

Die österreichischen und deutschen Alpen bis zur alpino-dinarischen Grenze (Ostalpen).

Von Franz Heritsch (Graz).

I. Morphologische Übersicht.¹

Das vorliegende Teilstück der Geologie der Alpen ist keine Einheit; denn die Westgrenze fällt zusammen mit der politischen Grenze Österreichs. Aber es sind auch nicht die ganzen österreichischen Alpen dargestellt, denn die Südalpen fehlen. Als Südgrenze wurde mir von der Redaktion die „alpino-dinarische Grenze“ vorgeschrieben; das ist bekanntermaßen eine Linie, der je nach dem Standpunkt der Forscher ein verschiedener Wert zuerteilt wird². Die Nordgrenze alpinen Terrains ist eine sehr auffallend im Gebirgsbau markierte Linie, nämlich die Überschiebung des Flysches auf das Alpenvorland, wodurch eine natürliche Grenze gegeben ist. Die Ostgrenze ist durch das Untersinken des Körpers der Ostalpen und durch das transgredierende Miozän als eine vielgestaltige Linie entwickelt; große, übersichtliche Formen werden hier durch das inneralpine Becken von Wien, durch die kleine Bucht von Oedenburg und die große Bucht von Graz hervorgerufen. Man führt diese Großformen am Ostende der Alpen auf große Einbrüche zurück; beim inneralpinen Wiener Becken ist diese tektonische Erklärung sicherer fundiert als bei den anderen Buchten; für eine tektonogene Entstehung der letzteren können die jungtertiären Vulkane der Oststeiermark usw. ins Treffen geführt werden.

Eine Gliederung der Alpen ist nur nach geologischen Zonen möglich; eine solche erfolgt in primitiver Weise in die Einheiten der Flyschzone, Kalkzone, Zentralzone und der Südalpen; von diesen letzteren kommt nur der nördliche Teil des Drauzuges im Sinne von DIENER zur Betrachtung. Für eine großzügige Gliederung kommen die großen Talfurchen in Betracht, deren Bedeutung und hohes Alter eben durch den Umstand, für eine Gliederung des Gebirges brauchbar zu sein, hervortritt. Die großen Längstäler der österreichischen Alpen sind jedenfalls tektonisch angelegt; das geht z. T. aus der Tektonik der benachbarten Regionen hervor; so schneidet das Inntal zwischen Innsbruck und Telfs u. a. a. O. die Kalkketten und die Zonen der Zentralalpen schief ab; im Ennstal zeigen miozäne Süßwasserbildungen Höhendifferenzen von etwa 900 m. Das Drautal ist gewiß nicht einheitlicher Entstehung, da Stücke mit verschiedener Anlage aneinandergereiht sind. — Die Quertäler sind wahrscheinlich überall jünger als die Längstäler (z. B. Salzachdurchbruch). Z. T. sind die Quertäler tektonisch angelegt; das ist beim Rheinfluß in der helvetischen Zone der Fall. Gegen den Rhein hin verschwindet eine Kreidefalte des Säntis nach der andern, und nur die Hochkastendecke erreicht den Fluß, aber auch nicht in normalem Zustand; im Osten des Rheins beginnt ein Ansteigen der Falten, an der Stelle, wo der Rhein den Fluß verläßt, liegt also eine Depression der Falten vor; diese wird wahrscheinlich bedingt durch eine prä-

alpine Senke, in welche die nach Norden drängende helvetische Serie in Verwerfungen und Dehnungsbrüchen niederging³. Die Vorarlberger Kreideketten sinken auch zur Bregenzer Ache und dann nochmals zum Suberstal. Vielleicht ist der Inndurchbruch durch die Kalkalpen durch ähnliche Verhältnisse bedingt, d. h. vielleicht liegt auch hier eine Transsynklinallinie vor.

