, schwarzen Raiblerdolomiten des Eiblecks, die noch 20 m Raiblerkalke und Reingrabener Schiefer überlagern, steht eine ganz analog zusammengesetzte und nach Fuggers stets sorgfältigen Höhenangaben profilmäßig auch gleichmächtige Serie im oberen Hundskargraben und oberhalb P. 1689 gegenüber; darüber liegt im Nord wie Süd Dachsteinkalk, welcher an seiner Basis, die an und für sich schon der karnisch-norischen Grenzregion entsprechen muß, auch Hallstätter Kalklinsen mit Fossilien⁹⁶⁾ dieses Alters einschließt.

⁹⁴⁾ Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1884, S. 99.

⁹⁵⁾ Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1907, S. 91.

⁹⁶⁾ Die von Kittl (Materialien zu einer Monographie der Halobiidae und Monotidae, Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees, 11, Pal. Bd. II, S. 180) bearbeiteten Lamellibranchiaten weisen neuerdings auf das gleiche Resultat.

Nachdem der klaren Schilderung Bittners zu entnehmen ist, daß die von ihm gesammelten Stücke nur von diesem hochgelegenen Niveau stammen können, besteht gar keine Ursache, an eine tektonische Einschaltung dieser Hallstätter Linsen zu glauben.

Unter dem normal mächtigen karnischen Niveau hat sowohl Böse wie Bittner und Fugger am Südhang des Hagengebirgs echten ladinischen Ramsaudolomit gefunden und eine Mächtigkeitsberechnung auf Grund der Fuggerschen Höhenangaben gibt im Hundskargraben (zwischen 1120 und etwa 1700 m) bereits an 600 m dieses Dolomits; Fugger hat aber auch am Südhang des Blühbachtals vom Niederen Tenneck bis zur Blühnteckalpe geringer mächtig werdenden Ramsaudolomit über Gutensteiner-schichten beschrieben. Dieses Wiederauftauchen und rasche Anschwellen adinischen Ramsaudolomits von der Ostseite des Hochkönigs bis zu jener des Hagengebirgs ist genau analog jenen Verhältnissen, die wir Seite 302 mit den Profilen Taghaube—Poneck—Persailhorn—Brandlhorn—Birnhorn kennen lernten.

Die vollständige Reduktion der ladinischen Stufe ist also ein hervorragender Charakterzug des am weitest gegen Süden vorgeschobenen tirolischen Randes.

Unter dem Ramsaudolomit folgen im Hundskargraben zwischen 910 und 1120 m bei flachem Nordfallen Gutensteiner Dolomit und Kalk, der ganz wie am Hochkönig auf annähernd 300 m zu veranschlagen ist. Die unterlagernden Werfener des Zwischeneckgrabens führen Gips und Haselgebirg und grünrote Schiefer mit *Posidonomya Clarae* — eine aus Berchtesgaden gut bekannte Verknüpfung.

Die von Fugger nachgewiesenen Höhenlagen der Schichtgrenzen beiderseits des oberen Blühbachtals entsprechen sich so gut, daß unmöglich eine große Störung der Talsohle entlang laufen kann; für eine Verlängerung des Torschartensprungs nach Nordost bietet sich kein Anhalt.

Vollkommen verschieden liegen dagegen die Verhältnisse an dem S. 305 abgetrennten Störungsband von Werfen. Unter den NNO streichenden Werfenern des Südhanges vom Hagengebirge kommt in Linie Mairgut, P. 1157, Impau, Klamm eine drei- bis vierfach verschuppte, doch fast ausschließlich NW fallende Serie von sehr mächtigem Reingrabener Schiefer, ganz geringem oder fehlendem Ramsaudolomit und normal mächtigen Gutensteiner Schichten und Werfener Schiefen hervor. Besondere Aufmerksamkeit verdient die unmittelbar unterm Hagengebirg liegende Schuppe der Klamm, da hier in nicht unbe-trächtlicher Stärke hellbunter und grauer, teilweise knolliger, Hornstein führender Kalk im Hangenden der eigentlichen Gutensteiner Kalke und Dolomite auftritt. Wir könnten jenen mit Fugger den Reiflinger Schichten und Schreyeralmkalk, den

ihn noch unterlagernden, weißen kalkigen Dolomit jenem weißen, dolomitischen Kalk unter den Reiflinger Lagen bei Saalfelden an die Seite stellen (vgl. S. 298). Diese engen Beziehungen im Verein mit der wichtigen Tatsache fast völliger Reduktion der ladinischen Stufe spricht auf das entschiedenste dafür, dem ganzen Schuppenpaket eine primäre Ablagerungsstelle am tirolischen Südrande zu belassen; nur im Südosten des Hochkönigs, nirgends sonst im bajuvarischen oder tirolischen Gebiete des Schnittes Salzburg—Mitterberg findet diese Serie Anschluß.

Dennoch kann die Hagengebirge und Hochkönig vom Vorland um Werfen trennende Fläche keine einfache Verwerfung sein. Dagegen spricht schon die nennenswerte Heteropie beiderseits derselben; trägt man sich erst die tektonische Grenze auf der Spezialkarte, Fuggers Angaben entsprechend, ein, so erhält man eine bis unterm Jagdschloß ins Blühnbachtal eindringende, dann gegen den Loskogl und P. 1157 an der Sattelalphütte zurückspringende Linie, die konstruktiv nichts anderes wie den Ausstrich einer flach gelagerten Bewegungsbahn bedeutet, die gleichsinnig mit der westlichen Achsenneigung des das Tal überwölbenden Sattels verbogen wurde. Diese kann auch südlich des Loskogls noch nicht verschwinden, sondern wird am Ostrande des Hochkönigsstocks fortstreichend zu denken sein. Dafür spricht die augenfällige Störung zwischen Dachsteinkalk und Dolomit des Imlbergkammes und den östlich anstoßenden Gutensteiner und Werfener Schichten der Imlbergalp; und schließlich jene auffällige plötzliche Verminderung der Gutensteiner am Mitterfeld, die westlicher eine nicht minder auffällige skytische Reduktion nach sich zieht. Fugger und Böse haben dies alles wohl als Wirkung eines paläozoischen Festlandsspornes gedeutet; mir will es, nachdem in jenem reduzierten, sehr brecciösen Gutensteiner Dolomit genug Bewegungsflächen zu sehen sind, nachdem Brandungsgesteine fehlen, viel naheliegender dünken, daß die an der Basis des Hagengebirges als wichtig erkannte Überschiebungsfläche mit der an der Basis des Hochkönigs erst im anisischen, dann westlicher im und unterm skytischen Niveau verlaufenden Störungszone zusammenfällt; daß also diese plötzlich eintretende und ebenso unvermittelt verschwindende Schichtreduktion auf Massenverschleifung gelegentlich

eines bedeutenden tangentialen Vorschubs zurückzuführen ist. Wir könnten versucht sein, dieselbe Störung in dem Ausfall der devonischen Glieder der Grauwackenzone⁹⁷⁾ zwischen Dienten und Leogang bis zum letztgenannten Ort verfolgen zu wollen. Jedenfalls greift diese Massenübergleitung erst nördlich der Mitterfeldalp in das kalkalpine Gebiet selbst über.

Es muß kurz darauf hingewiesen werden, wie sehr sich Haug mit den erörterten tatsächlichen Beobachtungen in Widerspruch setzt. Er zeichnet für das Blühnbachtal Dachsteindecke mit Dachsteinkalk über Gutensteiner der Salzdecke, wo doch Ramsaudolomit und 300 m mächtiges Raibler Niveau jenen angeblich anormal aufeinander liegenden Schichten normal zwischengeschaltet sind; seine Hallstätter Deckenscheringe sitzen dem Schema zuliebe ebenfalls auf Gutensteiner Kalk, während sie doch in Wirklichkeit über den Reingrabenern und über mächtigem karnischen Dolomit sich befinden. Diesen angeblichen Deckenkontakten stellt Haug normale Verbindung von Werfern der Salzdecke mit dem Dientner Silur gegenüber, wo doch schon von Bittner ein tektonischer Kontakt beobachtet wurde. Wollte man trotz alledem an dem Haugschen Deckenschema festhalten, und die tatsächlich vorhandenen Gesteine darnach aufteilen, so dürfte Haug selbst kaum angeben können, wo die zwischen der Serie um Werfen (Werfener bis Reingrabener Schichten) und den hangenden Hallstätter und Dachsteinkalken des Hagengebirgs sich einschaltenden Werfener (mit Haselgebirg), Gutensteiner Schichten, der mächtige Ramsaudolomit, das mächtige Karnikum im Schema unterzubringen wäre; mächtiger Ramsaudolomit gilt bei ihm sonst für bayrische oder Dachsteindecke bezeichnend, nur ersterer könnte die Ausbildung des Raibler Niveaus zukommen: aber in der Natur sind diese Gesteine ja zwischen Salz- und Dachsteindecke gelegen!

Der einzig mögliche Schluß aus dieser Kette von Irrwegen scheint mir der zu sein, daß das Haugsche Schema unanwendbar ist.

Wir behalten die Überzeugung, daß Steinernes Meer, Hochkönig und Hagengebirg urspränglich und heute noch organisch der tirolischen Masse zugehören, jedoch im Südosten ein Stück weit über ein Vorland bewegt wurden, daß seiner Fazies nach wiederum an die Südostecke des Hochkönigs sich anfügt; von weitgetriebener Deckenförderung ist hier dagegen nichts wahrzunehmen.

c) Von der Salzach zur Enns.

Nach den Erfahrungen des letzten Abschnittes kann es nicht überraschen, am Südrande des Tennengebirges

⁹⁷⁾ A. Till, „Das geologische Profil von Berg Dienten nach Gastein“, Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1906, S. 323.

ähnlichen Verhältnissen vielleicht noch größeren Maßstabes zu begegnen.

Das einzige, was mir von den Haug'schen Profilen nachweisbar erscheint, ist das allgemeine Nordfallen von Schichten und Bewegungsbahnen. Seine Tauchfalten haben hier ebenso wenig Berechtigung wie im Nierental, am Rossfeld und der Osterhorngruppe; sowohl das Studium der Literatur wie eine Augenscheinnahme vor Ort ergibt ihre Unmöglichkeit. Wie Bittner⁹⁸⁾ bereits ausführlich dargetan hat und einige Touren östlich Werfenwengs sehr leicht überzeugen, wiederholen sich bei gleichsinnigem Nordfallen die verschuppten Basalglieder des Tennengebirges nach einer Formel, die keine inversen Elemente kennt: Werfener — Reichenhaller Kalk und Rauhwaacke (Erzhorizont wie am Hochkönig) — Gutensteiner Kalk und Dolomit — Reingrabener Schiefer; darüber Werfener — Gutensteiner — Reingrabener und nochmals Werfener — Gutensteiner und darauf die Kalkmauern des Tennengebirges. Aus diesem Profil scheint sich mir die Bittner'sche Auffassung (Schuppung an nordgeneigten Flächen) als die einzig natürliche zu ergeben.

Haug legt nun die Deckenfuge zwischen oberste Werfener und den Dachsteinkalk des Plateaus. Gewiß ist es an einigen Stellen zu anormaler Annäherung von Werfenern und der höheren Trias gekommen, Bewegungen zufolge, die wir bereits am Südfuß des Leoganger Steinbergs kennen lernten; aber schon Böse hat nachgewiesen, daß westlich der Werfener Hütte zwischen beiden sich Ramsaudolomit einstellt und dieser erreicht nicht nur wenig nordwestlicher seine normale Mächtigkeit, sondern ich konnte auch noch Gutensteiner Schichten⁹⁹⁾ und unter dem Raueck dunklere Dolomite, die dem Raiblerniveau entsprechen dürften, nachweisen. Mittel- und obertriassische Dolomite und wechselnd dolomitische Gutensteiner-schichten bilden, zusammen 500—600 m mächtig, auch noch östlich des Kammes Hoher Tron—Wengerau die Unterlage des zwischen 1800 und 2000 m einsetzenden Dachsteinkalks, schließen Bänder von Carditaschichten ein (so nördlich Aualpe auf etwa 1500 m) und reichen östlich letzterer wie im Hintergrund der Wengerau bis fast zum Talboden auf 11—1200 m herab. Sie werden an dem Rücken der Elmaualp und des Jochriedls nur dadurch verdeckt, daß zufolge einer Einsackungsbewegung der Bergstock des Tennengebirgs in seine verschuppte Unterlage eingelassen ist. Die Verwerfungsfläche mit eingeklemmten zerriebenen Werfenern ist nordöstlich P. 1720 des Jockelriedels in fast senkrechter Lage ausgezeichnet erschlossen. Als Gegenstück

⁹⁸⁾ Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1884, S. 99 und 358.

⁹⁹⁾ Auf einem Jagdsteig nördlich Moderecks.

hiez u hat Bittner am Ostende des Tennengebirgs an der Königswand die Folge geschildert: Werfener, dunkle Kalke und Dolomite der Gutensteiner Schichten, Reingrabener und schwarzen Raiblerdolomit, Dachsteinkalk und in letzterem fand Böse am Wieselstein *Rhynchonellina juvavica*, die im tirolischen Dachsteinkalk des Hochkalters, Birnhorns und Breithorns zuhause ist. Dieser Dachsteinkalk gleicht zudem, wie ich mich am Fieberhorn überzeuete, nach Farbe, Schichtung und Einschlüssen jenem des südlichen Steinernen Meeres und des Hagengebirgs.

Die beschriebene obere Folge setzt gegen West über das Salzachtal bei Sulzau ohne Querverwerfung in den Südhang des Hagengebirges fort; stratigraphisch wie tektonisch entsprechen sich die oberen Bergesteile von Hagen- und Tennengebirge, sie sind beide tirolisch.

Unter dem Werfener Zag Modereck—Wenger Au—Jockelriedel—Gappenhöhe liegt das noch zwei- bis dreifach in sich verschuppte Vorland von Werfenweng bis St. Martin, entsprechend jenem von der Blühnbachklamm und dem Imlberg und beide gehen um Werfen im Streichen ineinander über.

Wiederum weist die Zusammensetzung dieser vom Tennengebirg überagten Schuppenzone an den tirolischen Südrand: die vollkommene Reduktion der ladinischen Stufe, das sehr stark entwickelte karnische Niveau mit mächtigen Reingrabner Schiefen (am Hühnerkehlkogel mit *Carnites floridus* wie an der Mitterfeld- und Stoissenalp), die wiederum auftauchenden Reifinger Knollenkalke vom Saalfeldener Typus. Zum ersten Male begegnen wir auch fossilführendem Reichenhaller Kalk von der Art jenes der juvavischen Decke um Berchtesgaden und Reichenhall. Einzig der letztere ist auch dem tirolischen Nordrand (Stauffen) nicht fremd, sämtliche anderen Gesteine passen weder dorthin, noch viel weniger zur bajuvarischen Serie.

Wie sich aus dem Kapitel III ergeben hat, hat sich die tirolische Decke gar nicht vollkommen vom Vorland im West und Ost gelöst verschoben, bei einer maximalen Förderung von 13—20 km; das Gebiet um Werfen kann auch aus diesem Grunde nicht mit der bajuvarischen Zone in Beziehung stehen. Als ursprünglich dem äußersten Südrand der tirolischen Masse angehörig, muß es sekundär unter den Rand der Plateaustöcke von Hochkönig, Hagen und Tennengebirge eingepreßt worden sein in Schuppenreduktion, sofern nicht eine aktive Gegenbewegung der austroalpinen Masse gegen die Grauwackenzone in Rechnung zu setzen wäre.

Diese Bewegung hat an jene gleichwertigen und meist auch oberflächlich gleich gerichteten Anschluß, die in immer zunehmender Häufigkeit von Bludenz bis Wien am austroalpinen Südrand erkannt wurden und früher allgemein als von Nord nach Süd gegen die „Zentralachse“ vor sich gegangen gedeutet werden mußten. Es seien hier kurz wenigstens die wichtigsten westlich gelegenen Etappen zusammengestellt.

Mylius¹⁰⁰⁾ schreibt S. 46: „Erwähnenswert scheint mir noch zu sein, daß das Faltensystem der Trias bei Stuben Überfaltung nach Süden und Schub über das kristalline Gebirg auf steil nach Norden fallender Fläche zeigt.“ (Hiezu Profil Tafel X.)

Zwischen St. Anton und Imst ist es zwar nicht bis zu einer scheinbar südgerichteten Bewegung gekommen, aber die kalkalpine Grenze ist zugleich eine Zone ganz auffallender Versteilung der wenig nördlicher noch flachen interaustroalpinen Bewegungsbahnen. Klemmstreifen, tektonische Linsen und Keile der mannigfaltigsten Art schalten sich ein, „die Zwischenzone (von Austro- und Zentralalpin) hat gewissermaßen in großen Umrissen die Struktur eines gequälten Augengneises“.¹⁰¹⁾ Die Gosau des Muttekopfs aber lehrt uns, daß noch im Senon zwischen Nordalpen und dem kristallinen Gebiet auch hier eine mächtige Grauwackenzone vorhanden sein mußte, die durch die tertiären Bewegungen in die Tiefe gedrückt wurde; weder das austroalpine noch das kristalline Gebiet kann allein dieselbe durch Fernschub zugedeckt haben, da unter beiden im Vorarlberg, Prätigau und Bünden tiefere tektonische Massen hervortauchen.

Eine steil nordeinschießende Bewegungsfläche hervorragender Bedeutung setzt dann im Inntal bei Krannebitten ein und wurde von Ampferer¹⁰²⁾ bei regelmäßig nördlichem Einfallen oder Vertikalstellung der anliegenden Schichtglieder über Höttingeralp, Vintl- und Taureralm, Halltal und Walderalm ins Vompertal verfolgt. Mit ansehnlicher Überdeckungsweite breitet sich nördlich der Linie die Inntaldecke über den überwältigten tirolischen Nordflügel aus und doch wäre nichts unrichtiger, als ihre Herkunft etwa südlich der Inntalfurche und südlich jener Linie ableiten zu wollen. Der schwächliche und in sich verquälte Vorstreif zwischen Mühlauerbach und Taur hat über Muschelkalk eine mächtige Folge von Schiefen und dunklen Kalken; darüber nur 300 m starken oberladinischen Dolomit, aber bis 650 m Raibler, die mehr als zur Hälfte aus grauen und schwärzlichen Dolomiten zusammengesetzt sind. Die Ausbildung der ladinischen Stufe weist auf die Arlbergentwicklung der Trias, des Raiblerniveaus auf die Berchtesgadener, beide zusammen auf ein überaus bedeutungsvolles Verbindungsstück der genannten und damit auf eine extrem südliche Lage der Taurer Scholle

¹⁰⁰⁾ „Geologische Forschungen an der Grenze zwischen Ost- und Westalpen.“ I. München 1912.

¹⁰¹⁾ Ampferer, Querschnitt, S. 566.

¹⁰²⁾ Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1898 und Geol. Spezialkarte, Blatt Innsbruck—Achensee, SWgruppe Nr. 29.

am tirolischen Südrand. Es hieße alle faziellen Hinweise verkennen wollen, würde man etwa diese Scholle der liegenden Wettersteindecke, d. h. dem Nordflügel der tirolischen Großmulde oder gar dem bajuvarischen Gebiet zuweisen. Noch dazu zeigt ja die Inntaldecke selbst wiederum im südlichsten Teil bemerkenswerte Anklänge an die Fazies von Taur: nur mehr 400 m dolomitischer Wettersteinkalk am Zirler Höchenberg und dolomitreiche, bis 700 m starke Raibler bei Zirl selbst. Das Wurzelgebiet der Inntaldecke, das also unmittelbar nördlich der Taurer Scholle zu suchen ist, Teile der Wettersteindecke (Zunderkopf—Gnadenwald) und ein primär dem austroalpinen Südrand angehöriger Streif (Taurer Scholle) sind östlich Innsbrucks am Rand des kristallinen Gebiets auf das intensivste verpreßt und zu schmalen, saigeren Lamellen reduziert. Das südöstlich sich anschließende kristalline Bergland zeigt aber, wie Sander im großen, Hartmann (Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1913, 2. Heft) im besonderen in mühevoller, aber fruchtbringender Kleinarbeit nachweist, scheinbar südlich gegen die Tauernmasse gerichtete Schubbewegungen; es ist als ob höher gelegene Massen südwärts getrieben wären als Ausgleich gegen nordwärts in der Tiefe abgeflossene; die Grenze von Austroalpin zu Kristallin wird so zum Bewegungsfächer.