An zahlreichen Stellen des Gebirges sind miozäne Verebnungsflächen vorhanden. Die Ausbildung dieser Verebnungsflächen war verbunden mit einer Akkumulation im Vorland (Pontische und vielleicht auch ältere Schotter am Rande der Alpen); auch die Kalkplateaus der östlichen Nordalpen werden als verebnete Landoberfläche angesprochen; diese Deutung erhält eine lebhafte Stütze durch die Vorkommnisse von Augensteinen (S. 77). Das miozäne Landschaftsbild wurde zerstört durch Zertalung; die Eiszeit aber traf eine wesentlich andere Landschaftsform an, als sie heute vorhanden ist. — Die Entstehung der Hochgebirgsformen wird allgemein auf die Eiszeit zurückgeführt⁴, was im allgemeinen bestätigt wird durch die Beschränkung der Hochgebirgsformen auf jetzt oder früher vergletscherte Gebirge. Die glazialen Formen sind charakterisiert durch die U-förmige Umgestaltung des Tales (was allerdings sowie auch andere derartige Formen nicht unbestritten geblieben ist), durch die Kare, Karterrassen, durch die Talstufen und Hängetäler. Der von der eiszeitlichen Vergletscherung nicht betroffene Osten der Alpen zeigt keine Hochgebirgsformen, soweit natürlich nicht Kalk vorhanden ist; denn die wirklich typische Entwicklung von glazialen Hochgebirgsformen ist nur im kristallinen Gebiet und da in erster Linie in den Zentralgneisterritorien vorhanden (z. B. Zillertal).

In den kristallinen Gebieten gibt es selbst in bedeutenden Höhen, welche über die Schneegrenze aufragen, ruhige, gleichmäßige Formen; die Art der Verwitterung, das Vegetationskleid stellt die dunklen Schieferberge in Gegensatz zu den Kalkalpen, welchen solche breitausladend aufsteigende Flächen mit relativ geringem Böschungswinkel fehlen. In dem eigentlichen Hochgebirge, das fast immer den reinen Kartypus zeigt, wetteifern die Zentralalpengerate mit den Kalkalpen an Steilheit und Wildheit. — Die Oberflächenbeschaffenheit der Kalkalpen ist unruhig bewegt. Bänder von nicht kalkigen Gesteinen bringen in die oft mächtigen Kalkmassen eine lebhafte, durch die Verschiedenheit des Pflanzenkleides in die Augen springende Gliederung. Im besonderen stehen sich gegenüber der Kettentypus und der Plateautypus. Der Kettentypus beherrscht die Nordtiroler Kalkalpen; im Karwendel, Wetterstein usw. ist er ausgeprägt vorhanden; dasselbe ist noch im Kaisergebirge der Fall; dann aber rückt der Kettentypus der kalkalpinen Formen, der auch in seiner Bauformel wohl definiert ist, an den Nordrand der Kalkalpen hinaus. Mit den Loferer und Leoganger Steinbergen beginnt der durch große, steilwandig abbrechende Plateaus charakterisierte Skulpturtypus der Kalkalpen; weit ausgedehnte Karrenfelder überziehen die unruhig undulierte Oberfläche der Plateaus; gewöhnlich sind die höchsten Gipfel dem Südrande aufgesetzt, welcher in gewaltigen Abbrüchen in die Tiefe geht. Besonders charakteristische Vertreter des Plateautypus sind das Steinerne Meer, der Dachstein, das Tote Gebirge; im Osten nimmt mit dem sich allgemein erniedrigenden Gipfelniveau die sterile Wildheit der Plateauflächen ab. Die Kalkalpen sind beherrscht vom Typus des Hochgebirgskarstes; in der Wasserlosigkeit liegt ein Hauptunterschied zu den Zentralalpen. Die durch unterirdische Entwässerung ausgezeichneten Kalkalpen, deren Rolle als Wasserlieferanten in ganz großem Maßstabe (an der Basis der Kalkstöcke) sehr bedeutend ist (Wiener Hochquellenleitung), bewahren eben durch diese Art der Wasserabfuhr leichter ihre steilen Gehänge; sie unterliegen aber dafür einer stärkeren Einhüllung in den eigenen Schutt als die Zentralalpen. — Dem bewegten Antlitz der Kalkhochalpen und der Zentralalpen stehen die Mittelgebirgs-