Nordöstlich von Schwaz tritt der kalkalpine verpreßte Grenzstreifen auf die rechte Inntalseite über mit gleichen Komplikationen tektonischer und fazieller Art. Dieselben Störungen setzen aus der Rattenberger Gegend über das Brixental in den Bölfen und den südlichen Kaiser fort und sind identisch mit jenen Schubbewegungen, die wir S. 287 ausführlich erörtert haben, die um Werfen in verstärktem Maß wieder aufleben.

Als im Gefolge der großen austroalpinen Wanderungen eingetretene Unterschiebung und „Hinabsaugung“ (Ampferer) zwischen den pressenden Backen von eigenverstärktem nordalpinen Deckenland und den mächtig von Süden her nachdrängenden kristallinen Massen, fügt sich auch diese scheinbar verschieden gerichtete Gruppe von Störungsbewegungen harmonisch einer modernen Auffassung des Alpenbaues ein.

Es liegt nahe, mit solchen und nicht allein überfaltungstheoretischen Gesichtspunkten auch den weiteren Verlauf des kalkalpinen Südrandes von Annaberg bis Admont ins Auge zu fassen.

Die wichtigste Bewegungsfläche dieser unterschiebenden Einpressung von extrem randlichen kalkalpinen Teilen unter die nördlicher gelegenen Plateaustöcke läßt sich mit Bittner östlich Werfens über Ellmaualp—Moosen und Gappen zum Quechenberg verfolgen; jene die Gipfelserie einleitenden Werfener liegen dabei abwechselnd auf nordfallendem Gutensteiner Dolomit oder auf hangenden Reingrabener Schiefen des unterschobenen Werfen—

St. Martiner Vorlandes. Ein offenbar analoger skytischer Streifen drängt sich zusammen mit Gutensteiner Schichten den Korallenkalk des Dachsteines unterteufend, mit einem Zug von Gips und Haselgebirg über Weißenbach, Ebner bis südöstlich der Stubhalpe zwischen die Hauptmasse des Gosaustein-Dachsteinmassivs und einem vorgelagerten Bergland aus nordostfallendem Gutensteiner Kalk und Dolomit und etwas Riffkalk (nordöstlich Kreßmais) und ähnlich ist auch der Rettenstein durch ein Werfenerband von der hochüberragenden Torsteinmasse geschieden. Es ist naheliegend anzunehmen, daß beide Vorpfeiler nur das Werfen—St. Martiner Vorland fortsetzen würden und daß dem Gosaustein—Dachsteinmassiv eine scheinbar gegen Süd über jenes überschobene Lage zukäme. Auch an diesen Vorpfeilern ergibt sich ja kein Anhalt für eigene Deckenzerspaltung.^{102a)}

Die Werfener dieses Vorlandes sind mit den silurischen Schiefen zwischen Fritztal und Radstadt durch basales Transgressionskonglomerat verknüpft (Bittner) und die Schiefer liegen wiederum in Linie Altenmarkt — Untermandling tektonisch dem triadischen Sporn des Mandlings auf. Dessen Folge ist skytischer Sandstein über Quarziten und Werfener Schiefer, ein fossilleerer Dolomit, dann ein Kalk mit Megalodonten (Kober¹⁰²⁾ 1912) alle relativ gering mächtig; daraus will Kober die Zugehörigkeit zur voralpinen Decke ableiten können. Der fossillere Dolomit kann nun Gutensteiner, Ramsau-, Raibler oder Dachsteindolomit sein; Megalodontenkalke sind aber gewiß nicht für bajuvarische Deckenteile charakteristisch. Und zu solchen müßte der Mandling gehören, nicht etwa zum tirolischen Nordrand, da wie wir abgeleitet haben, die tirolische Bewegung gar niemals eine Förderung von mehr als 45 km (Radstadt—Mondsee) zuwege brachte.

Selbst wenn der Dolomit wirklich norisch wäre (nach Kober „Hauptdolomit“), so böte es für die Annahme, daß der Sporn des Mandlings primär an den tirolischen Südrand gehört, gar keine Schwierigkeit, um die durch jedenfalls unternormal starke Schichtenvertretung zwischen skytischer und norischer Stufe gekennzeichnete Folge mit der am tirolischen Südrand üblichen in Parallele zu stellen, nachdem ja lokale Dolomitisierung des unternorischen Niveaus selbst noch am Hochkönig zu beobachten ist und

^{102a)} Diese Annahme ist mir auf meinen letztsummerlichen Exkursionen zur Gewißheit geworden. In überraschender Ähnlichkeit zu den Verhältnissen am Südrand des Tennengebirgs findet man am Linzersteig von der Reißgangscharte über Hofpürglhütte gegen die Stubhalpe immer wieder ein unmittelbar am Fuß der Wände gelegenes Band von Werfenern deutlichst steil über die Reingrabener Schiefer und Gutensteinerschichten einer tieferen Schuppungszone überschoben. Und wieder ist die eigentliche Masse des Dachsteins in seine verschuppte Unterlage eingebrochen, so daß die mittel- und obertriassische Kalk- und Dolomitunterlage des Dachsteinkalks, die an der Bischofsmütze z. B. in großer Mächtigkeit und mit Spuren von Carditaschichten über dem obersten Werfenerband erschlossen ist, sich an anderen Stellen fast ganz den Blicken entzieht.

¹⁰²⁾ Bericht über die geotekt. Untersuchungen im östlichen Tauernfenster. Sitzungsber. d. kais. Akademie d. Wissenschaft. Wien, m.-n. Kl., Bd. CXXI, S. 455.

Lebling, Gillitzer und ich mehr oder weniger ausgedehnte Dolomitierung des Hochgebirgskorallenkalks der juvavischen Schollen Berchtesgadens beschrieben haben.

Gehört aber der Mandling primär zum tirolischen Gebiet, so ist auch die „norische“ Linie Kober's (das heißt eben die nordfallende Schublinie zwischen Silur und Mandlingtrias) ihres deckentheoretischen Wertes einigermaßen entkleidet, auch sie ordnet sich dann am einfachsten den Flächen unterschiedener Bewegung ein, wie wir sie an der Grenzregion von Austro- und Zentralalpin von Arlberg bis hierher verfolgen konnten.

Daß Dachstein einerseits, Tennengebirge, Hochkönig und Steinernes Meer andererseits regional tektonisch analog sind, darin stimmt Haug und Kober überein und dies mag in den eingangs dieses Abschnittes erörterten Verhältnissen noch weitere Bestätigung gefunden haben. Aber der Rückschluß, der sich daraus ziehen läßt, scheint mir umgekehrt, das heißt von den tektonischen Regeln im Westen der Annaberger Furche ausgehend, in Übertragung dieser auf die östlichen Kalkplateaus, ebenso möglich. Haug und Kober stellen als Axiom auf: nachdem am Dachsteinfuß mindestens drei Decken aufeinander liegen, müssen die westlichen Dachsteinkalkstöcke auch so gebaut sein. Ich möchte dagegen sagen: Nachdem in den westlicheren Bergen heute schon mit Sicherheit die Unrichtigkeit der vorgeschlagenen Deckenzerspaltung sich dartun läßt, so kann der Schluß etwas Berechtigtes haben, daß auch am Dachsteinsüdrand in Wirklichkeit jene Deckengliederung nicht existiert.

Liegen ja auch hier keine zwingenden stratigraphischen Gründe vor, um deckentheoretischen Schluß zu bevorzugen. Es wurden hier von Sueß, Mojsisovics, Stur, Bittner, Böse und Geyer (leider nie erschöpfend) beschrieben Werfener, Reichenhaller Kalk, Gutensteiner Schichten mit roten Hornsteinkalken des Trinodosus-Niveaus, geringmächtiger oder fehlender Ramsaudolomit (das Merkmal extremer Stellung am tirolischen Südrand), Raiblerschichten, Hallstätter Kalke¹⁰⁴⁾ (die wohl ganz wie jene des Hagenbirges, des Hochkönigs und östlichen Tennengebirges als Linsen im oberkarnischen und unternorischen Niveau sich einschalten) und Hochgebirgskorallenkalk, der nach Nord mit äußerst schwer festlegbaren Grenzen in wohlgeschichteten Dachsteinkalk übergeht.¹⁰⁵⁾ Diese Folge entspricht der von

¹⁰⁴⁾ Es besteht auch hier kein Grund zur Annahme, daß diese Hallstätter Kalke etwa unter dem Carditabande lägen.

¹⁰⁵⁾ Mojsisovics, Erläuterungen zur Geol. Karte, Blatt Ischl und Hallstatt 1905, S. 12.

uns am tirolischen Südrand östlich Saalfeldens bisher geschilderten recht gut, besonders wenn wir uns erinnern, daß auch zwischen Breithorn und Poneck ebenso wie streckenweise am Dachstein eine vollständige Reduktion der Einlage von Carditaschichten zu finden war. Auch der offenbar in sehr tiefem Niveau einsetzende Hochgebirgskorallenkalk des Dachsteins ist nahezu identisch mit jenem des südlichen Tennengebirgs und Hochkönigs und weicht nur durch etwas dunklere Färbung ab.

Lokaltektonisch ist bis heute von nebensächlichen Störungen an der Austriahütte abgesehen, nichts beobachtet worden, was unseren Schluß auf primäre Zugehörigkeit des Dachsteinmassivs zum tirolischen Südrand von vornherein unwahrscheinlich machen würde. Und schließlich wird auch die Besprechung der tirolischen Innenzone ähnliche Ergebnisse erzielen.

Trotzdem sei hervorgehoben, daß ich bei dem jetzigen ungenügenden Stande des Wissens über dieses Gebiet keinem irgendwie gearteten Schluß entscheidende Bedeutung zumessen möchte; auch eng benachbarte Berggruppen sind ja nicht einem Schema, sondern der örtlich wechselnden Druckbeanspruchung und wechselnden Widerstandskraft entsprechend gebaut; was für den Südrand von Werfen gilt, muß a priori bei Gröbming durchaus nicht Gültigkeit haben.

Das 1700 m hoch liegende, kohlenführende Tertiär (Miozän) vom Stoderzinken, das durch eine Störung nicht näher bekannten Charakters, doch mit einer „Sprunghöhe“ von nahezu 900 m von jenem gleichalterigen bei Wörschach in der Tiefe des Ennstales getrennt ist, wird hoffentlich einmal mithelfen zur genaueren Altersbestimmung mitteltertiärer Alpenbewegungen. Es wäre leicht möglich, daß zugleich das Alter der verpressenden und unterschiebenden Wechselwirkung von Zentral- und Austroalpin als sehr jugendlich festzulegen wäre.

Von Pürg an treten die durch tiefgreifende Störungen eingefassten, vielleicht größtenteils ortsfremden Schollen der Mitterndorf-Klachauer Furche an die Grenze zum Paläozoikum heran; wir werden die östlich sich an den Grimming reihenden Höhen des Hechelsteins, Hochtausing, des Ackerlsteins und Lieznerecks bis zum Pyhrnpaß deshalb nicht für gleichwertig mit den bisher besprochenen Teilen des tirolischen Südrands halten dürfen. Und derselbe Zweifel besteht für die Strecke Liezen—Admont, für die Masse des Bosrucks. Wohl hat Geyer¹⁰⁶⁾ mächtige Störungsbahnen¹⁰⁷⁾, die in nordost-südwest-

¹⁰⁶⁾ Die Aufschließungen des Bosrucktunnels, LXXXII. Denkschrift math.-n. Kl., Ak. d. W., Wien 1907 und Verh. Rit. 1908, S. 162.

¹⁰⁷⁾ Dazu parallele Störungen hat schon Bittner vom Grabnerstein und an beiden Seiten des Lugaers beschrieben, ohne daß uns dadurch oder durch Geyers neuere Forschungen das Wesen der stattgehabten Bewegungen erhellt wäre; nur so viel läßt sich wohl den Beobachtungen der

licher Richtung von der Nord- und Südseite des Hohen Pyrgas über den Pyhrnpaß gegen das Weißenbachtal streichen, entdeckt, längs denen der tirolische Südrand im Ost gegen Norden verschoben sein könnte; wohl läßt sich die Fazies und Schichtenfolge vom Bosruck jener des Hochkönigs einigermaßen zur Seite setzen. (Vgl. T. XII). Finden wir doch über recht mächtigen Gutensteiner Kalken und Dolomit klotzige, lichtrötliche geäderte Kalke (Schreyeralmtypus) und geringmächtige, knollige Hornsteinkalke mit *Spirigera trigonella* (wie bei Saalfelden), Fehlen der ganzen ladinischen Stufe (wie am Südoststrand des Hochkönigs und teilweise am Dachstein) und die vermutlich im Oberkarnikum bereits einsetzenden Hochgebirgskorallenkalke wieder an der Liegendgrenze mit Halobienbrut, Raibler (?) Megalodonten und Resten rötlichen Hallstätter Kalks (?). Aber es scheint mir ungeachtet dessen richtiger zu sein, auch den Bosruck als Fortsetzung der Mitterndorf—Klachauer Zone anzusehen und den tirolischen Südrand erst in den durch kräftige tektonische und erosive Eingriffe abgetrennten Berggruppen des Sparafelds und Hochtors zu suchen. Hier tritt zu gleicher Fazies (Bittner, Böse, an der Planspitze wiederum Reingrabener Schiefer und Raiblerdolomit, Überlagerung des Dachsteinkalks durch eine mächtige, mergelhaltige Juraserie) ein im großen analoger, freilich durch intensivere Verfaltung komplizierterer Eigenbau und wie südlich des Tennengebirges im unterschobenen Vorland von Werfen—St. Martin, so taucht hier um Johnsbach und an der Stadelfeldmauer ein Streifen von Aflenzer Fazies auf, die wir als leitend für eine extrem südliche Lage am tirolischen Südrand ansprechen dürfen.

So lassen sich denn die verwickelten und scheinbar vieldeutigen Erscheinungen am tirolischen Südrande zwischen Inn und Enns zu einem großzügigen Bilde zusammenfügen, das durchaus nicht notwendigerweise von dem Gesichtspunkte des Fernschubes beherrscht sein muß, sofern nur der wohl zu begründenden Möglichkeit Rechnung getragen wird, daß das heute vor unseren Augen entrollte alpine Störungsfeld einer Summe von verschieden alten und oberflächlich auch verschieden gerichteten Bewegungen entspricht.

Ergebnisse am tirolischen Südrand.

Der tirolische Südrand ist regionaltektonisch einheitlich von Kufstein bis Annaberg; ihm kann Dachstein und Grimming, Sparafeld und Hochtor angehören. An den Grenzsaum von oberbayerischem und Berchtesgadener Faziesbezirk in der Kalkstein—Kirchberggruppe reiht sich zunächst eine Berchtesgadener Serie mit mächtigem Raibler und Dachsteindolomit über einem sich verschmälernden Carditaband und mit vor-

beiden Autoren entnehmen, daß jene mit Ausstrichen von Deckenbahnen nichts zu tun haben, gleiche und verschiedene tektonische Einheiten vielmehr gegeneinander verschoben.

wiegend obernorischem wohlgeschichteten Dachsteinkalk; dann in schrittweise zu verfolgendem Übergang ein Gebiet mit normalmächtiger anisischer und karnischer, immer mehr reduzierter ladinischer Stufe und vermutlich schon zum Teil im Oberkarnikum einsetzendem Hochgebirgskorallenkalk mit Hallstätter Einlagen; als einer extremen Ausbildung der letzteren Folge ist der Aflenzer Fazies ohne ladinischen Kalk oder Dolomit und mit vorwiegend tonig-kalkigem Karnikum auch eine extreme Stellung am tirolischen Südrande gesichert. Längs dieses sind in engstem Anschluß an westlicher und östlicher gelegene Alpentteile jugendliche — vielleicht jungoligozäne oder miozäne — Bewegungen festzustellen, die, ohne sich an bestimmte Fazies oder bestimmte Horizonte zu binden, einen wechselnd starken Einschub von weitest südwärts gelegenen tirolischen Streifen unter die relativ stabil bleibenden Kalkmassen hervorriefen oder aber zu scheinbar gegen die südlichen Zentralkerne gerichteten austroalpinen Vorstößen führten. Eine austroalpine Deckengliederung im Sinne Haugs ist westlich Annabergs unmöglich, östlicher für die als tirolisch geschilderten Gebiete zum mindesten unwahrscheinlich.

V. Die Kernmassen der tirolischen Großmulde.

Zwischen den beiden ausführlich besprochenen Rändern, die beide mit gegeneinander einfallenden mittel- und untertriadischen Schichten gesäumt sind, dehnt sich das in Linie Hochkönig—Salzburg 45 km, in Linie Traunstein—Aich fast 50 km breite tirolische Gebiet zu einer riesenhaften Großmulde.

Entgegen älteren Vorstellungen, daß nur durch gewaltige Vertikalverschiebungen getrennte, fast ungefaltete Schollenblöcke vorlägen, beginnt sich seit Haugs kühner Studie die Anschauung Bahn zu brechen, daß die scheinbar so ruhig gelagerten Schichtmassen horizontale Bewegungen großen Ausmaßes erfuhren, daß die einst als Verwürfe gedeuteten, auffälligerweise sich häufig scharf mit Faziesgrenzen deckenden Schollenränder zumeist Ausstriche von Schubbahnen sind.

Als solche den tirolischen Untergrund belastende juvarische Schubschollen kommen in Betracht: 1. die Reiteralpedecke („Berchtesgadener Schubmasse“¹⁰⁸) mit Reiter-

¹⁰⁸) Vgl. Anmerkung 37 zu Seite 265.

alp, Lattengebirge, Untersberg nebst vorgelagerten Streifen bei Unken, Lofer und Oberweißbach, am Funtensee, östlich Königsee und am Roßfeld, bei Dürnberg und südlich Reichenhalls; 2. die Lamm er Masse zwischen Tennengebirge, Salzach, Gollinger, Schwarzen- und Rigausberg und Dachstein, die sich mit 1. mittels der sekundär verklemmten Schubstreifen des Bluntauales und Torrener Jochs verbindet; 3. die Ischl-Aussee-Masse, zu der ich die vorwiegend zur Hallstätter Fazies (im weitesten Wortsinn) zu stellenden Schollenreste am Nord- und Ostrand und unter der Gamsfeldmasse, den Hallstätter Salzberg, dann das Deckengebiet zwischen Goisern—Steg—Aussee und Sandling rechne; 4. der Mitterndorf—Klacha—Pyhrnpaßzug vom Hohen Radling bis zum Bosruck (?).

1. Übersicht der stratigraphisch-faziellen Verhältnisse.

Wenn es im folgenden versucht wird, die stratigraphisch-faziellen Verhältnisse der tirolischen Großmulde übersichtlich darzustellen, so müssen die oben genannten Gebirgsteile als sicher oder vermutlich ortsfremd fürs erste außerhalb dieser Betrachtung bleiben.

Als weitaus hervorstechendster Zug innerhalb der tirolischen Mulde wurde seit langem der Gegensatz zwischen der oberbayrisch-niederösterreichischen und der Berchtesgadener Fazies (letztere im weitesten Sinne die Hallstätter und Aflenzer Zone mit einbegreifend) erkannt. Heute gilt es nicht nur die Kontraste beider, sondern auch ihre wechselseitigen Beziehungen in den Kreis genauester Spezialforschung zu ziehen.

Böse hatte die Faziesgrenze als Linie geschildert vom Südrande des Kaisers über Fellhorn—Unkenbach nach Melleck, über Tumsee nach Reichenhall, längs des Untersberges nach Golling, über Lehgriesalp in die Gegend von Abtenau, über Strobl—Ischl an die Nordseite des Totengebirges. Er hat der Ungeichwertigkeit dieser „Linie“ keine Aufmerksamkeit gewidmet. Aber auf Grund der neueren, unter veränderten Gesichtspunkten vor sich gegangenen Einzelarbeiten erhellt es, daß dort, wo wirklich eine „Linie“ die Faziesgrenze

bildet, dies zugleich anormalen Kontakt der beiden heteropen Reihen bedeutet unter mehr oder minder kräftiger, tektonischer Überdeckung von faziesvermittelnden Zwischenzonen. Nur wo die „Linie“ sich in Wirklichkeit als kilometerbreite Zwischenzone vermittelnder Gesteinsentwicklungen entpuppt, darf heute noch an einer ursprünglich benachbarten Lage der heteropen Gebiete festgehalten werden. Daß nun wirklich auch jetzt noch zwischen oberbayerischer und Berchtesgadener Bezirk recht erhebliche Reste dieses Übergangsaumes¹⁰⁹⁾ in normaler Zwischenlage vorzufinden sind, diese Tatsache entkleidet in unserem Alpentheil die Deckenbildung ihres exklusiven Faziescharakters, läßt das Fazieskriterium an sich für tektonische Folgerungen nur bedingt brauchbar erscheinen.

Für die tiefere Trias habe ich im vorangehenden Kapitel die Zugehörigkeit der Kalkstein—Kirchberggruppe zu diesem Saume dargetan; erst in der Region der Kasbergüberfalte nördlich des Totengebirges und im Norden der Warscheneckgruppe läßt sich wiederum ein allmählich eintretender Fazieswechsel von der skytischen bis ladinischen Stufe beobachten; die Verhältnisse sind aber im Westen viel günstiger, da reicher an Kontrasten. Im Osten tritt zu tektonischen Komplikationen eine Milderung der heteropischen Gegensätze, da die hier nördlich vorgelagerte Lunzer Entwicklung selbst schon gipfelführende Werfener Schiefer, Gutensteiner Schichten und allerdings viel mächtigere Reiflinger Kalke beherbergt, so daß fast nur die ladinische und karnische Stufe in dem Dolomitreichtum des Berchtesgadener Bezirks in die Augen fallende Unterschiede liefert.

Nachdem in zwei Spezialarbeiten die Faziesverhältnisse der oberen Trias um Waidring, Lofer und Unken, das heißt wiederum jenes Grenzsaumes und der daran sich anschließenden Gebiete besonders eingehend behandelt sind (Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1910 und 1913), ist es hier die Aufgabe, den Zusammenschluß der dort er-

¹⁰⁹⁾ Auch die internen Differenzierungen des Berchtesgadener Bezirks, die Hallstätter Heteropie eingeschlossen, hatten wir am tirolischen Südrand östlich Saalfeldens in inniger Absatzverzahnung gefunden.

zielten Ergebnisse mit jenen aus den östlicher und westlicher gelegenen tirolischen Gebieten abzuleiten.

Für die Beurteilung karnischer Heteropie gilt es fünf verschiedene Ausbildungsmöglichkeiten getrennt zu halten: 1. oberbayerische Entwicklung (Raibler Schichten) mit der auch noch im Rauschbergzug und den Eisenauer Almen am Schafberg erkennbaren Dreiteilung in eine liegend sandig-kalkige, oolithische Partie mit *Cardita Gümbelei*, eine mittlere dolomitische und fossilarme und eine hangend kalkig-mergelige mit *Ostrea montis caprillis*; die ergiebigsten nordalpinen Fundstellen vom Karwendel, Kaisergebirge, Kienberg und Rauschberg sind alle der tirolischen Masse zugehörig; hier allein steigt die Mächtigkeit bis über 600 m (Zirl); weit im Ost, am Laussadurchbruch, tritt entsprechend der Zugehörigkeit zum Lunzer Bezirk mächtiger Lunzer Sandstein und Opponitzer Kalk auf. 2. Ein Übergangsgebiet mit starker Abnahme des liegenden und hangenden Zuges gegenüber anschwellenden, dunklen, geschichteten Dolomiten; hieher die Vorkommen von Taur, Rattenberg, der Kirchberggruppe und dem Seehäuser Seekopf,¹¹⁰⁾ vielleicht auch des Stauffensüdhangs; das Profil Bittners (Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1887, S. 81) von Gruberreit—Groisenalp östlich Windischgarstens mit einer die Opponitzer Bänke mit *Ostrea montis caprillis* unterlagernden, mächtigen, bituminösen, dolomitischen Kalkmasse möchte gleichfalls mit 2. zu vergleichen sein. 3. Ein Gebiet mit nahezu ausschließlicher Dolomitentwicklung, u. zw. entweder als eine gleichförmige über 300 m starke Masse bituminösen, oft fast schwarzen Gesteins (Waidring) oder von indifferent grauen Dolomiten mit gelegentlich eingestreuten dünnen, gefärbten Bändern mit sandig-tonigen, rostgelben Bestegen (Schüttachgraben, Hirschbichl, dann wiederum am Südrand des Steinernen Meeres zwischen Breithorn und Ponek, stellenweise wohl auch am Hohen Sarstein, Südfuß des Tennengebirgs und Dachsteins). 4. Ein Gebiet, in dem regelmäßig eine im allgemeinen gering mächtige untere Partie aus einer Mischung von Carditaschichten (mit tonig-sandigen, kalkigen und oolithischen, verschieden gefärbten Gesteinen) und Reingrabener Schieferen (schwarze,

¹¹⁰⁾ Der Zirnberggrücken besteht zumeist aus dunklen karnischen Dolomiten, in denen ich einen kleinen Megalodus fand.

dünablätterige, feinkörnige Tonschiefer mit Halobia und Cephalopoden) bedeckt wird von einer mächtigen oberen Dolomitlage, und zwar wiederum entweder des dunklen oder des lichten Dolomits; in der Liegendpartie kommen vielerorts auch nur die Carditaschichten oder nur die Reingrabener Schiefer zur Entwicklung. Hierher gehört der ganze tirolische Südrand von der Marchantalp bis zum Breithorn, das Steinerne Meer und der Hochkönig, Hagengebirge und stellenweise Tennengebirge, aber auch überwiegend die Wimbachgruppe, östlicher Dachstein und Gamsfeldgruppe, Teile vom Sarstein, das Totengebirge und die Warscheneckgruppe nebst Haller Mauern und Buchstein, sofern letztere tirolisch wären. 5. Ein Gebiet (Aflenzler Bezirk), in dem Reingrabener Schiefer vorherrschen, daneben nur spärlich sandige oder kalkige, noch weniger dolomitische Einlagen sich vorfinden, viel häufiger¹¹¹⁾ eine Hangendpartie von grauen oder bunt gefärbten Kalken mit oder ohne Kieselknollen (Hüpfinger, beziehungsweise Hallstätter Typus). Hieber zu rechnen ist das unterschobene Vorland von Blühnbachklamm, Werfen und Annaberg, aber auch die Südostecke des Hochkönigs bei der Mitterfeldalpe, dann die Gegend von Grabner- und Moseralp gegen den Buchauer Sattel (sofern nicht juvavisch eingeschoben), die Zone von Johnsbach und der Stadelfeldmauer.

1 gehört dem oberbayerischen und Lunzer, 5 dem Aflenzler, 2 bis 4 dem eigentlichen Berchtesgadener Bezirk an, der somit zwischen beiden eingeschlossen ist; 1 und 5 entsprechen sich nur insoferne, als in beiden Dolomite verschwinden, während aber 1 durch seine Sandsteine, brecciosen, gipsführenden Rauhacken usw. mehr der litoralen Ausbildungsart der bajuvavischen Zone zuneigt, weist 5 in scharfem Gegensatz dazu durch die Hüpfinger und Hallstätter Gesteine auf einen primär südlich vom Berchtesgadener Bezirk gelegenen tieferen Meeresraum. 1 und 5 dürfen somit unter deckentheoretischen Gesichtspunkten nicht miteinander verglichen werden. Zum gleichen Schluß führt eine bathymetrische Bewertung der jeweils eingeschlossenen Fossilreste.

2, 3 und 4 liegen nicht so regelmäßig, daß etwa der extreme Typus 3 durchgängig die Mitte des Berchtesgadener

¹¹¹⁾ D. h. vermutlich überall da, wo sie nicht aberodiert wurde.

Bezirks einhielte. 4 und vermutlich auch 2 dringt vielmehr in ganz unregelmäßigen Zungen in das Gebiet von 3 vor (so zwischen Marchantalp, Birnhorn—Breithorn und Wimbachgries); 3 bildet aller Wahrscheinlichkeit nach überhaupt keine durchgängige Zone, vielmehr unregelmäßig begrenzte Räume innerhalb 2 und 4; genetisch genommen ruft es den Eindruck hervor, als wenn Räume von seichtem Warmwasser mit üppigem Wachstum kalkabscheidender Organismen, deren Reste vollständig dolomitisiert wurden, von Strömungsstraßen kälteren Wassers umflossen waren mit Überschuß an feiner anorganischer und Faulschlamm reicher Trübe.

Diese Darlegungen sind nur unter der Annahme richtig, daß auch in der östlichen Hälfte unseres Alpentails die über den gering mächtigen Raibler Bändern und Lagen beschriebenen Dolomite, die bald „Oberer Dolomit“, „Hauptdolomit“ oder „Dachsteindolomit“ genannt wurden, zu einem beträchtlichen Teil, wo nicht ausschließlich, karnischen Alters sind. Schon Böse hatte sich in diesem Sinne ausgesprochen („Oberer Ramsaudolomit“), vielleicht aber auf Grund nicht ganz genügenden Beweismaterials, so daß Zweifel an der Richtigkeit dieser Auffassung immerhin möglich sein mochten. So hat Lebling¹¹²⁾, von dem pelagischen (?) Charakter der gesamten Berchtesgadener Trias und von meiner Ansicht nach unzulässigen Vergleichen mit zufällig benachbarten tirolischen Gebieten ausgehend, ein unternorisches Alter für seinen oberen Ramsaudolomit (recte Raibler Dolomit) zu begründen versucht.¹¹³⁾ Dann spricht Spengler¹¹⁴⁾ davon, daß der über dem schwachen Raiblerband der Gamsfeldgruppe auftretende, 800 m mächtige, geschichtete Dolomit „dem ganzen Hauptdolomit der bayerischen Entwicklung entspreche“ (l. c. S. 1053). Ich muß solchen Einwürfen folgendes entgegenhalten: 1. Daß in dem besterhaltenen Übergangsgebiet zwischen oberbayerischem und Berchtesgadener Bezirk, in der Kalksteingruppe, die Einschaltung des immer mächtiger werdenden dunklen karnischen Dolomits zwischen fossilführenden Raibler Bändern zu sehen ist; 2. daß in dem einheitlich entwickelten, von mir kartographisch ausgeschiedenen, über 300 m starken Raiblerdolomit nördlich Waidrings Raiblerfossilien nachgewiesen wurden, die noch dazu ziemlich entfernt lagen von der Hangengrenze des dunklen Dolomits; 3. daß in den Steinbergen Schritt für Schritt der Übergang von dem schon von Mojsisovics und Fugger und von mir als karnisch erkannten dunklen Dolomit in den hellen, fälschlich Hauptdolomit benannten, bitumenarmen Dolomit zu verfolgen ist; 4. daß östlich und südlich des vom hellen Dolomit eingenommenen Gebiets neuerdings Profile mit dunklem Dolomit vermessen wurden (Hochkönig, Hagengebirg), die immer wieder auf

¹¹²⁾ „Lattengebirg“, Geogn. Jahresh. 1912.

¹¹³⁾ Inzwischen haben sich, wie im zweiten Teil dieser Abhandlung zu erörtern ist, auch für die juvavischen Schollen Berchtesgadens schlagende Gegenbeweise finden lassen.

¹¹⁴⁾ „Gosauzone Ischl—Strobl—Abtenau“ 1912.

eine konstante Mächtigkeit von ± 300 m für die karnische Stufe verweisen; 5. daß von Krauß (Geogn. Jahresh. 1913, S. 114) inzwischen auch in dem hellen „oberen Ramsaudolomit“ *Megalodon Stoppanii*, „das hier geradezu als Leitfossil der oberkarnischen Dolomite zu bezeichnen wäre“, entdeckt wurde.

Schlägt man bei dem angezogenen Beispiel der Gamsfeldgruppe von der erstaunlichen „Hauptdolomitmasse“ die liegenden 300 m zur karnischen Stufe, so bleiben 500 m unternorischer Dolomit unter etwa 600 m obernorischem und vielleicht auch noch zum Teil rhätischem Dachsteinkalk;¹¹⁵⁾ dies gibt aber eine stratigraphische Säule (vgl. Tafel XIII), die jener der Steinberge zum Verwechseln ähnlich ist.

Daß Böses und meine Ansicht von der Stabilität der karnischen Stufe auch vom genetischen Standpunkt aus zu begründen ist, soll im zweiten Teil dieser Arbeit noch zur Sprache kommen.

Aufs innigste hängt mit dieser Bewertung der unterm Dachsteinkalk liegenden Dolomite die zeitliche Beurteilung des Dachsteinkalkes selbst zusammen. Auch diese ist wegen der später zu erörternden deckentheoretischen Konsequenzen von hervorragender Bedeutung und wie ich glaube, wenigstens für den tirolischen Teil westlich der Salzach als so ziemlich gelöst zu betrachten.

Böses Standpunkt ist hier insoferne nicht ganz aufrecht zu erhalten, als er den in ausgedehnten Gebieten tatsächlich vorhandenen, oft bis zu 500 m mächtigen unternorischen Dachsteindolomit entweder fälschlich noch für oberen Ramsau (das heißt Raibler) Dolomit hielt, oder doch viel zu geringmächtig einschätzte. Dies trifft, abgesehen von juvavischen Deckenresten, besonders für die Waidring—Lofer—Saalfeldner Gegend zu, wie ich gezeigt habe, dann auch für den Gollinger Schwarzenberg und Rigausberg (Hauptdolomit Bittners), für die Gamsfeldgruppe, für den Nordrand des Totengebirges und besonders auch für die Warscheneckgruppe.

Aber es sind doch die genannten Gebiete immer noch dem Oberbayrisch—Berchtesgadener Grenzsäum einigermaßen benachbart. Dann ist es gerade in den westlichen Gebirgsstöcken (und wohl auch nach Geyer in der Warschneckgruppe) sehr schön zu verfolgen, wie bei stabiler Grenze zwischen Karnikum und Norikum der Dachsteindolomit allmählich von NW gegen SO abnimmt, so daß in Linie Watzmann—Breithorn kaum mehr ein Viertel bis ein Fünftel des ursprüng-

¹¹⁵⁾ Auch hier wäre der rhätische Anteil erst durch Fossilien nachzuweisen.

lichen Umfangs durch schrittweise Zunahme des grauen, gut gebankten Megalodonten und Korallen und auch die Gastropoden der Plattenkalke führenden Dachsteinkalks festzustellen ist.

Dieses Abwärtswandern der Dachsteinkalkentwicklung geht, wie im vorigen Kapitel gezeigt wurde, Hand in Hand mit der Herausbildung der Hochgebirgskorallenkalke Bittners, das heißt mit dem Verschwinden unreiner toniger Bestandteile¹¹⁶⁾ und einer zunehmenden Neigung zu schichtungsarmer, klotziger Ausbildung.

Während sich also die Hauptmasse des Dachsteinkalkes der der nördlichen Faziesgrenze relativ benachbarten Gebiete gewissermaßen um die obernorische Stufenhälfte gruppiert, um von da nach oben und unten umgreifend sich zu erweitern, setzt der Dachsteinkalk nahe am Südrande schon an der Liegendgrenze, wofern nicht im Subbullatusniveau¹¹⁷⁾ ein; die 1000 m Hochgebirgskorallenkalks am Hochkönig und Dachstein sind wirklich, wie Bittner und Böse feststellten, ein genaues Äquivalent des ganzen Hauptdolomits und Plattenkalks und vermutlich des Opponitzer Kalkes.

Daß neben dieser norischen Hauptmasse der rhätische Anteil, soweit überhaupt nachweisbar, eine ganz geringe Rolle spielt, hat ebenfalls schon Böse scharf genug beleuchtet, leider ohne damit allgemein durchzudringen.¹¹⁸⁾ Daß von österreichischer Seite der „rhätische“ Dachsteinkalk immer noch in den Vordergrund gestellt wird, mag zum Teil auf die von Bittner und Fugger aus dem Blatt Gaming und der Salzburger Gaisberggruppe beschriebenen rhätischen Kalke zurück-

¹¹⁶⁾ Merkwürdigerweise scheint nur im Westen der Salzach zugleich eine auffällige Hellfärbung Platz zu greifen, während der Hochgebirgskorallenkalk des Dachsteins großenteils relativ bitumenreich ist.

¹¹⁷⁾ Daher auch Bittner („Stratigr. Stellung des Lunzer Sandsteins, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1897, S. 429) dazu neigte, dieses Niveau vom Karnikum abzutrennen und zu seiner oberen Kalkgruppe zu ziehen.

¹¹⁸⁾ Mojsisovics hatte im Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1869, S. 99, geschrieben: „Ich gestehe unumwunden zu, daß ich es für den Dachsteinkalk des Dachsteingebirges, mithin für den echten Dachsteinkalk, noch nicht als sichere Tatsache betrachten kann, ob überhaupt Äquivalente der rhätischen Stufe in einem, u. zw. dem obersten Teile desselben bereits vorhanden sind.“ Seit jener Zeit ist eigentlich nichts Entscheidendes gegen diese Ansicht gefunden worden.

gehen. Das erstgenannte Gebiet liegt aber doch ziemlich weit außerhalb unseres Alpentails und daß für die „rhätischen Kalke“ östlich Salzburgs eine andere Altersauffassung geboten erscheint, wurde bereits S. 271 dargelegt. Trotz einer gewissen Gesteinsähnlichkeit sind die Kalke der Gaisberggruppe überhaupt nicht ohne weiteres den tektonisch abgetrennten und dem Übergangssaum zur Berchtesgadener Entwicklung angehörigen Dachsteinkalken des Gollinger Schwarzenbergs und Rigausberges an die Seite zu stellen.

Die von Böse für seine erwähnte Auffassung 1898 vorgebrachten Argumente sind heute noch so beweiskräftig wie damals, inzwischen sind aber neue und, wie ich glaube, entscheidende dazugekommen. Es handelt sich darum, daß 1. in unserem Alpentail kein Profil zweifelsfrei beschrieben wurde, wo auch nur die Hälfte des Dachsteinkalks über einem mit Fossilien belegten rhätischen Horizont läge; 2. daß dagegen an vielen Plätzen rhätische Lagen in der obersten Partie des Dachsteinkalkes, wo nicht allein im Hangenden gefunden wurden; 3. daß zum mindesten am westlichen Übergangssaum der Beweis erbracht wurde, daß der früher so oft mit dem Dachsteinkalk verwechselte oberrhätische Riffkalk durch fossilführende unterrhätische Lagen vom bereits nahezu 500 m starken Dachsteinkalk getrennt ist.

Gegen Punkt 1 und 3 steht die Angabe Fuggers, nach welchem die Kalke vom Gollinger Schwarzenberg, St. Wilhelm und Ameseck rhätisches Alter besäßen;¹¹⁹⁾ er selbst schreibt (Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1905, S. 203, 4) jedoch von nordwestfallenden Lithodendron-Kalken am Seewaldsee, über welche dünnschichtige, dunkle Kalke mit Kössener Fossilresten gelagert sind, und Bittner (Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1884, S. 78) erwähnt von der Nordseite des Schwarzenbergs, d. h. bei dem nordwestlichen Einfallen in der Hangendpartie des Kalkes Bruchstücke von rhätähnlichen, buntgefärbten Gesteinen (l. c. Fugger, S. 210). Dann hat Mojsisovic in den Erläuterungen zum Blatt Ischl—Aussee (1905, S. 32) die Verhältnisse am Hohen Schrott so gedeutet, daß der die Kössener Schichten östlich Ischls „überlagernde Korallen- und Megalodontenkalk gegen Ost an Mächtigkeit zunimmt und bei gleichzeitigem Auskeilen des rhätischen Lumachellenkalks mit dem Plattenkalk des Hauptdolomits zu einer untrennbaren Masse (Dachsteinkalk) verschmilzt.“ Es ist aber von Mojsisovic unterlassen worden, diesen Plattenkalk kartographisch oder profilmäßig festzulegen, und zudem verläuft nach Haug wenig südlicher der Schubrand

¹¹⁹⁾ Auf seinem Profil 2, S. 203, findet sich zwischen Lias und Kössener Mergel keine Spur des doch sicherlich viele hunderte Meter starken Lithodendronkalks!

der Totengebirgsdecke, so daß es wohl denkbar wäre, daß eine tektonische Reduktion der Kössener Schichten zwischen Dachsteindolomit, Platten- und Dachsteinkalk einerseits, oberrhätischem Kalk andererseits eingetreten sei. Jedenfalls muß diese Stelle bis zu neuerlicher Überprüfung unter tektonischen Gesichtspunkten einigermaßen zweifelhaft bleiben gegenüber der 1910 bis ins einzelne an der Hand von Profilen und Karten geschilderten Verhältnisse an der Südseite der Kammerker und am Sonntagshorn, wo man den Dachsteinkalk im obernorischen Niveau noch unter den bunten obernorisch-rhätischen Grenzkalken sich zu ansehnlicher Stärke entwickeln sieht; die den Dachsteinkalk überlagernden, bunten rhätischen Schichten wurden (Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1913) in genau entsprechender Ausbildung dann auf die Nordseite des Loferer Steinbergs verfolgt und hier sieht man sie an der Anderlalm und im Kirchenthal bis Obsturn direkt von Hierlatzkalk bedeckt; auch östlich der Lofereralp keilen die oberrhätischen Riffkalke aus, ehe sie bei der zu spät eintretenden Verminderung des bunten Rhäts mit dem Dachsteinkalk in Berührung kommen könnten.