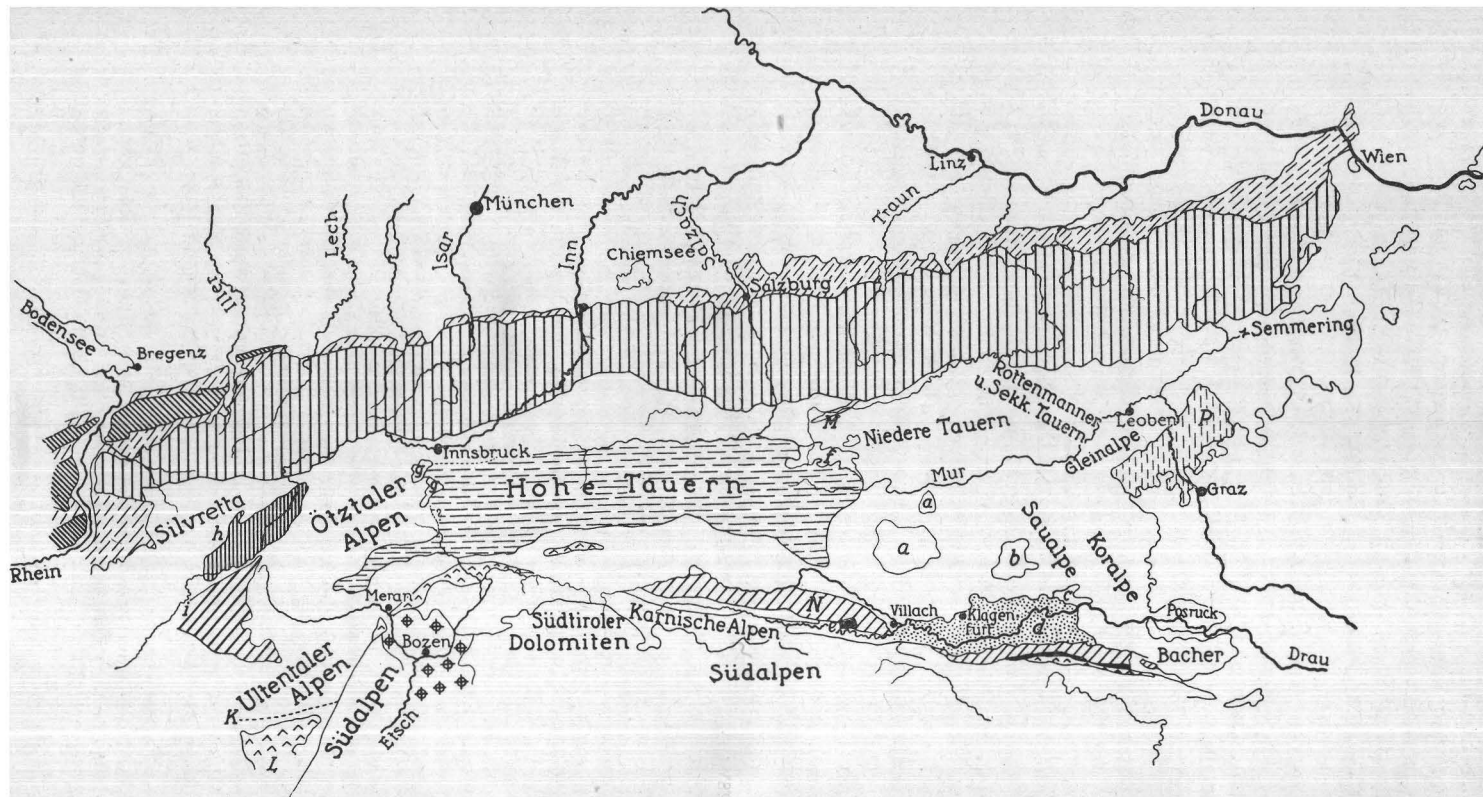











Fig. 1. Übersichtskarte der Ostalpen.