Für Punkt 2 kann ich mich beschränken, zu dem vor oder durch Böse bekannten Vorkommen fossilführender Rhätschichten in der hangendsten Partie des Dachsteinkalks¹²⁰⁾ (am Breithorn etwa 50 m mächtig, mit *Rhynchonellina juvavica*; am Rotwandl unmittelbar unterm Lias; am Birnhorn mit *Rhynchonellina juvavica*; am Wilden Freithof [Bittner]; im Paß Lueg, darüber eine geringmächtige Partie Dachsteinkalks und Lias) die seither entdeckten zu nennen: Anderlalm und Kirchenthal, vorderes Ochsenhorn, Obsturn, Fußstein (bunte Lagen mit Kössener Brachiopoden im obersten Dachsteinkalk), an der Schärtenspitze (mit *Spiriferina jungbrunnensis* und *Rhynchonellina juvavica* nahe der Liasgrenze).

Die am Breithorn von Böse auf 50 m geschätzte Mächtigkeit des solcherart sichergestellten Rhäts dürfte dem allgemeinen Maximalwert nahekommen. Da der überdeckende Lias stets einen faunistischen Hiatus offenbart (Lias β oder γ), da er deutlich diskordant liegt, darf man nicht mehr davor zurückschrecken, der seinerzeit von Dien er, Geyer und Kraft vertretenen Ansicht mit allen Konsequenzen zuzustimmen, das heißt mit Anerkennung einer wechselnd starken, aber doch stets fühlbaren oberrhätisch bis unterstliassischen Erosionsperiode für die dem tirolischen Südrand benachbart gelegenen Plateaustöcke; daß auch in der primär reduzierten rhätischen Sedimentation litorale Spuren nicht fehlen (die bunten Konglomerate östlich der Loferer Alp), ist ja nur zu erwarten.

Während in der karnischen und norischen Stufe im Vor-

¹²⁰⁾ Die Beobachtungen Geyers (Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1886, S. 215) lassen darauf schließen, daß auch auf dem Tennengebirge wie am Warscheneck und am Dachstein nur der oberste Kalk mit den bunten Bändern und Einlagen für rhätisch gelten darf.

schreiten von Nord nach Süd, vom Grenzsäum zur oberbayrischen Fazies gegen den tirolischen Südrand eine gewisse Zunahme pelagischer Charaktere und Beckenvertiefung zu bemerken ist (erst südlich der Linie Hochkönig—Blühnbachtal—Königswand im Tennengebirg—Echerntal—Sarstein sind Hallstätter Linsen als synchrone Einschaltungen bekannt), nimmt nicht nur die Mächtigkeit des Rhäts, sondern auch dessen ursprüngliche Vollständigkeit und küstenabgewandter Charakter gegen Süden sehr rasch ab und viel intensiver als selbst in der bajuvarischen Zone gegen den tiefbajuvarischen Randstreifen, wo ähnliche primäre Reduktion zu spüren ist. Es spricht dies für einen grundlegenden Umschlag der Absatzverhältnisse an der Wende der norischen und rhätischen Stufe; war bis dahin im Karnikum und Norikum eine Tiefenlinie des nordalpinen Trogs am tirolischen Südrande zumindestens östlich des Hochkönigs angedeutet, so rückt im Rhät die Beckentiefe ausschließlich gegen Nord in die tirolische Masse hinein, ja bis fast zur Grenze gegen die hochbajuvarische Zone vor. In Linie Karwendelmulde—Rofan—Kammerker—Osterhorngruppe werden die mächtigsten rhätischen Sedimente eingeschüttet; hier allein konnten kalkabscheidende Warmwassertiere ansehnliche Mengen Riffkalkes erzeugen.

Für die östliche Hälfte unseres Alpentails fehlen leider genauere, mit Fossilien belegte Angaben über den rhätischen Anteil der dem Berchtesgadener Bezirk angehörigen Serie; nach dem wenigen, was darüber beobachtet wurde (Warschen-eck) scheint es fast, als ob die primäre oder sekundäre Reduktion rhätischer Ablagerungen hier eher noch weiter verbreitet und energischer vonstatten gegangen wäre.¹²¹⁾

Die Tiefenachse des nordalpinen Meeres der Liaszeit zeigt eine ähnliche Lage wie im Rhät. Beiderseits derselben spielen sich zwischen Unkenbach und Oberweißbachmulde im Süden, dem Glasenbach und Adnet im Norden analoge Vorgänge ab. Eupelagische Gesteinsreihen (bunte Cephalopodenkalke, lichtgefärbte Kieselkalke und Adnetter Schichten) charakterisieren zwischen Kammerker- und Sonntagshorn, bei

¹²¹⁾ Bittner erwähnt die ersten sicheren Kössener Funde östlich der Enns an der Noth bei Gams und aus Starhembergslagern des Stangls (Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1885, S. 143 und 1890, S. 305).

Adnet und am Hohen Schott (hier allerdings bereits mit Einmischung von grauen Mergeln, doch wiederum mit Adnetern der Bifronszone) die Tiefenlinie.

Die Fleckenmergel des Glasenbachs (unterer Lias) und der Osterhorngruppe gehören schon Ausläufern der nördlich folgenden, hemipelagisch-bathyalen Geosynklinalenwandung an; der südlichen ist jener Zug von mächtigen dunklen Schiefen und Kieselkalken zuzurechnen, der aus der Gegend von Oberweißbach über Hirschbichl und Wimbachmündung in den Berchtesgadener Kessel streicht, am östlichen Königseeufer sich stark mit anderen heteropen Gliedern vermengt, doch wieder am Nordrand des Tennengebirges in den dunklen „Spongienschichten“ Bittners zu erkennen ist, dem vermutlich auch ein noch näher zu bestimmender Teil der mergeligen Schichten des Goisern—Ausseer Gebiets im Liegenden von juvavischen Deckschollen, endlich die Fleckenmergel der Mitterndorfer Gegend angehören. Diese aber lassen sich bis hoch hinauf gegen den Grimming und dann wieder über Klachau—Ziem zu den Höhen nördlich Steinachs verfolgen und am Ostende der Warscheneckgruppe könnten die Liasmergel des Wurzener Kampfs vielleicht dazugehören. Und schließlich hat Bittner zwischen Hochtor und Lugauer im äußersten Südost wiederum eine bunte, liassische Serie beschrieben (Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1886, S. 100), an welcher Spongiemergel und Kieselkalke erheblichen Anteil nehmen, und im äußersten Westen kennzeichnen die mächtigen Fleckenmergel des Eiberger Beckens südlich der Mischfazies vom Ropanzn und weit südlich der eupelagischen Serie vom Spitzstein den Südrand der nordalpinen Geosynklinale.

Östlich der Admonter Enge hat aber auch Kober jüngst auf Grund der Bittnerschen Vorarbeiten eine nördliche reiner kalkige Entwicklung vom Ötscher und Dürrenstein einer südlichen, Fleckenmergel führenden, längs der Linie Hernstein—Mariazell gegenübergestellt; mit den Fleckenmergeln vom Bergstein bei Gams ist der Zusammenhang dieses Zuges mit dem von uns geschilderten gegeben; Kobers südliche Zone ist nichts anderes als die östliche Fortsetzung des Gegensatzes zwischen Synklinalentiefe und -bord.

Am schärfsten machen sich die geschilderten Kontraste im oberen Lias, eben der Absatzzeit eines großen Teiles der erwähnten Spongiemergel und Fleckenmergel geltend; ähnlichen Alters sind am Funtensee graue Kalkbreccien mit viel Hornsteinsplittern und nicht selten mit Trümmerchen paläozoischer Phyllite, von Werfener Schiefer, Dolomit und Kalkbrocken. Daß es sich nicht etwa, wie Haug annahm, um Mylonitlagen handelt, geht schon daraus hervor, daß ähnliche Bänke im östlichen Königseegebiet normal zwischen Ammoniten- und Kiesel-

kalken eingeschaltet sind.^{121a)} Krafft hat von der Kratzalpe (Jahrbuch der k. k. Geologischen Reichsanstalt 1897) im Hangenden des mitteliassischen Ammonitenkalkes gleichfalls Kalkbreccien, dünnplattige Sandsteine und Konglomerate mit Quarzgeröllen und roten und grünen Tonschiefern wohl mit Recht als oberliassisch gedeutet. Und in diesem Zusammenhang mag man sich auch des Vorkommens von kristallinen Geschieberesten in dem roten brecciösen Akanthikuskalk der Steingrabenschneid (Mojsisovics, Erläuterungen zu Blatt Ischl—Aussee, 1905, S. 42) erinnern.

Solche ortsfremden, gegen die nördlicher gelegene Tiefenzone verschwindenden Bestandteile müssen auf einen nicht allzufernen Uferrand im Süden bezogen werden.

Auch der untere und mittlere Lias südlich der Tiefenlinie erfreut sich einer kräftigen Heteropie, die sich trotzdem bathymetrisch in ziemlich engen Grenzen hält. Hierlatzkalke mit all den roten und grauen, krinoidenreichen und dichten Spielarten auf der einen, bunte Cephalopodenkalke, helle Kieselkalke und Adneterschichten (die erst- und letztgenannten allerdings als Extreme und nie ohne Zwischenschaltung der anderen) auf der anderen Seite sind so innig und mannigfaltig über das weite Gebiet der Dachsteinkalke westlich der Salzach, wie auf dem Totengebirg und am Grimming, am Ostfuß des Warschenecks und am Lugauer wie am Bergstein bei Landl ineinander verzahnt, daß es nach den trefflichen Schilderungen Geyers,¹²²⁾ deren faziell-stratigraphischer Teil heute noch fast durchaus Geltung¹²³⁾ hat, müßig wäre, einzelne Punkte herauszuheben;¹²⁴⁾ doch mag nochmals darauf hingewiesen werden, daß auch auf den westlichsten Dachsteinstöcken entsprechend Geyers Beobachtungen die verschiedensten liassischen Glieder sich deutlich einem präliassisch kräftig modulierten Relief einbetteten und daß je weiter südlich, desto mehr die bunten Cephalopoden- und vor allem Adneterkalke zurücktreten gegenüber den offenbar mehr im Flachwasser abgesetzten Brachiopoden und Krinoiden reichen Gesteinen.¹²⁵⁾

^{121a)} Gültige Mitteilung Herrn Cl. Leblings.

¹²²⁾ Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1884, S. 335; Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1885, S. 293, und Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1886, S. 216.

¹²³⁾ Lediglich einige der von Geyer als primär gedeuteten „Diskordanzen“ in der Lage von Lias zu Dachsteinkalk müssen auf jugendliche tektonische Eingriffe bezogen werden.

¹²⁴⁾ Daß Haug häufig die Unterscheidung von bayerischer und Dachsteindecke nach der Verbreitung von Hierlatzkalk und roten Ammonitenkalken vornimmt, läßt sich nur darauf zurückführen, daß Haug die Plateauhöhen westlich der Salzach zum mindesten nie betreten haben dürfte.

¹²⁵⁾ Den Ammonitenkalken der Kammerker—Lofereralp und des Kirchentals steht echter brachiopoden- und krinoidenreicher Hierlatzkalk des Leoganger Steinbergs (Brandlhorn), den erstgenannten des Oberweißbachs

Das gelegentliche Uebergreifen von mittlerem Lias oder höherem Jura (besonders Klaussschichten) über Dachsteinkalk kann, da es allgemeinerer Gültigkeit entbehrt, am besten so aufgefaßt werden, daß eben einzelne triassische Plateauteile später, langsamer und mit Unterbrechungen dem geosynklinalen Versenkungsprozeß unterlagen, so daß auch schon vorhandene tieferliassische Sedimente von Strömungen vertragen werden konnten.

Die Sedimentation des mittleren und des tieferen Teiles vom höheren Jura trägt über das ganze tirolische Gebiet vorwiegend abyssische Züge. Hornsteinreiche Mergelschiefer voll Radiolarien und echte kalkarme Radiolarite füllen durchwegs die Tiefe des Trogs von der Unkenbach- und Oberweißbachmulde über den Berchtesgadener Kessel zur Adneter Gegend und bis an den Fuß von Schober- und Totengebirge; erosionsbedrängte Zungen greifen an der Anderlalp auf die Steinberge, an der Gotzen- und Kratzalpe gegen die Berchtesgadener Hochflächen vor, verschiedenen Ortes über das Totengebirge, über Sarstein-, Warscheneck- und Hochtorggruppe hinweg und beweisen eine fast einförmige Versenkung. Ausnahmen von solcher Regel knüpfen sich einmal an den Südrand, wo am Dachstein Kalke vom Adneter bis Hierlatztypus auch in dieser Zeit den Radiolarit verdrängen und so von einer flachen Vorwölbung des südlicheren Synklinalenbords berichten. Die in der Osterhorngruppe auftretenden Konglomerate müssen bei ihrer isolierten Lage und ihrer Vergesellschaftung mit kieselreichen Gesteinen den Hornsteinbreccien der Rofan zur Seite gestellt werden und ähnliche Deutung als Gleitfragmente submariner Bodenbewegungen erfahren;¹²⁶⁾ sie wiederholen nur die im mittleren Lias der Kammerker auf einen etwa 10 km großen, inmitten normal hemi- und eupelagischer Sedimente gelegenen Bezirk beschränkten endostratischen Störungsverhältnisse. Dann ist in der Schafberggruppe eine relativ geringere Versenkung durch dauernden Absatz heller krinoider und kieselknollenführender Kalke angedeutet. Die ganz isolierte Lage der letzterwähnten Vorkommen wird dadurch ins rechte Licht gerückt, wenn wir uns erinnern, daß die dem tirolischen Nordrande vorgelagerte hochbajuvarische Zone fast

und Pürzlbachs der graue und rote, brachiopodenreiche Hierlatzkalk des Praghorns gegenüber. (Hahn, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1913.)

¹²⁶⁾ O. Ampferer, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1908, Bd. LVIII, S. 281, und Hahn, „Untermeerische Gleitung“, N. J. f. Min., Beilage Bd. XXXVI, 1912, S. 22.

ausnahmslos zu dieser Zeit auch eupelagische bis abyssische Sedimente führt.¹²⁷⁾

Es will scheinen, als ob im oberen Jura die Tiefenlinie der nordalpinen Geosynklinale entsprechend der mit dem Rhät einsetzenden Neigung noch ein Stück weiter nordwärts gegen die hochbajuvarische Zone sich verschoben hätte. Dort liegen an der Benediktenwand und am Schliersee die kieselreichsten Schichten in der Hangendpartie des obersten Juras gegen das Neokom. Im tirolischen Gebiet aber sind zwischen Radiolarit und Kreide 300—500 m starke, kieselige Knollenkalke (isopisch mit jenen des tieferen Lias, der anisischen, karnischen und norischen Stufe) mit ähnlich weiter Verbreitung wie sie dem Radiolarit zukam, oder aber mit Absatzverzahnung (Rettenbachkalke) massigere, kieselarme Kalke von Flachwassertypus (Tressenstein-, besonders Plassenkalke u. a.) eingefügt. Wie die Versenkung des tirolischen Gebietes stellenweise nur widerstrebend vor sich ging, so eilten auch beim Empor tauchen unregelmäßige Bezirke den positiven Bestrebungen des Meeresbodens voran und um sie siedelte sich eine üppige Welt kalkabscheidender Organismen.

So sind diese Kalke keineswegs etwa an den tirolischen Südrand gebunden, sie dringen in der St. Wolfgang-Synklinale bis fast zum tirolischen Nordrand vor, am Sparberhorn noch heute in primärer Verfingung mit den normalen, eintönigeren, knolligen Kieselkalken. Meist recht ortsbeschränkte Andeutungen solch rascher Verflachung finden wir in den Nerineenkalken der Roßalpe, den dickbankigeren, krinoidenreichen Lagen der Loferer alpe, in den klotzigen Kalkbänken der Oberweißbachmulde und jenseits des Hirschbichls, in den hellen Acanthicus- und Tithonkalken auf der Ostseite des Untersbergs (Gratschenturm-, Barmsteinkalk, Zinken- und Ziller-[] Kalk), in den lichten Diceraskalken und massigeren Einschaltungen der Osterhorngruppe (Saurückenalpe); und weit im Osten bei Palfau treffen wir sie wieder als nerineenführende, klotzige Kalke am Beilstein und Torstein der Ötscherdecke.¹²⁸⁾

Die gleichfalls flächenhaft, vielleicht ehemals über das ganze tirolische Gebiet noch gebreiteten Schichten des Neokoms bewahren auch nach Scheidung in Schrambach- und Roßfeldschichten so ziemlich ihren bathyalen Charakter; eine Tiefenachse ist nicht mehr zu spüren, ein allmähliches Empor tauchen des austroalpinen Gebietes als Ganzes tritt nach dem Barrème ein. Ufernähe ist in der mit Breccien- und Konglome-

¹²⁷⁾ Hahn, Geol. Rundschau 1914.

¹²⁸⁾ Bittner, Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1890, S. 305.

ratlagen versehenen Entwicklung der tiefbajuvarischen Randzone des Schliersees, in den flyschähnlichen Gesteinen des Blattes Weyer und wieder im südöstlichen Teile der Unkenbach- und in der Oberweißbachmulde angedeutet; bei letzteren Vorkommen treten halbkristalline, ortsfremde Bestandteile (Porphyre, chloritische Schiefer) augenfällig hervor und deuten auf die Grauwackenzone als verlandete Lieferungsstätte. Diese konglomeratischen Gesteine in der Hangendpartie des Neokoms der Lofereralpe sind in einzelnen Varietäten täuschend den oberliassischen Breccienkalken der Funtenseetauern und cenomanen Breccienkalken der bajuvarischen Zone ähnlich; Bruchstücke von paläozoischen Phylliten haben wir auch in der tieftriadischen Rauhacke von Saalfelden und im Eisbachtal am Königsee gefunden; die tirolische Gosaukreide bezieht den größten Teil ihres ortsfremden Gutes aus der Grauwackenzone.

So ist denn vom Grundkonglomerat der skytischen Stufe bis hinauf zur obersten Kreide austroalpines Gebiet und südlicher lagerndes, Geschiebe spendendes Paläozoikum miteinander unzerreißbar verkittet.

Die senonen und alttertiären Ablagerungen des ganzen von den tirolischen Rändern eingeschlossenen Gebietes müssen im Zusammenhang besprochen werden, da sie auch im wesentlichen an ihrem heutigen Platze über tirolisches Land und juvavische Deckschollen nebeneinander sedimentiert sind.

Die Einzeluntersuchungen der letzten Jahre haben besonders für die senonen Schichten bemerkenswerte Ergebnisse gezeitigt; ja es möchte auf Grund der Spenglerschen¹²⁹⁾ Befunde sogar fast scheinen, als wenn in der näheren Gliederung der Gosaukreide ein untrügliches Mittel zur Unterscheidung von Basis und Deckschollen gegeben wäre. Ein Vergleich der östlich und westlich von Salzach erzielten Resultate mahnt aber eindringlich zur Vorsicht vor naheliegenden Fehlschlüssen.

¹²⁹⁾ Diese Zeitschrift, 1911, und „Untersuchungen über die tektonische Stellung der Gosauschichten“, I, „Die Gosauzone Ischl—Strobl—Abtenau“, Sitzungsber. der k. k. Akademie d. Wissenschaften Wien, m.-n. Kl. 1912, Bd. CXXI.