	Flysch.		Tonalite des periadriatischen Bogens.
	Helvetische Kreide.		Zentralgneis, Schieferhülle und zentralalpines Mesozoikum der Hohen Tauern.
	Bündner Schiefer des Unterengadin.		Palaeozoikum und Kreide von Graz.
	Nördliche Kalkalpen.		Bozner Quarzporphyr.
	Mesozoikum der Münstertaler Alpen-Ortler.		

Weiß gelassen ist das zentralalpine Gebiet, welches mit feiner Linie gegen die Südalpen und gegen das Tertiär im Osten abgetrennt ist. a = Karbon der Stangalpe; b = Mesozoikum des Krappfeldes; c = Mesozoikum von St. Paul; d = Jungtertiär und Diluvium des Klagenfurter Beckens; e = Unterkarbon von Nötsch und Schiefer von Roßwald; f = Radstädter Mesozoikum; g = Mesozoische Berge des Brenner; h = Unterengadin; i = Münstertal-Ortler; k = Tonalieinie; L = Adamello-Tonalit; M = Mandlingzug; N = Nordalpine Fazies des Drauzuges; P = Palaeozoikum von Graz und Kreide der Kainach.

formen im Osten der Zentralalpen und die Flyschzone (abgesehen von der helvetischen Kreide des Bregenzer Waldes) fremd gegenüber; es herrschen sanft gerundete Rücken, unter deren dichter Vegetationsdecke eine mächtige Verwitterungskrume liegt. Eine großzügige Landschaft liegt da nicht mehr vor. Dagegen bewahren auch noch die niedrigen Teile der Kalkalpen einen gewissen Individualismus der Form, was meist auf das verschiedene Verhalten des Wechsels von Kalk und nicht kalkigen Gesteinen zurückzuführen ist.

Im großen ganzen zeigt sich eine gewisse Beziehung zwischen dem Formenschatz des Gebirges und dem Bau, soweit die zonenmäßige Anordnung zur Grundlage genommen wird. Es ist daher auch vom rein morphologischen Standpunkt aus die geologische Zonengliederung in Flyschzone, Kalkzone und Zentralzone wohl zu begründen.

II. Stratigraphie.

Die Schichtreihe der nördlichen Kalkalpen steht der helvetischen Schichtserie, die vom Säntis her in die Ostalpen hereinreicht, sehr fremd gegenüber, so daß man räumlich getrennte Bildungsstätten und eine regional verschiedene geologische Geschichte annehmen muß; der Hauptunterschied liegt in der Rolle, welche die Trias spielt, und in der Tatsache, daß die helvetische Reihe keine durch Gebirgsbildung und Erosionsphase markierte Lücke in der oberen Kreide hat. Im folgenden wird die Stratigraphie nach Ablagerungsräumen getrennt.

A. Die helvetische Fazies des Bregenzer Waldes ist die Fortsetzung der Kalkhochalpen der Schweiz, mit welchen die Stratigraphie eine sehr große Übereinstimmung zeigt. Bezüglich der Entwicklung der helvetischen Kreide sei bes. auf die Tabellen I (S. 6—9) verwiesen, zu welcher nur einige Bemerkungen notwendig sind.