Spengler hat für das Gebiet des Wolfgangsees eine Serie (Typus I) bezeichnend gefunden von 1. Nierentaler Mergeln (Maestrichtstufe), 2. grauen Mergeln und Sandsteinen, 3. Kalken mit *Hippuritus sulcatus* und *organisans*, *Plagioptychus aguillonii*, nebst Mergeln mit Gastropoden, Bivalven und Korallen (Oberes Santonien bis Unteres Campanien), 4. von marinem Sandstein, 5. bituminösen Mergeln mit Kohleflözchen (Unteres Santonien). Mächtige Konglomerate, marine Schichten älter als unteres Santonien sollen fehlen. Dagegen zeichnet nach Spengler die Gamsfelddecke folgende auf „Hallstätter“ und „Dachstein“-Decke liegende Reihe (Typus II) aus: 6. Harte, graue, zum Teil sandige Mergel mit Cephalopoden des Coniacien, 7. äußerst grobe Basalkonglomerate mit rotem kalkigen Bindemittel, zum Teil Actaeonellenkalke, bis zu 300 m mächtig.

Es darf nun sicherlich nicht angezweifelt werden, daß am Nordwest- und Nordrand der Gamsfeldmasse Pakete, die durch die eine oder andere senone Serie gekennzeichnet sind, nacheinander übereinander geschoben wurden. Aber von regionaler Bedeutung kann diese Unterscheidung nicht sein. Spengler hat selbst feststellen müssen, daß die Gosaukreide des Schornplateaus, die offenbar über Reste der „Hallstätter“ und „Dachstein“-Decke (im Sinne Haugs der „Salz“-Decke) sich ausdehnt, nach Typus I (3 und 1) gebaut ist. An der Hand der Felixschen Gosaustudie ist des weiteren zu ersehen, daß im Gosaubecken, dessen transgressive Zugehörigkeit zur Gamsfelddecke nun auch Haug notgedrungen zugibt, eine den Typus I und II gleicherweise führende, vollständigere Serie heimisch ist. Gehen wir gar ins Salzburg—Reichenhaller Gebiet, so sehen wir folgendes:

Eine Reihe vom Typus II mit mächtigen Nierentalern (1 vom Typus I) liegt sowohl vor dem Untersberg in der Salzburger Ebene ausgebreitet (nach Haug basal) als oben auf dem Plateau der Dachsteindecke des Lattengebirges und der Reiteralpe. Läßt man aber, wie das der Wirklichkeit entspricht, den Kontakt zwischen Untersberg und vorgelagerter Kreide für normal-transgressiv gelten, so findet man doch wieder in der Gaisberggruppe östlich der Salzach, also auf der unzweifelhaft „basalen“ Zone mächtige alte Breccien und Konglomerate mit Untersberger Kalklagen, Glanecker Schichten (beide Typus II) und Nierentaler Schichten, also ganz so, wie auf dem Lattengebirg.

Ja einen noch schlagenderen Beweis hat die jüngste Aufnahme von Krauß¹³⁰⁾ im Reichenhaller Becken gefördert. Hier lagern auf der „Dachsteindecke“ des Müllnerhorns mächtige Konglomerate und dieselben auf dem „basalen“ Gebiet des Stauffens transgressiv auf korrodiertem Wettersteinkalk und beide Gosaukonglomerate enthalten dieselben charakteristischen Hallstätter Gesteinsbrocken. Die zwischen der angeblichen „Dachstein“- und der basalen „bayerischen“ Decke aber eingeschaltete „Hallstätter“ Decke führt 70 bis 80 m mächtig Untersbergkalk, Mergel und fast kein Konglomerat!

Wollte man Spenglers Resultate schematisch verwerten, so müßte also um Reichenhall in eine prägosauisch übereinandergeschobene „bayerische und Dachsteinmasse“ eine nachgosauische tektonische Einschiebung der „Hallstätter“ Decke erfolgt sein, gewiß ein nicht diskutierbarer Gedanke, der die Unmöglichkeit wirksam vor Augen führt, das für die Gegend von Strobl Gültige ins Allgemeine zu übertragen.¹³¹⁾

Es liegt eben in der Natur der gosauischen Sedimentationsverhältnisse, daß durch häufige Bodenbewegungen angeregt, an sehr nahe benachbarten Plätzen recht verschiedenartiges Material von litoralem und sublitoralem, seltener bathyalem Typus zum Absatz gebracht und wohl häufig intersezon auch noch umgelagert wurde. Es kann sicherlich nicht von einem Gosaumeere die Rede sein, sondern von noch näher zu begrenzenden kurzen Vorstößen und mehr oder minder vollkommenen Rückzügen, wofür Lebling aus dem Lattengebirge schöne Beobachtungen über interne Diskordanzen oder doch diskonforme Lagerung erbrachte.

Daß aber heute schon aus der Verbreitung gleicher sezonaler Serien über verschiedene tektonische Elemente und verschiedener Serien über offenbar gleichwertige tektonische Elemente eine im allgemeinen einheitliche Bildungsstätte aller dieser verschiedenen oberkretazischen Ablagerungen hervorgeht, scheint mir unabweisbar zu sein.

Diesen Schluß vermögen neuere Funde von Eozän-gesteinen nur zu stützen. Fugger hatte schon in den Achtzigerjahren¹³²⁾ aus dem Untersberger Vorland die so äußerst

¹³⁰⁾ „Geologische Aufnahme des Gebietes zwischen Reichenhall und Melleck“ Geogn. Jahrb. 1913, S. 105.

¹³¹⁾ Auch aus dem hochbajuvarischen Unterinntal ist ja eine Serie vom Typus II bekannt.

¹³²⁾ „Vom Nordhang des Untersbergs.“ Mittl. d. Salz. Landesk. 1886, Bd. XXVI, und Jahresber. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1907, S. 455.

charakteristische Meinzinger Breccie über Nierentaler Mergel geschildert; sie besteht im Kühlbachgraben aus scharfkantigen Untersberger Plateaukalkstücken, abgerundeten kleinen Quarzkörnern, Trümmern von Werfener Schiefer, von Inoceramenschalen, Nummuliten und Foraminiferen und Korallen. Genau dasselbe Gestein¹³³⁾ hat nun Krauß am Kugelbachbauern in der „Hallstätter“ Zone entdeckt!

Schließlich ist auch der scharfe Gegensatz, den Haug zwischen mitteleozänem voralpinen und obereozänem „bayerischen“ Alttertiär konstruieren wollte, ganz wesentlich verwischt, nachdem durch Lebling ein mitteleozänes Alter der liegenden Hallturner Schichten wahrscheinlich gemacht wurde, nachdem Schubert¹³⁴⁾ ausdrücklich für einen mitteleozänen Anteil des Eozäns vom Schloßberg, Preischen und Groß-Gmein, das heißt von Vorkommnissen, die auf der die „Dachsteindecke“ überlagernden Gosaukreide ruhen, eingetreten ist.

Überblicken wir nochmals die behandelten stratigraphisch-faziellen Fragen, so drängt sich unabweisbar der Eindruck auf, daß die besprochenen klimatischen Schwankungen in so einfach gesetzmäßigen Beziehungen zueinander stehen, daß notwendigerweise auch all die bisher in die Besprechung einbezogenen, als tirolisch gedeuteten Gebiete einer und derselben großen geotektonischen Einheit angehören müssen. Es scheint unstatthaft, aus solcher Einheit ohne die allerschlüssigsten Beweise beliebige Stücke abzutrennen und weit auseinander liegenden Ablagerungsräumen zuzuweisen, wie das Haug 1906 und in extremster Weise 1909¹³⁵⁾ zu unternehmen versuchte. Man kann mit einiger Genugtuung dem dritten Teile Haugs von 1912 entnehmen, daß auch er nun offenbar wiederum dazu neigt, eine kräftige Verminderung seiner hypothetischen Reihentröge zuzulassen. Den innerhalb der tirolischen Zone dennoch feststellbaren Massenverschiebungen kann nicht mehr eine durchaus freie Beweglichkeit zuerkannt werden; es muß sich um Relaisvorstöße zweiten und dritten Ranges handeln.

¹³³⁾ Ich habe die Lokalität selbst besucht und die Kraußschen Handstücke durchgesehen.

¹³⁴⁾ Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1913, S. 123.

¹³⁵⁾ Les géosynclinaux de la chaîne des Alpes pendant les temps secondaires. Compt. rend. Ac. d. Sciences, Paris, 14. juin 1909.

Immerhin ist solch harmonisches Einfügen in einen großen lithogenetischen Grundplan nur durch Ausscheidung jener Berggruppen erzielt worden, die eingangs dieses Kapitels zusammengestellt sind. Der Versuch, die als ortsfremd gedeuteten Schollen in ihrer jetzigen Lage wurzelnd zu denken, führt, wie im zweiten Teile dieser Abhandlung erörtert wird, zu disharmonischen Konsequenzen, die dem Gesetz der Korrelation der Fazies widerstreiten. So wird es denn verständlich, daß Böse 1898 trotz Einführung und Anerkennung von Brüchen gewaltigster Sprunghöhen sich bescheiden mußte, faziell Getrenntes nebeneinander zu schildern, ohne die zu fordernden Übergänge aufzeigen zu können. Es bleibt das Verdienst Haugs, auf solche früher unbeachtet gebliebene Unstimmigkeiten ein grelles Licht geworfen zu haben.

2. Regionaltektonische Übersicht.

Die regionalgeologische Einzelbesprechung der tirolischen Großmulde kann nunmehr das Hauptgewicht auf die tektonischen Charaktere legen.

a) Westlich der Salzach.

Normal als Mulde gebaut, tritt die tirolische Großform erstmals im Westen im Kaisergebirge uns vor Augen. Lias, Kössener Schichten und Plattenkalk erfüllen am Ropanz den Kern zwischen den mächtigen, mit um 45° gegeneinander geneigten Flanken von Hauptdolomit und darüber ragen im Norden und Süden durch schmale, oft infolge von Differentialbewegungen zerriebene Raiblerbänder verbunden, um vieles steiler gestellt, die ladinischen Mauern des Zahmen und Wilden Kaisers empor. Einige nebensächliche Längsstörungen, zumeist Führungsbahnen jüngster, gegen West gerichteter Druckbeanspruchung, vermögen die monumentale Einfachheit dieses Muldenbaues nicht zu verschleiern.

Wenig östlicher strahlen in Linie Schwendt—Kohlalp—Lärcheckalp drei Synklinalen auseinander; nur der mittleren kommt regionale Bedeutung zu, sie finden wir O—W gerichtet und seicht am Fellhorn wieder, abermals mit Kössenern im Kern.¹³⁶⁾

¹³⁶⁾ Liasschichten, wie G ü m b e l angab, konnte ich nicht beobachten

Nur eine schwache, jugendliche Senkzone trennt Fellhorn und Kammerker — Sonntagshorngruppe. Hier senkt sich die im Fellhorn kräftig aufgebogene Muldenachse gegen Ost so tief, daß Aptychenschichten den mittleren Unkenbach bis zu 650 m herabbegleiten, während sie am Fellhorn in etwa 1700 m, am Ropanzen auf 1500 m zu liegen kämen. Zugleich erweitert sich der zwischen norischen Sedimenten gebettete Muldenkern von kaum 1 km am Ropanzen zu 11 km in Linie Sonntagshorn—Sonnwendwand und das Streichen der Achse dreht sich aus SW—NO im Kaiser über O—W im Fellhorn—Scheibelberg zu OSO, ja SO längs des Unkenbaches. Diese neue Richtung geht dem allgemeinen Streichen des tirolischen Südrandes (St. Johann i. T. — Torscharte) parallel, kreuzt dagegen jenes des Nordrandes (Kössen—Kienberg—Rauschberg) unter fast 60°. Nur letztere Richtung ordnet sich dem normalen Faltenstreichen der bayrischen und nordtirolischen Kalkalpen unter und ist ihr auch offenbar zeitlich nahestellt. Diese Faltungsrichtung ist auf der Südseite des Rauschberges bis zum Schwarzachental mit verschiedenen kleineren Wellen noch normal entwickelt und greift auch bis zum Dürrnbach—Sonntagshornkamm gegen Süden vor, mit schwächeren, in sich verbrochenen Ausläufern über den Kuhsteinwald sogar bis fast zur Unkenbachmuldenachse. Die Angliederung des nordwestlichen Muldenschlusses am Dürrnbachhorn ist das Werk der von SSO gegen NNW gerichteten Staukraft, die Blattverschiebungen von der Kammerker bis zum Strubpaß mögen als Faltungszerrspalten auf gleiche Rechnung zu setzen sein. Und endlich ordnet sich auch die zwischen den Steinbergen gespannte Sattelwelle bei, sowie kleine unstete Verbiegungen in den Dachsteinkalkmassen des Steinberges und des Steinernen Meeres von dem gleichen unvollkommenen Charakter, wie sie im Dürrnbach—Sonntagshornkamm bis zum Weißbach so häufig zu beobachten sind.

Die Unfertigkeit der erzeugten Deformationen, die vorwiegende Bruchtendenz dieser Richtung beweist den sekundären Charakter solcher Bewegungen (und die vorher gebildete, OSO gerichtete Muldenanlage. Nur die letztere ist auch älter als der juvavische Deckscholleneinschub. Deutlich sitzen die überschobenen Massen auf abgeschliffenen Sätteln und Mulden der Unterlage. Eine alte Wellung, in den mitteljurassischen

Gesteinen des Tälernalprückens kenntlich, zieht unter dem Sulzensteinkamm zum Hirschbichl und vereint sich dort mit der gleichgerichteten Sattelung zwischen Seehornmulde und Hochkalter. Eine zweite Sattelwelle mußte vom Ristfeichthorn gegen den Göllstein fortsetzen; es treten östlich des Ristfeichthornes Aptychenschichten auf und ebenso scheinen um Berchtesgaden vorwiegend liassische Gesteine (Aschauer Weiher, östlich Etzermühle, im Salzberg) das Deckenliegende zu bilden, während zwischen Engertalp und Unken, zwischen Schellenberg und Karlstein Neokom in Muldenzügen die überfahrene Basis liefert.

Ist aber die juvavische Einfuhr der Reiteralpdecke kretazisch — und das glaube ich nach den besonders durch Lebling und Krauß gesammelten Erfahrungen nicht mehr abweisen zu dürfen — so ist auch damit das vorsenone (nachbarrème) Alter der flachwelligen, in OSO streichenden Basalfaltung erwiesen.

Die südlichste, OSO streichende Synklinale läßt sich, wie ich im Jahrb. d. k. k. Geol. R.-A. 1913 zu zeigen versuchte, fast ununterbrochen über Lofer, Wildental, Oberweißbach zum Seehorn verfolgen. Sie veringert sich um das letztgenannte auf das vielfältigste mit der Hochfläche des Steinernen Meeres. Zwischen jungschichtigen Muldenkern und norischen Rahmen eine Deckenfläche legen zu wollen,¹³⁷⁾ wäre einer Vergewaltigung des natürlich Gegebenen gleichzuachten. Einer der Muldenausläufer (es ist der unmittelbar nördlich vom Seehorn gelegene) hat noch viel weitere Verbreitung; wir vermögen ihn bei energischer Achsenhebung zur Senke zwischen Kleinem und Großem Hundstod, über das Liasgebiet der alten Schönbichlalm zum Hirsch und der Funtenseefurche zu verfolgen und von da zum lange bekannten Muldenbau des Funtenseeetauern. Diese Falte ist aber dem starren Plateau des Steinernen Meeres aufgesetzt wie die Gipfelfaltung der Rofan deren Sockel. Selten sind Zusammenhänge so unverhüllt gegeben, so wundervoll erschlossen, wie hier oben auf 2500 m Höhe.

Fügen sich also die Dachsteinkalkmassen westlich vom Königsee nicht nur der tirolischen Ausbildungsart der Gesteine,

¹³⁷⁾ Wie das Haugs Deckengliederung mit sich brächte und Kober in seinem „voralpinen Fenster“ wirklich schon versucht hat.

sondern auch dem tirolischen Faltenwurf ein, so sind doch einige interne Bewegungsbahnen nicht völlig außer acht zu lassen.

Die Unkenbachmulde ist vom tirolischen Nordrand durch eine Zone energischer Schuppungswiederholung getrennt, die wir schon an anderer Stelle mit der Grünseescherfläche verglichen; aus den Darlegungen von Krauß über den Bau der Hauptdolomitmasse des Tumsees ist unschwer die Fortsetzung entsprechender Bewegungsflächen nach Ost herauszulesen, wenn es auch noch nicht glücken wollte, dieselben kartographisch festzulegen.

Dann liegt zwischen Unkenbachmulde einerseits, der Kalkstein-Kirchberggruppe und dem Loferer Steinberg andererseits ein ostwestlich streichendes Sprungsystem von insgesamt fast 1000 m Sprunghöhe bei Waidring; dabei ist die nördliche Mulde herausgehoben, die Steinberge fallen (sofern man dies in letzter Zeit so häufig mißbrauchte Wort benutzen will) nach Nord unter sie ein, also genau entgegengesetzt den Voraussetzungen Kohers. Aber östlich Waidrings erlischt die Bewegung rasch, das ungestörte Herüberstreichen der Schichten zwischen Urkopf und Steinbergnordflanke läßt keinen Zweifel an dem primären Zusammenhang von tirolischem Muldenkern und südlicher Flanke;¹³⁸⁾ die westliche Fortsetzung der Störung dagegen scheint sich zwischen Erpfendorf und Gasteig den unterschiebenden Bewegungen am Niederkaiser einfügen zu wollen.

Zwischen Reichenhall und Oberweißbach durchfurcht in 35 km langem Bogen der Saalachwestbruch als wichtigste echte Verwerfung der Nordalpen zwischen Inn und Salzach mit bis über 500 m Sprunghöhe das weite tirolische Muldenland. Es ist eigenartig, daß gerade er, der einzige aus der übergroßen Zahl von den gewaltigen „Brüchen“ der älteren Autoren, bei dem primär wenigstens rein senkrechter Bewegungsmechanismus nachzuweisen ist, früher mehr geahnt als richtig loziert wurde. Er durchpflügt ungehemmt Basis und Decke, kretazische und alttertiäre Falten, wird aber selbst von jungen westgerichteten Bewegungen verzerrt und in seiner Wirkung heute stark beeinträchtigt. Sein Alter ist dadurch als nachpaleozän-voroberoligozän festgelegt. Er ist durchaus an die Massenüberlastung durch den juvavischen Deckeneinschub gebunden, deren Umriß er sich anschmiegt; wo die Schubschollen nördlich Karlsteins und bei Oberweißbach zu Ende

¹³⁸⁾ Vgl. Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1913, Tafel II, Figur 8.

gehen, da zerschlägt sich auch der Sprung in mehrere, immer mehr geschwächte Strahlen.¹³⁹⁾

Die Halbkuppel der Wim bach gr u p p e wölbt sich bedeutungsvoll hoch über basale Mulden und nördlich angelagerte juvavische Deckschollen empor. Die juvavische Übergleitungsfläche ist auch zwischen Hirschbichl—Ramsau und Klingeralm steiler gestellt und längs des südwestlichen Randes vom Hochkalter läßt sich ein jugendlicher Verschub über das lange zuvor deckenbeschwerte Oberweißbacher Muldengebiet nachweisen. Diese Bewegung ist mit der mitteltertiären Quersfaltung identisch; so ist denn auch im Südwesten der Stirnrand unversehrt erhalten, im Südosten aber herrscht an den Hundstod-Hocheisspalten vollkommen saigerer Kontakt. Die Umbiegungsstelle ist in den Hundstodgruben bei 2300 m Höhe wundervoll erschlossen.¹⁴⁰⁾ In dem Klemmstreifen zwischen Hocheis und Wim bach g r i e s kommt unterm Ramsaudolomit des Watzmanns, wie G ü m b e l und B ö s e bereits erkannten, die anisische Stufe hervor; ihre Ausbildung als echter, grauer, geschichteter Gutensteiner Dolomit, schwärzlicher Gutensteiner Kalk und besonders die mächtige Rauhwasche (Grundbreccie) der Reichenhaller Schichten (mit Werfener und Silurschieferstücken!) ist äußerst ähnlich den Gesteinen Saalfeldens. Beiderseits der Spalte sind in allen wesentlichen Zügen identische und tektonisch gleichwertige Schichtfolgen zu finden. Die Hachelköpfe sind durch die gewaltige Verkeilung beim Vorschub der Wim bach m a s s e zu einer sekundären Mulde verstaucht, an

¹³⁹⁾ Es muß das Ergebnis der H a g e n s c h e n Untersuchung am Stauffen abgewartet werden, ehe man berechtigt ist, den Senkbruch (?) an der Ostseite des Hochstauffens mit dem Saalachwestbruch in direkte Verbindung zu bringen. Würde solcher Nachweis möglich sein, so wäre es immerhin wahrscheinlicher, die kleine jurassische Mulde nördlich Karlsteins als abgesunken tirolisches, denn als heraufgehoben bajuvarisches Gebiet anzusprechen; für letzteres scheint mir in die Wage zu fallen, daß zwischen Haizmann und Hammerbach fossilführender Wetterstein- und Muschelkalk von K r a u ß festgestellt wurden, die leicht als Schubbasis der tirolischen Decke, sonst nur unter Zuhilfenahme weiterer Brüche von auffallend großer Hubhöhe erklärt werden könnten. Die Tendenz des Saalachwestbruches tritt nach H a g e n allerdings auch noch am Stauffenstüdhang in Absenkung von Hauptdolomit und Kössener am Breindler zu tage.