Im Gebiete des Fläscherbergs sind nach LORENZ zwei Fazies des Dogger vorhanden, was nicht unbestritten geblieben ist; STEINMANN vertritt seit mehreren Jahren die Ansicht, daß in den sandig-glimmerigen Schichten des südöstlichen Fläscherbergs kein Dogger, sondern die Übergangsfazies vom helvetischen Hochgebirgskalk zur Fazies der Falknisbreccie vorliege⁵. — Zwischen dem Fläscherberg und dem Bregenzer Wald ist keine helvetische Kreide vorhanden. Aus der Kreide des Bregenzer Waldes⁶ taucht im Tale der Bregenzer Ache das Jurakalkgewölbe von Au heraus, in Stellung und Alter ein vollständiges Äquivalent des Hochgebirgskalks der Schweiz. In den Mergeln über dem Jurakalk kommen Hopliten vor, so daß die Grenze von Jura und Kreide paläontologisch und petrographisch scharf ist. Im Jurakalk kommt *Calpionella alpina* vor; diese, einst als Leitform für die lepontinischen Klippen angesehen, kommt auch im Ost- und Südalpinen wie im Schweizer Lepontin vor. — Im Süden des Juragewölbes der Canisfluh fehlt der Schrattenkalk, was durch Fazieswechsel oder durch eine Lücke erklärt wurde; nach MYLIUS ist eine tektonische Ursache heranzuziehen, nämlich die Überschiebung des Kreidegebirgs durch den südlichen Flysch. — Ein durch die Karrenfelder (Gottesackerplateau etc.) auffallendes Schichtglied ist der Schrattenkalk; in dem kleinen Gebiete von Mellau, Hochvorsäß, Klaus, Zopfberg wird der Schrattenkalk von tonreichen Mergelschiefeln des Aptien unter- und überlagert; sonst wird das Aptien durch Schrattenkalk vertreten. — Im Albin ist rascher Fazieswechsel und Schwanken der Mächtigkeit sehr auffallend (wie im Säntis); große Verbreitung haben Grünsandsteine, dann ein weißer Sandstein (Riffsandstein GÜMBELs); nur um Bezaun ist die auf der Tabelle dargestellte Schichtfolge vorhanden. Faziesverschiedenheiten sind vorhanden; in einem südlichen liegt über Grünsandstein nur Quarzsand; im Osten liegt Grünsand über Quarzsand (GÜMBEL hat aus dem obersten Grünsand im bayrischen Anteil *Turrilites Bergeri* namhaft gemacht). Die Grenze von Cenoman und Albin fällt in die Grünsandbildungen hinein (an der Weißenfluhalp liegt an der Grenze von Albin und Seewer eine Schicht von glaukonitreichen Knollen und kalkreichen hellen Partien, die *Turrilites Bergeri*-Schicht⁷).

Die Grenze von Schrätkalk und Gault ist derartig, daß man an eine vorübergehende Trockenlegung des Bodens denken muß. Diese Verhältnisse haben zur Annahme einer Transgression geführt, mit ARN. HEIM sagt man wohl besser Diskontinuität; fraglich ist es, ob es sich um eine Festlandserscheinung handelt, oder ob diese Verhältnisse auch submarin entstanden sein können. MYLIUS hat beobachtet, daß die Aptienmergel konkordant vom Grünsand überlagert werden; meist liegt auch der Grünsand in derselben Weise auf dem Schrätkalk; in diesen Fällen ist keine Unterbrechung der Schichtfolge, sondern nur ein scharfer Wechsel eingetreten. Daneben besteht aber auch unregelmäßige Auflagerung in Wellenform, Taschenform, Klufform; in Klüften geht der Gaultgrünsand bis $\frac{1}{2}$ m tief in den Schrätkalk hinein. MYLIUS zieht zur Erklärung submarine Bewegungsvorgänge heran, wofür auch der rasche Wechsel des Gesteins spricht (am Säntis ist nach ARN. HEIM eine Paralleltransgression vorhanden, die wahrscheinlich von einer Festlandszeit herrührt). — Abgesehen von den das untere Cenoman repräsentierenden Äquivalenten der *Turrilites Bergeri*-Schichten stellen die Seewenschichten die obere Kreide dar; die untere Abteilung wird von Seewenkalk eingenommen, dessen Mächtigkeit zwischen 0 und 20 m schwankt; dann folgen die mächtigen Seewenschichten, die petrographisch sehr gleichmäßig entwickelt sind. Lokal (Jauchen bei Oberstdorf) gibt es senone, gault-ähnliche Sandsteine⁸. Zwischen der Kreide des Säntis und des Bregenzer Waldes lassen sich Vergleiche⁹ ziehen; so bestehen zwischen dem Berrias und den wahrscheinlich dahin gehörenden Öhrlikalken und -mergeln Beziehungen; die Ausbildung des Valanginien unterscheidet sich von der NO-Schweiz durch den größeren Kalkgehalt daselbst; die dichten, schrätkalkähnlichen Gesteine, die Kieselkalke, die Kalke und *Exogyra Couloni* fehlen dem Vorarlberger Gebiet. Eine Nebeneinanderstellung der Schichtprofile für den mittleren und östlichen Teil des Säntis mit Vorarlberg zeigt die Abnahme der mergeligen Gesteine in der Richtung von Ost nach West.