¹⁴⁰⁾ Auf die wichtige Störungszone zwischen Hundstod und Bartholomä wird im II. Teil gelegentlich der zusammenfassenden Darstellung der Quersfaltung nochmals eingegangen.

deren Nordfuß typischer Dachsteindolomit zum Vorschein kommt, von derselben Art wie jener der Griesspitze und des Großen Palfelhorns; im Wimbachgries liegt weißer Ramsaudolomit und Reingrabener Schiefer, wie unterm Steinernen Meer bei Saalfelden; der Dachsteinkalk der Hirschwies ist nur wenig heller und massiger entwickelt wie jener des Watzmanns, ein Unterschied, wie er innerhalb des Gipfelkalks vom Seehorn und Hundstod auf wenige Meter Entfernung nebeneinander anzutreffen ist.

Wenn auch Wimbachgruppe und Steinernes Meer heute tektonisch getrennt sind, so liegt keine Veranlassung vor, daran zu zweifeln, daß beide ursprünglich nebeneinander sedimentiert wurden. Die im tektonischen Sinn noch zum Steinernen Meer gehörigen äußersten Ausläufer im Nordwest (Kematenschneid—Sigeretkopf—Brunnenkopf) stehen ja zur Wimbachmasse (Palfelhörner—Kammerlingshorn) in der unverkennbar einfachen Lagebeziehung von überkipptem und etwas überfahrenem Liegend- zum normal gebliebenen und etwas überschobenen Hangendschenkel einer und derselben alten Antiklinale.

Während so die nördliche Grenze des Steinernen Meeres einer scharfen Fuge entspricht, verschwimmt daselbe unter tektonischen Gesichtspunkten gegen Westen und Nordosten mit den angelagerten Gebieten des Leoganger Steinberges und des Königsseegebirges.

Die durch keine irgendwie hervortretende Störung abgetrennten westlichen Ausläufer des Zugs Praghorn—Rauchkopf—Kopfstein—Fußstein bilden mit ihrem rhätischen Dachsteinkalk lediglich das normal Hangende des norischen Kalks vom östlichen Leoganger Steinberg und sind wiederum von der jungen Kernfolge der Weißbachmulde überkleidet. Im Nordost scheint am oberen Königsee der jeweils nordwest fallende Dachsteindolomit südlich des Schreinbachs und jener der Kammerwand, der Dachsteinkalk der Hachelköpfe und jener der Seewände unterm Gotzenstein einander zu entsprechen; von den in der nördlichen Seehälfte durch Böse entdeckten meridionalen Störungen läßt sich südlich der Eisbach—Torennerjochlinie nicht viel bemerken, wenn man von dem einen schon von Böse zwischen Grünsee und Simmetsberg namhaft gemachten Bruch absieht, der im südwestlichsten Winkel des Sees lediglich Dachsteindolomit (westlich) und Dachsteinkalk (östlich) der Sagareckwand aneinander abstoßen läßt. Zwischen den östlichen und westlichen Seewänden besteht jedenfalls kein Gesteinsunterschied.

Auch all die von Böse am Plateau des Steinernen Meeres beobachteten Sprünge haben zumeist ganz untergeordnete Be-

deutung, und zwar mehr als dies Böse selbst annehmen mußte. Sein Profil (l. c., S. 513, Fig. 17) verzeichnet ja allerdings einen bemerkenswerten „Aufbruch“ tieftriassischer Schichten südöstlich des Funtensees, da, wo man der vollkommen richtig gezeichneten Bankung des Dachsteinkalkes nach einen Muldenkern erwarten sollte. Verwerfungen mit Sprunghöhen von nahezu 2000 m müßten die minutiöse gehobene Masse umzäunen, welche nach meiner Aufnahme nicht mehr als 1500 m² bedeckt; für das Weiterstreichen solch gewaltiger Störungen findet sich aber nirgends in der engeren oder weiteren Umgebung ein Anhalt.

Auch G ü m b e l (1861), G e y e r (1886) und H a u g (1906) haben sich um die Lösung dieses Rätsels bemüht, ja H a u g s Ausdeutung der Deckenzusammensetzung des Steinernen Meeres fußt fast völlig auf dieser kleinen Stelle.

Ich habe nun folgendes gefunden: 1. Die Aufbruchzone besteht, wie Böse angibt, aus Werfener Schiefer¹⁴¹⁾, gut geschichtetem dunklen Reichenhaller Dolomit übergehend in brecciösen, weißlichen, ungeschichteten Ramsaudolomit (mit einer speziellen Ausbildung dieser Gesteine, wie sie etwa an der Ostseite des Untersbergs [Almbachklamm] oder in den juvavischen Deckschollen des Hagenbergs bei Unken wieder angetroffen wird). 2. Die einfassenden Schichtglieder sind allerorts gleich ausgebildeter, etwas dickbankiger, doch deutlich geschichteter, heller Dachsteinkalk, derselben Art am Funtenseetauern, Schottmalhorn, Viehkogl und Glunkerer; dann Lias, dessen einzelne Glieder gut mit der Geyerschen Beschreibung übereinstimmen (der hangende brecciöse Hornsteinkalk baut, mit dunklen dünnplattigen Lagen gemischt, auch den größten Teil des östlich gelegenen Ledererkopfs auf). 3. Ohne eine Reibungsbreccie (als welche Haug den oberen Lias mißdeutete) liegt an der Ost- und Nordseite des Stuhlgrabenkogels (Hahnenkamms von Böse) die tiefe Trias überschoben auf dem Oberlias mit mäßig nach Südwest einschließender Fläche. 4. An der Westseite ist wohl im Sinne Böses eine kleine Sackungsverwerfung gegen den liegenden Dachsteinkalk zu verspüren. 5. Das gleiche gilt auf der Südseite, wo zwischen dem sich ein wenig aufbiegenden Dachsteinkalk und dem abgesunkenen Ramsaudolomit ein schmaler Streif von rotem Lias eingeklemmt ist. Einige Meter südlich der sichtbaren Verwerfungsspalte fällt der Dachsteinkalk des Schottmalhorns wiederum nördlich ein, also im ganzen genommen unter die tiefere Trias des Stuhlgrabenkopfs.

Wir haben somit in der winzigen Masse des Stuhlgrabenkopfs, entsprechend der allerdings kaum genügend bewiesenen Auffassung Nowaks, einen im Kern einer tirolischen Syn-

¹⁴¹⁾ In einem kleinen Bachriß der Nordseite des Stuhlgrabenkogels (am Stein) anstehend.

klinale erhaltenen juvavischen Deckschollenrest vor uns, ein trotz seiner Kleinheit wichtiges Verbindungsglied von Reiteralmdecke und deren Herkunftsland. Zugleich ist aber damit der Beweis geführt, daß ebenso wie am Südrand, so auch hoch oben am Karrenplateau des Steinernen Meeres der durchaus einheitliche Charakter der tirolischen Masse aufrecht erhalten ist.

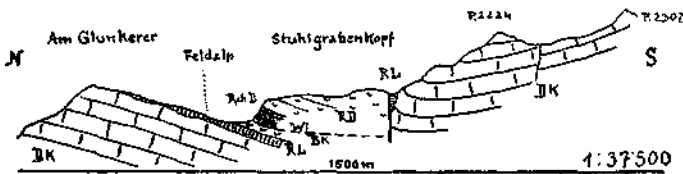


Fig. 5

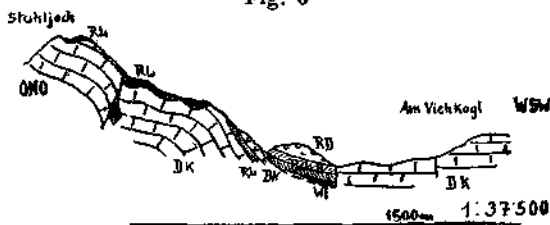


Fig. 6

Zeichenerklärung Seite 357.

Ich kann hier anfügen, daß zu diesem juvavischen Rest noch zwei weitere, allerdings noch winzigere, nach meinen Befunden vom letzten Sommer hinzutreten. Östlich des Steiges, der zwischen Schneiber und Hundstod auf die Hundstodgruben führt, einige Meter nordöstlich P. 2186 (Karte 1:50.000), liegen nämlich skytische Gesteine, und zwar Werfener Schiefer, grünlicher und rötlicher Sandstein und grauer dolomitischer Kalk mit Asphalthäuten in einem etwa 25 m² großen Fleck auf oberem Dachsteinkalk, in dem in unmittelbarer Nähe Hierlatzkalk taschenförmig eingreift. Man kann das Fleckchen rings umklettern und dabei feststellen, daß keinerlei „Verwerfungsspalten“ vorhanden sind, die etwa die tiefste Trias hätten heraufheben können. Dann fand ich im Tälchen südlich des Graskopfes (östlich, P. 2133.5 der Karte 1:25.000) gleichfalls inmitten Dachsteinkalks und Lias eine Anhäufung von roten Werfener Schiefen.

Nicht das Steinerne Meer ist also Decke, sondern über dasselbe hinweg ist eine Deckenmasse gegliedert, die in Vertiefungen minutiöse Zeugen dieser Fahrt zurückließ. Es werden sich sicherlich bei einer genaueren Durchforschung der Plateausinken noch mehr solcher Reste finden lassen.

Die Hundstod—Hocheislinie setzt sich, wie das Geyer schon 1885¹⁴²⁾ voraussah, quer über den Königssee in die von Gumbel, Bittner und Böse vom Torrener Joch über Bluntatal zum Ofenauer südlich Gollings beschriebene Störung und an die Nordseite des Tennengebirges fort.¹⁴³⁾ Nur mehr im Königsseegebiet dürfte jedoch die Bedeutung des Liniensystems genau die gleiche bleiben, wie im westlich des Königssees gelegenen Abschnitte. Von der Königsbachalm an führt das von Böse eingehend geschilderte, sich immer mehr verbreiternde Störungsband eine bunte Menge von ineinander verkeilten, unter- und mitteltriadischen Schichtresten (Werfener, Gutensteiner Kalk und Dolomit, Ramsaudolomit, Hallstätter Kalk), die ihrer Fazies nach sehr von jenem südlich des Watzmanns hochgestoßenen Klemmschollen abweichen und mit Haug und Nowak zur juvavischen Decke gerechnet werden müssen. Die intensive Verquälung dieser zumeist vertikal gestellten Deckenreste weist deutlich darauf hin, daß wir hier nicht nur einen verstreuten Ausstrich der juvavischen Deckenfläche, sondern kräftige Verknetung an einer sekundären Randspaltenzone vor uns haben; zusammen mit abgerissenen tirolischen Jurakeilen wirkten sie als Gleitfutter einer jugendlichen, gegen West gerichteten Massenbewegung.

Auch beiderseits des Liniensystems herrscht nur westlich der Königsbachalp Gleichwertigkeit der tirolischen Gesteine (Juraserie der Wasserfallalp gleich jene der Priesberg- und Gotzenalp, beide auf gleichem Dachsteinkalk). Östlich der Königsbachalpe zeigen dagegen Gölmasse und Schneibstein gewisse Abweichungen (Vorwiegen des Hallstätter Einflusses und Neigung zur Bildung von Hochgebirgskorallenkalk im Norden), die erstere einer ortsfremden Stellung zum mindesten verdächtig erscheinen lassen. Da zudem die Gölmasse auch eine Förderung gegen Westen erkennen läßt, soll erst im II. Teil dieser Abhandlung näher auf sie eingegangen werden.

Die von Böse entdeckten, N—S streichenden Störungen am Ostufer des Königssees möchte ich mit Haug für Schuppenflächen halten, die ost-

¹⁴²⁾ Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1885, S. 293.

¹⁴³⁾ Ich verdanke der Güte Herrn Cl. Leblings die Mitteilung, daß er auch in dem noch zweifelhaften Verbindungstück Kesselalp—Königsbachalp die Störung längs des Kesselbachs nachweisen konnte.

wärts in den Berg fallen; an ihnen dürfte es zu drei- bis vierfacher Schubwiederholung der Reihe Dachsteinkalk — unterer und mittlerer Lias — teilweise auch höherer Jura gekommen sein. Eine fazielle Änderung der Serie tritt dabei nur insofern ein, als sich hier in der jeweils höher gelegenen Schuppe die Einflüsse stärker geltend machen, die wir in gleicher Wirksamkeit bei Überschreitung des Steinernen Meeres von Nord nach Süd ganz allmählich anwachsend antrafen.

Die geringen Grundlagen zu der riesenhaften Verwerfung, welche Haug mitten im Hagen- und Tennengebirg zugunsten seines Schemas annehmen mußte, hat Nowak schon so gründlich beleuchtet, daß sich weiteres erübrigt außer der Feststellung, daß auch ich mich vergeblich bemühte, den nach Haugs Angaben notwendigerweise mit einer Sprunghöhe von 1500 m belasteten Bruch im Salzachtal aufzufinden. Daß Haug, der sonst jede wichtige Verwerfung älterer Autoren zu Deckenbahnen umdeutete, hier selbst gezwungen war zur Annahme eines Bruches, den trotz seiner angeblich so hervorragenden Bedeutung nur er auffinden konnte, ist an sich bezeichnend genug.

Daß auch im Tennengebirg die Voraussetzung¹⁴⁴⁾ dazu, nämlich eine grundlegende Verschiedenheit des Dachsteinkalks im nördlichen und südlichen Teil des Gebirgsstockes fehlt, hat mich ein Besuch des Paß Lueg und der Umgebung des Fieberhorns und Bleikogls überzeugt. Der Unterschied, den Haug sogar aus der topographischen Karte 1:75.000 (!) schon ablesen zu können glaubte, besteht lediglich darin, daß sich in der angegebenen Höhe aus klimatischen Ursachen eine Vegetationsgrenze hält, die natürlich topographisch scharf zum Ausdruck kommt. Der breite Grenzsaum zwischen sehr gut geschichtetem und fast schichtungslosem Kalk liegt tatsächlich viel höher zwischen Scheiblingkogel und Bleikogel.

Auf das tirolische Gebiet zwischen Göll, Untersberg und Salzach brauche ich hier nicht näher einzugehen, da bereits Nowak die angeblichen Tauchfalten Haugs am Rosfeld auf normale Synklinale zurückführte und da noch im II. Teil dieser Abhandlung sowohl bei Besprechung der juvavischen Reste wie der westgerichteten Querfaltung darauf zurückzukommen sein wird.

b) Östlich der Salzach.

Für das von mir zur Innenregion der tirolischen Großmulde gerechnete Gebiet östlich der Salzach fehlen leider noch zum großen Teile neuere, unter Berücksichtigung aller möglichen tektonischen Komplikationen vor sich gegangene Spezialuntersuchungen, so daß ich mich im wesentlichen darauf be-

¹⁴⁴⁾ Die Dolomite des »Muschelkalks«, die Geyer (Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1886, S. 272) von der Pitschenbergalpe erwähnt dürften wohl Raibler- oder Dachsteindolomite sein, die hier ebenso wie an der Torscharte und nahe Hochbrunnulzen im Steinernen Meer nur infolge lokaler Dolomitisierung des Dachsteinkalks oder an kleinen Verwerfungen zum Vorschein kommen.

schränken muß, unter tektonischen Gesichtspunkten darzutun, inwiefern ich mich zu der vorgeschlagenen Beiordnung von gewissen Gebirgstteilen zur tirolischen Zone berechtigt glaube. Der Versuch einer übersichtlichen Zusammenstellung der wirklich stattgehabten internen Bewegungen, wie er im vorangehenden Abschnitt für das tirolische Gebiet westlich der Salzach gewagt wurde, muß dem nächsten Jahrzehnt vorbehalten bleiben.

Für die Zurechnung des Schwarzenbergs zur tirolischen Zone müssen allerdings infolge der offenbar sekundär eingetretenen Verschiebungen vor allem fazielle Gründe entscheidend sein. Weder Bittner noch Fugger und Nowak haben nun einen Gesteinsunterschied zwischen Rigausberg, Marchgraben und Schwarzenberg finden können. Die von Bittner erwähnten rhätischen Lagen in der Hangendpartie des Schwarzenbergs erinnern mich recht an die altersgleichen des Loferer Steinbergs, der helle klotzige Dachsteinkalk ist jener des Hagen- und Tennengebirges und der anhaftende Lias ist nicht wie Haug anführte, Hierlitzkalk der Dachsteindecke, sondern ein auffallend verschiedenfarbiger Mischtypus von Hierlitz- und bunten Ammonitenkalken, ganz so wie ihn Bittner vom Nordrand des Tennengebirges beschreibt und wie er sich wiederum am Hochkalter oder in der Königseegegend vorfindet.

Dann bestimmt mich dazu die später mit Profilen zu erörternde Auffassung, daß die Gipfelmasse des Schwarzenbergs nur ein erosionsgelöster Rest der gegen West herausgeschobenen Masse des Rigausberges sein könnte, die ähnlich wie der Hochkalter jetzt tirolische Basis und Decke gleichmäßig überragt. Der Dachsteinkalk kann jedenfalls, wie die Überschiebungskontakte an dessen Westgrenze dartun, nicht einfach »emporgefallet sein«, wie Nowak vorschlug; denn an eine Transgression des Neokoms vermögen wir nach dem im Ischler, Halleiner und Lofererbecken stets normalen Lagerungsverhältnis nicht zu glauben.

Die Unrichtigkeit der Auffassung Haugs, als ob diese nur ein Stück westlich geförderte Masse der Schafbergdecke entsprechen könnte, hat bereits Spengler berührt; erstere liegt ja in randlicher Übergreifung auf der Osterhorngruppe, diese auf der Schafberggruppe. Dem Alter und der Richtung ihres Vorstoßes nach scheint mir die Masse von Gollinger Schwarzenberg und Rigausberg lediglich als eine weit rückwärts gelegene Station der an der südlichen Randspalte regional wirksamen Querbewegung, die auch den in parallelen Stirnrändern hintereinander folgenden Hochkalter und Göll mit sich riß. Die Linie Moosbergalp—Trattberg—St. Wilhelm—Kellau, welche östlich der Salzach die Schwarzenberg—Rigausbergmasse im Norden begrenzt, findet ja westlich der Salzach in der Linie Weißenbach—Eckerfirst, an der die Göllmasse ein Stück weit nach Westen transportiert wurde, eine ungebrochene Fortsetzung. Die Ansicht Haugs von einem vorsenonen Einschub der Masse des Rigausberges (III. Teil, S. 115) findet nur am östlichsten Ende in der Nähe der Moosbergalp eine Stütze in einer parallel laufenden Beobachtung Spenglers; das Vorhandensein einer präsenonen

Bruchlinie schließt natürlich jüngere, ebenso streichende Querbewegung längs jener nicht aus, zumal ja Spenger selbst unmittelbar südlich davon vier stark verpreßte, aus Gosaugesteinen gebildete und der Hauptstörung parallel laufende Schuppen beschreibt.

Dachstein, Sarstein und Gamsfeldgruppe sollen im Zusammenhang besprochen werden. Ich teilte alle drei entgegen der bisher üblichen deckentheoretischen Bewertung der tirolischen Masse zu. Haug von 1908¹⁴⁵⁾ und jener von 1912, Spengler und Nowak stehen hier miteinander in Widerspruch, der die Unmöglichkeit dartut, ohne Spezialaufnahme mit faziellen wie tektonischen Gesichtspunkten endgültige Schlüsse zu ziehen.

Nach Spengler hätten wir einen gosaischen Aufschub einer Dachsteindecke auf eine Hallstätter Tiefenzone, einen alttertiären Schub von Hallstätter und Dachsteinserien als Ganzes auf das Vorland. Nach Haug wäre der Aufschub von Hallstätter und Dachsteindecke vorgosaisch und eine Vorbewegung des eigentlichen Dachsteinplateaus in Linie Vorderer Gosausee—Gosauschmiede—Löckenmoos—Waldbach über das vorgelagerte Deckenpaket, in welchem der Hallstätter Salzberg als Fenster auftritt, nachgosaisch. Wir hätten also eigentlich eine vorsenone und eine davon getrennte nachsenone »Dachsteindecke«.¹⁴⁶⁾ Nowak hingegen war zur Überzeugung gekommen, daß Salz- und Hallstätterschollen des Hallstätter Salzbergs auf einer einheitlichen Dachsteindecke lägen und vor deren Vorstoß bereits bis über das basale Vorland gewandert wären.

Bei der Überprüfung der Gründe, welche die einzelnen Autoren für ihre Ansicht aufführen, fällt zunächst bei Spengler auf, daß er nicht instande ist, seine primär nördlich der Gamsfeldmasse liegende Hallstätterdecke mit den somit ursprünglich benachbarten Gebieten in nähere Beziehung zu bringen; soll die Hallstätterentwicklung als zwischen Gartenzinken—Hochschrott und Gamsfeld vor sich gegangen zu denken sein, so mußte unbedingt der Beweis einer Absatzverzahnung zumindestens im Norden oder Süd erbracht werden.

Will die Deckentheorie überhaupt fazielle Kontraste zu beheben suchen, so müßte hier von vornherein Einfuhr der Hallstätter Serie zwischen Gartenzinken—Hochschrott und noch weiter zurückliegender Gamsfeldmasse angenommen werden; denn, wie ich bereits im faziellen Teile gezeigt habe (vgl. S. 323

¹⁴⁵⁾ Comptes rendus des seances de l'Academie des Sciences, Paris, 21. Dezember 1908.

¹⁴⁶⁾ Haug selbst hat, worauf Spengler aufmerksam machte, (Zentralbl. f. Min. 1913, S. 277) diese beiden Dachsteindecken miteinander verwechselt; es weist dies wieder auf die Unzuträglichkeiten, große tektonische Einheiten mit übertragenen Lokalnamen zu bezeichnen; sinngemäß sollte eigentlich nur die fragliche nachsenone Vorbewegung des Dachsteinmassivs in Linie Gosauschmied—Waldbach »Dachsteindecke« heißen.

und Taf. XIII), hängt die Sedimentation von Gamsfeld und Schafberg—Gartenzinken—Hochschrott ebenso organisch zusammen wie Wimbachgruppe—Steinberg und Kammerker—Sonntags-horngruppe. Ist aber solcherweise ein vorgosauischer Einschub von Hallstätter Gesteinen nötig,¹⁴⁷⁾ so drängt sich von selbst die Möglichkeit der Nowakschen Deutung auf, daß auch die Umgebung des Hallstätter Salzbergs nicht als Fenster, sondern als in einer Mulde der tirolischen Dachsteinkalke eingebettete Deckscholle zu betrachten ist. Über jenen vorsenonen Einschub, der der Förderung der Reiteralpdecke ins Berchtesgadener Land gleichzusetzen wäre (juvavische Bewegung), müßte dann noch entsprechend Spenglers Nachweis das Gamsfeld ein Stück weit herübergetreten sein mit einer Förderweite, die der Entfernung Ramsau bei Goisern—Nussensee (d. h. etwa 9 km) entsprechen könnte. Nachgosauisch ist dann — wie ebenfalls Spengler mit ausreichenden Beweisen belegt hat — die gesamte Deckenmasse wiederum nach NW ein Stück weiter vorgerückt. Aber nur zwischen Ischler Kalvarienberg und etwa der Gegend der Moosbergalp hat Spengler zwei getrennte Gosauserien als übereinander geschoben wirklich nachweisen können; ein randlicher Überschub gegen NW von 2 km genügt vielleicht schon, um die durch Spenglers Untersuchungen geforderte Wirkung zu erzielen; im Osten liegt ja zwischen Gamsfeld, Hallstätter Decke und basalem Jura keine Gosaukreide.

Jedenfalls läßt sich weder die präsenone (oder inter-senone?) Vorbewegung der Dachsteindecke (im weiteren Wortsinn), noch viel weniger der tertiäre, nachzuckende Vorstoß en bloc mit jener riesigen Deckenverfrachtung aus weither im fernen Süden vergleichen, wie sie Haug 1906 und 1908 vorschwebte.

Der letztgenannten Bewegung wäre der von Haug 1912 angenommene Vordrang des eigentlichen Dachsteinmassivs (also der Dachsteindecke im engeren Wortsinn) in Linie Gosau-

¹⁴⁷⁾ Nur unter diesem Gesichtspunkte wird es verständlich, daß auch nördlich des Sparberghorns, also mitten im tirolischen Muldengebiet an einer nachsenonen Schubfläche Werfener auftauchen; Reste der vorsenonen weit ausgedehnten juvavischen Decke haben sich eben hier wie an der Landtalverwerfung in Gestalt kleiner Klemmstreifen erhalten können.

schmiede—Waldbach als gleichgerichtet und gleich wenig erfolgreich zur Seite zu stellen.

Erinnern wir uns der Tatsache, daß die Fazies des Gamsfeldes jener der Wimbachgruppe und der Steinberge,¹⁴⁸⁾ die Fazies des Hohen Sarsteins und Echerntales dem südlichen Steinernem Meer und südlichen Hagengebirge,¹⁴⁹⁾ die Fazies des südlichen Dachsteins dem Hochkönig gleicht,¹⁵⁰⁾ so stellt sich die nachsenone Bewegung genau so dar, wie wenn westlich der Salzach Steinberge und Wimbachgruppe im Alttertiär einige Kilometer weit nördlich über das deckenbeschwerte tirolische Kerngebiet von Lofer und Berchtesgaden vorgerückt wären und zugleich an einer weiteren Schubfläche dritten Ranges etwa das Schottmalhorn in gleicher Richtung sich dem juvavischen Deckenrest des Stuhlgrabenkopfes am Funtensee (analog zum Hallstätter Salzberg) aufgeschoben hätte.

Es handelt sich also bei dem alttertiären Vorstoß der südlichen Flanke der tirolischen Mulde über den Muldenkern um eine ganz ähnliche Erscheinung wie bei dem Vordrang der Inntaldecke über die Wettersteindecke, die beide ebenso organisch ihrer Fazies nach zusammengehören und doch nach Ampferer durch eine Überholungsfläche getrennt sind. Wie dort die Inntaldecke zweifellos nördlich des Taurerstreifens wurzelt, so ist die vollkommene Übereinstimmung mit der Ausbildung am tirolischen Südrand der wichtigste Fingerzeig dafür, daß auch östlich der Salzach betreffs des tertiären Vorrückens von Fernbewegungen abgesehen werden muß. Der Vorstoß der Inntaldecke und die en bloc-Bewegung der Gamsfelddecke samt dem (?) sekundären Dachsteinaufschub sind analoge Erscheinungen.

Die Haugsche Auffassung von der Fensternatur des Hallstätter Salzbergs scheint mir nur unter einer von Haug nicht berührten Voraussetzung möglich. Liest man die Beschreibungen von Mojsisovics und Kittl, so scheint nicht zweifelhaft, daß im Norden der Salzschollen der

¹⁴⁸⁾ Sehr mächtige Dolomite zwischen reduziertem Raiblerband und obernorischem Dachsteinkalk.

¹⁴⁹⁾ Geringmächtiger oder fehlender Dachsteindolomit, erstes linsenförmiges Auftreten von Hallstätterkalken in dem oberkarnisch-unternorischen Niveau.

¹⁵⁰⁾ Überwiegen von nahe der oberen karnischen Grenze einsetzendem Hochgebirgskorallenkalk.

Dachsteinkalk unter letztere einfällt; das Profil Kittls¹⁵¹⁾ (Fig. 5, S. 79) gibt dieses Verhältnis sehr augenfällig zwischen Schiechlinghöhe und Rettengrabenkogel wieder und ganz die gleiche Lagebezeichnung scheint nach Mojsisovicz zwischen Werfener Schichten und Jura des Steingrabenkogels zu bestehen¹⁵²⁾. Haug hat es nicht bestreiten können, daß der Dachsteinkalk des Gamsfeldes bei Hallstatt in einem Zuge mit jenem an der Nordseite des Escherntales verschmilzt; da ersterer südlich des Gosaubaches südlich fällt, letzterer am Escherntal nördlich, so ergibt sich entsprechend der Figuren 4 und 5 von Kittl eine muldenförmige Lagerung, deren Mitte die Umgebung des Salzberges einnimmt. Es tritt hinzu, daß Haug in der Deutung der Verhältnisse im Süden des Escherntales sehr auffällig von den bisherigen Beobachtungen abweicht. Unter der Hierlatzwand kommt nicht, wie Haug glaubt, roter Krinoideenkalk, »wahrscheinlich« Hierlatzkalk heraus, der natürlich sofort zur Konstruktion einer liegenden Falte benützt wird, sondern nach Kittl, S. 66 und Profil 4 liegt der Hierlatzkalk der Hierlatzwand normal auf oberem Megalodontenkalk, darunter folgten zt. Hallstätterkalk ähnliche Bänke mit Halorellen¹⁵³⁾, dann Dachstein- oder Raibler Dolomit. Es handelt sich also um ein normal gelagertes Profil, das dem faziellen Einschaltungsgesetz wie wir es am Hochkönig, Hagen- und Tennengebirg bewahrheitet fanden, entspricht. Die Stirnfalte Haugs ist also durchaus problematisch.

Nach all dem verlangt die Haug'sche Deutung des Hallstätter Salzberges als »Fenster« äußerst eigenartige, gegen innen geneigte bogenförmige Hebeflächen, die keinesfalls gewöhnlichen Verwerfungen verwandt sein könnten. Sie erinnern aber an Profile aus dem hannoverischen Salzgebiet, die mit ekzematischen Eigenbewegungen des Mineralkörpers in Zusammenhang stehen. Auch die für jede Art von rein tektonischer Ausdeutung so schwierige Lage des Plassenkalks¹⁵⁴⁾ von hier wie vom Sandling könnte mit den im Hannoverischen so häufig zu beobachtenden Pseudotransgressionserscheinungen in Parallele gesetzt werden. Offenbar darf ein endgültiger Entscheid über die tektonische Stellung des Hallstätter »Fensters« überhaupt erst nach Benützung aller unter Tag gemachter Erfahrung und unter Berücksichtigung modern salinärer Anschauungen gefällt werden.

Die nachjuvavischen nordgerichteten Bewegungen der von mir als tirolisch gedeuteten Massen des Gamsfeldes und Dachsteins setzen sich

¹⁵¹⁾ Führer zum Internat. Geol. Kongreß Wien 1903, IV, Salzkammergut.

¹⁵²⁾ Auch Haug muß eine sehr steil nordfallende Trennungsfläche einzeichnen (III. Teil, 1912, Tafel 1, Fig. 2); die Dachsteinkalke am Gosau-steg fallen nicht nördlich, sondern südlich, wie Kittl angibt.

¹⁵³⁾ Davon liegen mit von Bittner selbst geschriebener Etikette mehrere Tauschexemplare (*H. amphitoma* und *curvifrons*) mit anhaftendem grauen und roten Gestein in der k. Naturaliensammlung zu Stuttgart; es handelt sich offenbar um eine gar nicht arme Fundstätte.

¹⁵⁴⁾ Der bald als basal, bald als invers oder aber als normal liegender Schenkel einer Hallstätter Decke oder der Dachsteindecke zugehörig betrachtet wurde!

offenbar an der Nordflanke des Sarsteins fort; das Kittl'sche Profil (Fig. 2) scheint in dieser Hinsicht allerdings leicht zu jenem Haugs (III. Teil, 1912, Tafel I, Fig. 3) umdeutbar. Nur fällt auf, daß hier es Haug übersehen hat, die von Kittl ausdrücklich aufgeführten (S. 84) Hallstätter Kalke unter dem Dachsteinkalk des hohen Sarsteins in die Hallstätter Decke umzudeuten; dann müßte freilich der Niedere Saarstein mit seinem Radiolarit und Oberalmerschichten [ganz entsprechend dem von Haug sonst benützten Schema (vgl. Haug 1906, S. 380—81) »bayrische« Decke sein und doch liegt diese neuerdings auf der Salzdecke der Pötschenhöhe?! Man sieht, zu welchem unbequemen Resultaten eine konsequente Durchführung der Haug'schen Deutungsprinzipien führen kann.

Die nordgerichtete Bewegung des Sarsteins leitet zu dem Steilabfall von Kammergebirge und Grimming über und hier haben Mojsisovics und Geyer des öfteren betont, daß eine gewaltige nördliche Abbeugung des Dachsteinkalkes gegen das Mitterndorfer Tal einer gegen Süden gerichteten Flexur des Dachsteins vom Totengebirge¹⁵⁵⁾ gegenübersteht. Beide Gebirge fallen so gegen die Deckschollenzone (?) von Mitterndorf ein, sie scheinen dieselbe in einer tirolischen Mulde ebenso zu tragen wie Gamsfeld und Dachstein die Schollen des Salzberges.

Das Totengebirge betrachtet Haug als selbständige Decke, eingeschoben zwischen Salzdecke und „bayrischer“ Decke, welche letzterer merkwürdigerweise die Warscheneckgruppe zugerechnet wird.

Eine Analyse des Ausstriches der das Totengebirge im Westen, Norden und Osten umsäumenden „Deckenfläche“ ergibt jedoch bemerkenswerte Ungleichwertigkeiten der Teilstücke, die Haug nicht berührte.

Er läßt den Deckenrand der Linie Rettenbach—Ascher Stube—Karalp—Schütting Kogl zwischen basalem Lias des Hohen Schrotts und dem Dachsteinkalk des Totengebirgs verlaufen, u. zw. soll diese Linie nicht nur einer tektonischen, sondern auch (III. Teil 1912, S. 128) einer heteropischen Grenze entsprechen, da obere Trias und Jura beiderseits der Störung verschiedene Fazies aufwiesen. Dies steht jedoch einigermaßen in Widerspruch mit Mojsisovics, der am Hohen Schrott bereits Übergang zu Dachsteinkalk nachwies und besonders zu Geyer (Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1886, S. 252), der ausdrücklich aus dem Kar südlich unterhalb des Möselhornsattels (also innerhalb der Totengebirgsdecke) die Ausläufer der

¹⁵⁵⁾ Die jedoch nach Geyer in mehrere Staffeln zerbrochen ist; zwischen Talsohle und dem Südrand des eigentlichen Totengebirgs verläuft offenbar nicht nur eine Deckenfläche, sondern ein ganzes System ostweststreichender Störungen, über deren wesentliche Bedeutung die weiteren Geyer'schen Untersuchungen abzuwarten sind.

mächtigeren Adneterschichten des Hohen Schrotts (Bifronszone) erwähnte¹⁵⁶⁾ Wie die vom Rettenbach in einem Zug über Brunnkogel gegen Göllerschlag zu verfolgenden mittel- und unterjurassischen Schichten, die diese »bayerische« Decke des Hohen Schrotts und die Totengebirgsdecke geradezu zu verkleben scheinen, auf diese beiden Einheiten zu verteilen wären, hat Haug trotz Geyers eingehender Schilderung der am Schwarzenberg, Schaßboden usw. weit auf das Totengebirg reichenden Jurazungen nicht erörtert. All dies spricht entschieden nicht nur für eine ursprüngliche, sondern auch heute nur in geringem Grad gestörte Zusammengehörigkeit diesseits und jenseits der Störung Rettenbach—Schüttlingkogel.

Während am nordwestlichen Rand der Totengebirgsdecke sich also die Schubbahn in relativ jungen Schichten hält, tritt östlich der altbekannten Querstörung Altaussee—Wildsee—Offensee eine grundlegende Änderung insofern ein, als hier für eine Deckenfuge nur jener Aufbruch von Werfener Schichten und mittlerer Trias in Betracht käme, den Geyer¹⁵⁷⁾ von Offensee über Almsee—Steyrreit und Haslau an die Südseite des Tambergs verfolgt hat; dieser Wechsel ist so schroff, daß eine Identifizierung von Schubbewegungen östlich und westlich jener Linie doch etwas verfrüht erscheinen muß.

Das nördlich dieses »Aufbruches« gelegene Gebiet gehört der Kasbergüberfalte an, die aus Gutensteiner Kalk und Dolomit, Reiflinger Kalken, Wetterstein-(Ramsau)Dolomit, nur im östlichen Teil mit Lunzersandstein und Hauptdolomit gebaut ist, somit auch nicht ohne weiters eine Gleichstellung mit der aus oberer Trias und Lias bestehenden Hohen Schrotgruppe gestattet. Hier ist wieder im Nord und Süd nur insofern ein Fazieskontrast zu bemerken, als südlich der »Aufbruchslinie« Ramsaudolomit mit Ausfall von Reiflinger Kalken auf Gutensteinerschichten, wo nicht direkt auf gipsführenden Werfern zu liegen kommt,¹⁵⁸⁾ Geyer hat nun selbst auf die Ueberschiebung des Hauptdolomits von Haslau—Hühnerzipf durch den Ramsaudolomit des kleinen Priels aufmerksam gemacht und sein Profil Kasberg—Edlerkogel (Verh. 1911) entspricht gleicher Auffassung. Im Osten des kleinen Priels scheint diese Ueberschiebung, der also auch keine besonders bedeutende Heteropie anhaftet, in die durch die Werfener von Vorderstoder gekennzeichnete Störungszone zwischen Warscheneckgruppe und Tamberg überzuleiten, die ihrerseits nur ein Ableger der altberühmten Windisch-

¹⁵⁶⁾ Vergl. auch Mojsisovics, Erläuterungen zu Blatt Ischl, 1905, S. 36 und 38.

¹⁵⁷⁾ »Ueber die Kalkalpen zwischen dem Almtal und dem Traungebiet.« Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1911, S. 67, und »Aus den Kalkalpen zwischen dem Steyr- und dem Almtal.« Verhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1910, S. 168.

¹⁵⁸⁾ Ramsaudolomit auf gipsführenden Werfern pflegt sonst Haug als Charakteristikum eines anormalen Kontakts zwischen Dachstein- und Salzdecke zu deuten; daß ein solches »Kennzeichen« auch im Liegenden der Totengebirgsdecke vorkommt, offenbar als Ausfluß der nahe des skytischen Niveaus so weit verbreiteten Massenbeweglichkeit, läßt dasselbe als Beweismittel für Deckenzerspaltung untauglich erscheinen.

garstener Linie ist. Daß diese letztere ihrer offenbar zu einem Teil vorsonnen Anlage nach einer Aufwölbung der tiefsten Trias (nach Geyer im Westen mit eingebrochenem Sattelfirst, nach S. 278 vielleicht mit bajuvarischem Streifenfenster) entspricht, ist wenigstens für das Gebiet des Teichbachs von Geyer klargestellt worden.

Auch das Steyr-Ursprungtal läßt sich nicht ohne weiteres als östlichen Erosionsrand einer Totengebirgsdecke deuten. Geyer beobachtete hier (Jahrbuch der k. k. Geol. Reichsanstalt 1886, S. 252) eine gewaltige Flexur vom Hohen Kasten bis zum Grubstein an der Südostseite des Totengebirgs, in welcher »die ganze Mächtigkeit des Dachsteinkalks« gegen die Bruchlinie von Inner Stoder herabgebogen ist, also gegen oder nach Haugschem Wortgebrauch »unter« die Warscheneckgruppe¹⁵⁹) einfällt. Diese zeigt auch nur im nordwestlichen Teil am Hutterer Höß nordwestliches Einfallen, dagegen östlich der Linie Brunntal—Pyhrnerkappel Ostfallen, also zumeist von der Masse des Totengebirgs weg gegen die Werfener und Rifkalkschollen des Gebietes Stubwies—Spital—Pyhrnpaß. Ihre Fazies ist sicherlich nicht oberbayerisch, sondern dem Berchtesgadener Bezirk zugehörig.¹⁶⁰)

Totengebirg wie Warscheneckgruppe können ihrer in den wesentlichen Zügen übereinstimmenden Fazies nach, die beiden eine Stellung nahe dem Nordrand des Berchtesgadener Bezirkes innerhalb der tirolischen Mulde anweist, nicht durch eine tiefgreifende Deckennarbe getrennt sein. Das gleiche gilt für das Verhältnis von Kaßberg—Sengsengebirge (dem tirolischen Nordrand) und Totengebirge—Warscheneck: wir werden den die einzelnen Gruppen trennenden Bewegungsflächen nur einen untergeordneten Charakter, nur sehr beschränkte Bewegungsfreiheit zuerkennen können. Die Schubrichtung und vermutlich auch das im wesentlichen nachgosauische¹⁶¹) Alter ist das gleiche wie bei den analogen Vorbewegungen der Gamsfeldblockmasse und des Dachsteinstockes. Alle diese sind mehr

¹⁵⁹) Geyer, Jahrb. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1886, S. 246; Verh. der k. k. Geol. Reichsanstalt 1887, S. 3; Jahresb. in den Verhandl. 1908 und 1913, S. 16.

¹⁶⁰) Der mächtige »Hauptdolomit« dürfte wie am Nordrande des Totengebirgs (wo er einige hundert Meter stark, 6 bis 8 m Raibler überlagert, Geyer, Verhandl. 1911, S. 67) reichlich zur Hälfte dem karnischen Niveau zufallen; der Rest entspricht ganz dem Dachsteindolomit der westlichen Dachsteinkalkstöcke; damit steht im Einklang, daß Geyer im Hangenden des norischen Dachsteinkalkes vom Warscheneck dunklen rhätischen Kalk mit großen Megalodonten und liassischen Krinoidenkalk fand, insgesamt also ein Profil der Steinberge oder der Wimbachgruppe.

¹⁶¹) Die von Geyer im Gebiet Grünau—Steyrling—Hinterstoder nachgewiesenen Gosauschichten treten offenbar nicht ungestört auf die Totengebirgsmasse über.

oder minder der gleichen von den zentralalpinen Kernen gegen den nordalpinen Rand nachdrückenden Kraft zuzuschreiben, einer Massenbewegung, der sich die unterschiebende Einpressung um Werfen und Annaberg gewissermaßen als negative Kompression der Kalkalpenzone unterordnet.

Als besonders beachtenswert verdient die Beobachtung Geyers (Jahrb. der k. k. Geol. R.-A. 1884, S. 335; 1886, S. 245) nachgetragen zu werden, daß im Zuge Hohe Elm—Kammersee—Terrasse nördlich Öderalp—Traweng eine Riffkalkentwicklung der norischen Stufe Platz greift, also in nord-südlicher Richtung weit ins Kerngebiet des Totengebirges eindringend. Im Verein mit dem Befund, daß auch schon im Vorgebiet der Kasbergüberfalte und im Sengsengebirge überwiegende Dolomitbildung im Ladinikum herrscht, heißt das nichts anderes, als daß verschiedene der im westlichen Teile unseres Alpengebietes nur zögernd am äußersten tirolischen Südrand beginnenden Charakterzüge des Berchtesgadener Faziesbezirkes hier im Osten so weit nordwärts vordringen, daß sie eine das tirolische Gebiet wie deren tektonische Unterglieder sehr schräge schneidende Faziesscheide hervorrufen; immerhin halten sich Hallstätter Einflüsse immer noch südlicher, wie wir sie auch im Westen die Linie Blühnbachtal—Echerntal—Hoher Sarstein nicht nordwärts überschreiten sahen.

Nachdem Mojsisovics, besonders kürzlich erst Geyer (Verh. 1913, S. 16) von allmählichem Uebergang von fossilführenden karnischen und norischen Hallstätter Kalken der Mitterndorfer Gegend zur Hochgebirgs-Korallenkalkfazies der Klachau—Wörschacher Zone berichteten und letztere, wie wir soeben sahen, hier im Osten ursprünglich weit in das tirolische Gebiet am Totengebirge nach Nord vordringen konnte, ist es augenfällig erwiesen, daß in diesem östlichen Teil unseres Alpengebietes auf Grund fazieller Erwägungen allein Deckenbau nicht mehr anerkannt werden kann. Die Urteile der Aufnahmegeologen, die auf eine Stellvertretung des südlichen Riffkalks von Klachau—Wörschach für die nördlicher gelegene »Hauptdolomitmasse« unter normaler Bedeckung der beiden durch geschichtete, obernorisch-rhätische Dachsteinkalke bestehen und die theoretische Forderung Haugs (III. Teil, 1912) stehen sich für den Zug Klachau—Pyhrnpaß so schroff gegenüber, ohne daß für das eine oder andere unumstößliche Beweise beigebracht wären, daß für die Entscheidung dieser Streitfragen noch vollkommen auf die Zukunft verwiesen werden muß.

Ergebnisse aus dem tirolischen Mulden- kerngebiet.

Unter Ausschaltung von ortsfremden Deckschollen zeigt das ganze Gebiet zwischen Kaisergebirge und Warscheneck, zwischen tirolischem Nord- und Südrand faziell harmonischen Bau; selbst Stücke der natürlichen heteropischen Grenzsäume sind erhalten. Es gibt weder „Faziesdecken“ noch „Reihentröge“.

Liegt eine Tiefenlinie im Karnikum und Norikum am äußersten kalkalpinen Südrand, so verlagert sie sich, nunmehr als echte Geosynklinalenachse, im Rhät und Lias gegen Nord in das tirolische Kerngebiet hinein, um im höheren Jura auf das bajuvarische überzutreten. An den beiderseitigen Borden, in der tiefbajuvarischen Zone und am tirolischen Südrand entsprechen sich Ablagerungslücken und je nach dem Grad der Versenkung hemipelagische bis litorale Sedimente. Das Paläozoikum im Süden spielt dabei von der tiefsten Trias bis zum Senon immer wieder die Rolle eines geschiebespendenden Nachbarlandes. Das Neokom bedeutet Ausgleich der geosynklinalen Tiefenunterschiede zu allgemein bathyalen Lage, die mittlere Kreide nicht nur eine terrestrische Periode mit alpiner Vorfaltung, sondern entsprechend einem von außen gegen innen anschwellenden Staukraftzuwachs, auch eine Periode von Deckenverfrachtung. Senon und Alttertiär sind so über Tirolisch und Juvavisch im wesentlichen da abgelagert, wo sie heute noch liegen, als rasch wechselnde, subterrestische, litorale, seltener bathyale Sedimente.

Die kretazische und alttertiäre Faltung interferiert im westlichen Muldenkerngebiet; die ältere Richtung mit weiten, flachen Wellen herrscht mehr im mittleren und südlicheren Teile, ausklingend in Gipfelfaltung am Steinernen Meer; die jüngere, engere, mehr im nördlichen, dem tirolischen Bogen benachbarten, dringt aber mit unfertigen und unsteten Wellen und Zerrspalten auch weit gegen Süden vor; sie faltet die juvavische Deckenbahn.

Auch regionaltektonisch ist das tirolische Muldengebiet in großen Zügen einheitlich, nur untergeordnet in sich verschoben. Die Dachsteinmasse nebst den zugehörigen Umschollen bis zum Gamsfeld und Grimming ist zweimal, unmittelbar nachjuvavisch und dann im Tertiär ruckweise gegen

Norden bewegt — als Stück des tirolischen Südrandes über den Muldenkern, wie die Inntaldecke über die Wettersteindecke. Diese positive, wie die unterschiebende negative Kompression am äußersten tirolischen Südrand geht auf den gleichen, von den Zentralkernen gegen den kalkalpinen Außenrand wirksamen Kraftzuwachs und Massenfluß zurück.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	238
I. Die helveto-lepontinische Zone	239—252
Ergebnisse aus der helveto-lepontinischen Zone	252
II. Die bajuvarische Zone	253—264
a) westlich der Salzach	255—259
b) östlich der Salzach	259—262
c) Altersverhältnis der Bewegungen	262—264
Ergebnisse aus der bajuvarischen Zone	264
III. Der tirolische Bogen zwischen Inn und Enns	264—285
a) Von Kufstein bis Salzburg	266—270
b) Von Salzburg zum Sengsengebirg	270—280
c) Östliche und westliche Äquivalente	280—283
d) Allgemeine Charakterzüge	283—285
Ergebnisse am tirolischen Bogen	285
IV. Der Südrand der tirolischen Masse	285—317
a) Vom Inn zur Saalach	286—296
b) Von der Saalach zur Salzach	297—308
c) Von der Salzach zur Enns	308—316
Ergebnisse am tirolischen Südrand	316—317
V. Die Kernmassen der tirolischen Großmulde	317—356
1. Übersicht der stratigraphisch-faziellen Verhältnisse	318—336
2. Regionaltektonische Übersicht	336—356
a) westlich der Salzach	336—345
b) östlich der Salzach	345—354
Ergebnisse aus dem tirolischen Muldenkerngebiet	355—356

Figurenverzeichnis.

Textfigur 1	Querprofil durch das Kaisergebirge nach Leuchs zu Seite 267	
„ 2	Querprofil vom Flyschrand zum Rauschberg nach Arlt	269
„ 3	Querprofil vom Flyschrand zum Stauffen nach Hagen	270
„ 4	Querprofil vom Flyschrand zur Kremsmauer nach Geyer	278
„ 5)	2 Profile der juvavischen Deckscholle am Funtensee „ „	343
„ 6)		

Zeichenerklärung zu Tafel XI—XIII.

Skytische Stufe:

Bu (Buntsandstein), Wf (Werfener Schichten), Sst (Sandstein), Sch.-Lg (Schieferlagen), Kgl (Konglomerate), Y (Gips- und Haselgebirg), K (Kalklagen); Myoph-Sch (Myophorien recte Reichenhaller Schichten), RehK (Reichenhaller Kalke), Rw (Reichenhaller Rauhwacken).

Anisische Stufe:

GuK, D (Gutensteiner Kalk und Dolomit), Mk (Muschelkalk), Wsth (Wurstelbänke), HstknK (Hornstein-Knollenkalke), HK (Helle, klotzige Kalke), RfK (Reiflinger Knollenkalke), Kk (Kieselkalke).

Ladinische Stufe:

Wk (Wettersteinkalk), Wd (Wetterstein Dolomit), Rd (Ramsaudolomit).

Karnische Stufe:

Rh Raiblerschichten mit K (Kalk), O (Oolith), D (Dolomit), S (Sandstein), M (Mergel), Rg (Reingrabener Schiefer), BrK (Breccienkalk), HK? (mit Hallstätterkalk).

Norische Stufe:

Hd (Hauptdolomit), Pk (Plattenkalk), Dd (Dachsteindolomit), Dk (Dachsteinkalk), Rk (Hochgebirgskorallenkalk, z. T. Riffkalk).

Rhätische Stufe:

Rh Rhät mit Mk (Mergel und Kalke), uRhK (Kalkiges Unterrhät), oRk (oberrhätischer Riffkalk), BGrk (Bunter norisch-rhätischer Grenzalk).

Lias: Lh (Hierlatzkalk), Lu, m (unterer, mittlerer Lias), Lo (oberer Lias).

J: Ausstrich der juvavischen Deckenfläche.

(Die angegebenen Zahlen geben Durchschnitts- oder Höchstwerte von Mächtigkeiten.)

Bemerkung zu Tafel XII. Die beiden rechten Säulenprofile (nach Fugger und Geyer) sind nur zum Vergleich beigegeben, nicht aber als tirolisch zu bezeichnen. Im Profil „Blühnbachtal“ ist die Überlagerung der „Reiflinger“ Knollenkalke durch Reingrabner Schiefer hypothetisch.

Die Säulenprofile von XII und XIII sind auf Grund der Spezialarbeiten von Art. Bittner, Böse, Fugger, Geyer, Hahn, Leuchs, Mojsisovics und Speugler zusammengestellt.

Zeichenerklärung zu den Textfiguren 1—3:

Bu Buntsandstein, Rw Reichenhaller Rauhwacken, Mk Muschelkalk, Wk Wettersteinkalk, Rb Raibler Schichten, Hd Hauptdolomit, Rh Rhät, L Lias, D Dogger, J mittlerer und oberer Jura i. A., N Neokom, Z Zenoman, Go Gosaukreide, Fl Flysch, AT Alttertiär, T Nordrand der tirolischen Decke (t), B der bajuvarischen Decke (b).

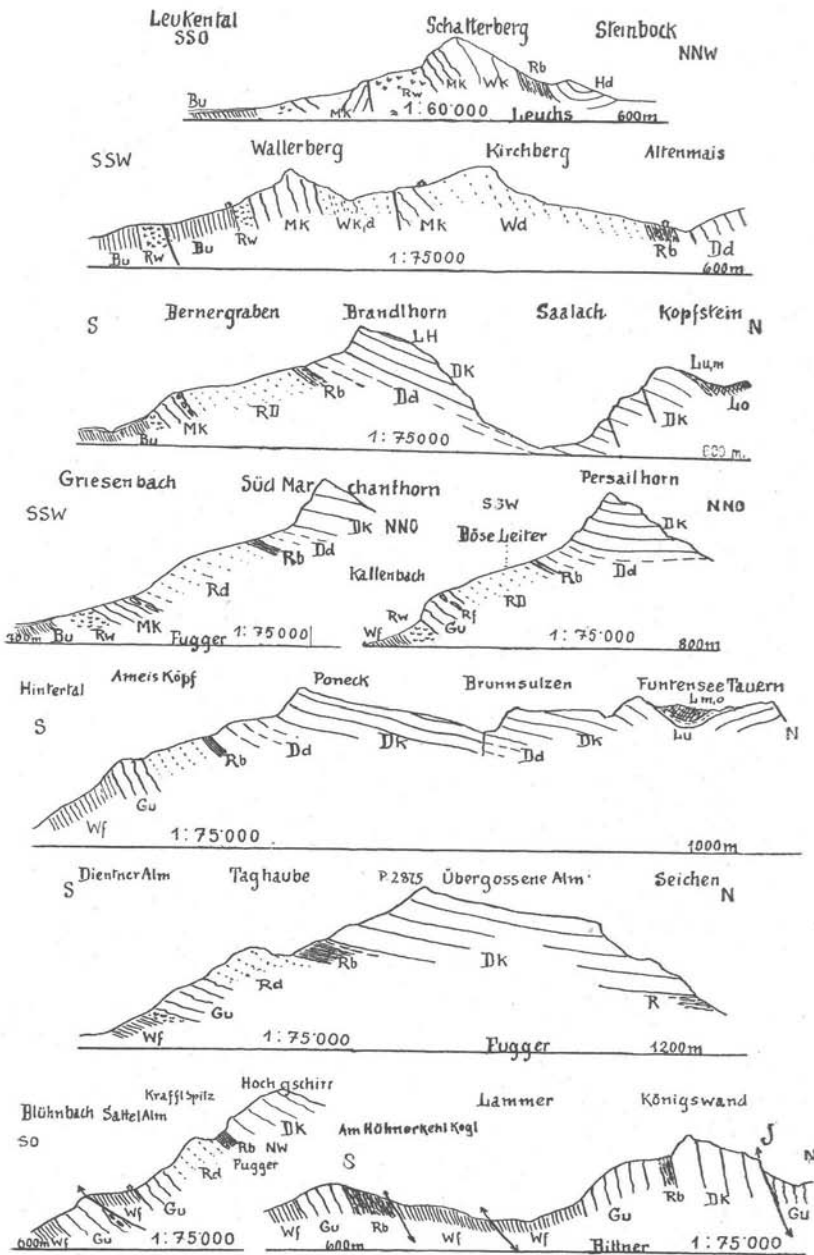
Zeichenerklärung zur Textfigur 4:

Gu Gutensteiner Kalk, Rf Reiflinger Kalk, Wk Wettersteinkalk, Ls Lunzer Sandstein, Rh Raibler Schichten, Hd Hauptdolomit, Rh Rhät, J Jura, N Neokom, Go Gosaukreide, Fl Flysch, T Nordrand der tirolischen Decke (t), B Nordrand der bajuvarischen Decke (b).

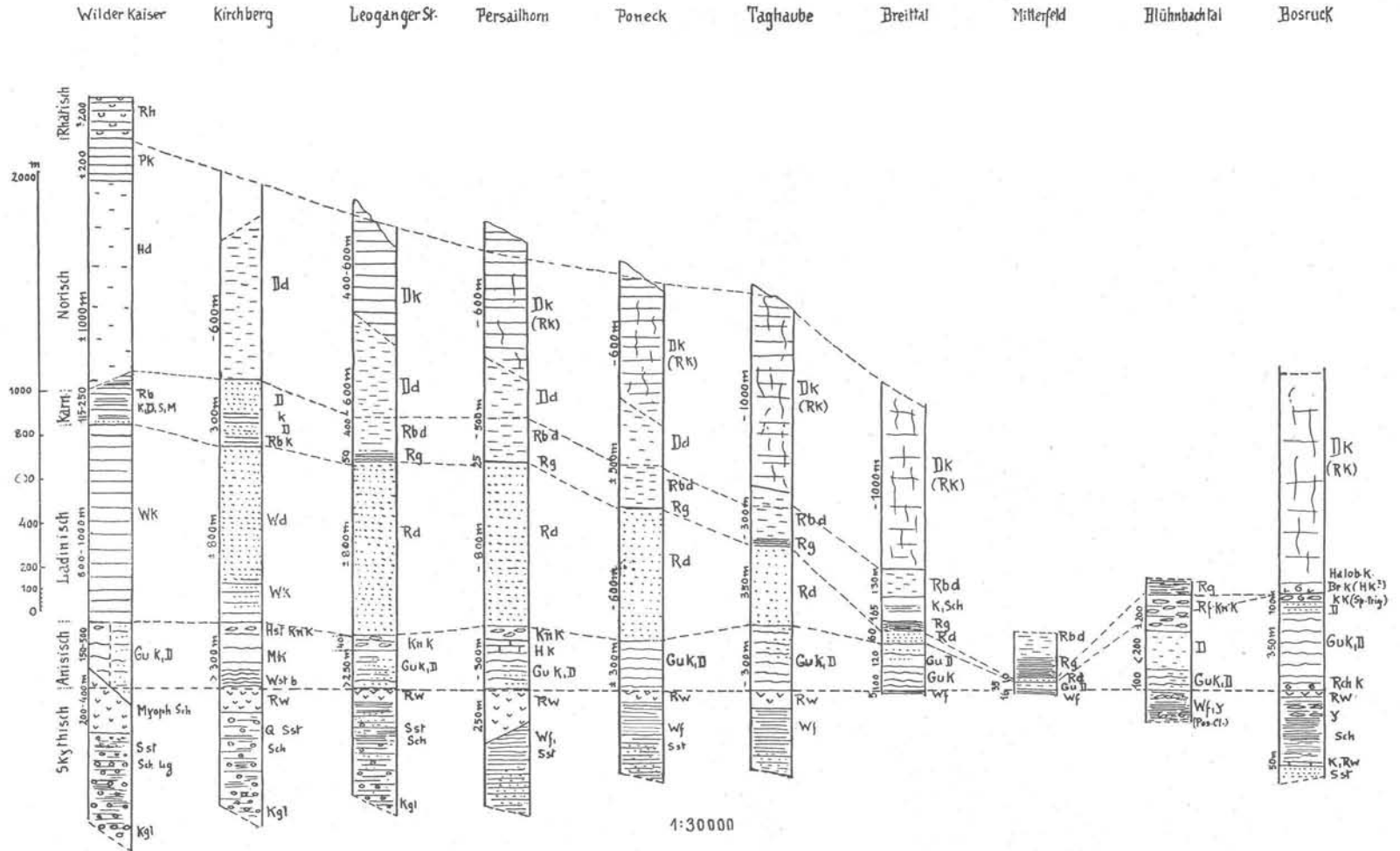
Zeichenerklärung zu den Textfiguren 5 und 6:

Tirolisch: DK Dachsteinkalk, RL Roter Lias (Hierlatz- und Ammonitenkalk), BK breccioser Hornsteinkalk des oberen Lias; Juvavisch: Wf Werfener Schichten, RehD Reichenhaller Dolomit, RD Ramsaudolomit.

F. Felix Hahn, Grundzüge des Baues der nördlichen Kalkalpen.



Triasprofile am tirolischen Südrand.



Triasprofile im nördlichen und mittleren Teil der tirolischen Zone.