Von der Iller gegen Osten vollzieht sich eine Änderung des Bestandes der Kreide; es bleiben (ausgenommen am Grünten) die tieferen Schichten aus, und eine bedeutende Faziesänderung, welche besonders das Senon betrifft, ist zu beobachten. Die am Grünten auftretenden schwärzlichen Mergel des Untersenon gehen nach Osten in graue Mergel vom Typus der Nierentaler Schichten über; die Nierentaler Schichten sind Obersenon und entsprechen den höchsten Teilen der Gosau¹⁰. Der in das Campanien gehörende Burgberggrünsand (= Stallauer Grünsand) wird gegen Osten von Mergeln vertreten. Über die anderen Kreideglieder gibt die Tabelle Auskunft¹¹.

Die Grenze von Kreide und Flysch (der im Westen ganz allgemein ins Tertiär gestellt wird) wurde verschieden beurteilt; nach GÜMBEL gehen die Kreideschiefer des südlichen Bregenzer Waldes unmittelbar in Flysch über; nach MYLIUS geht dazwischen eine Schubfläche durch. Oft ist die Trennung der helvetischen Kreide vom Flysch sehr schwierig, wegen der sehr ähnlichen Fazies und wegen des Vorkommens von Seewenmergeln im Flysch. Im westlichen Bregenzer Wald ist die Grenze zwischen Kreide und Flysch ganz scharf, im Gegensatz zur andern Rheintalseite, wo ein allmählicher Übergang vorhanden ist. Eozän ist bekannt von Dornbirn, bei Hohenems usw.; es sind Nummulitenkalke, Mergel und Kalke mit Fukoiden, Sandsteine; darüber folgt der Flysch. Bei Hohenems ist das Eozän ein wenig diskordant zur Kreide gelagert. Am Grünten ist reichlich Eozän vorhanden, welches eine große Übereinstimmung mit dem Vorkommen von Kressenberg hat; BOUSSAC stellt das Eozän von Kressenberg in das Mitteleozän. Andere Eozän-Vorkommen sind Bromberg bei Tölz, Neubeuren, Mattsee, dann der Gschlifgraben bei Gmunden¹².

B. Der Flysch ist von hervorragender Wichtigkeit. Im Gebiet des Bregenzer Waldes gibt es zwei Flyschzonen, welche durch die Kreide getrennt werden. Der nördliche Flyschzug ist die direkte Fortsetzung der Flyschausbreitung nördlich vom Säntis; er vereinigt sich mit der südlichen Flyschzone nach dem Untersinken der Kreide. Der südliche Flysch hängt direkt mit den Schiefern des Prättigau zusammen. Nach MYLIUS ist Flysch und Kreide durch einen anomalen Überschiebungskontakt getrennt; am Hochälpele liegt zwischen Kreide und Flysch eine Dislokationsbreccie; andererseits wurden an der Grenze auch Basalkonglomerate festgestellt¹³ in welchen auch kristalline Geschiebe auftreten. — Alle Forscher stellen den Flysch, dessen Bildungsweise ZUBER mit den Sedimentationsbedingungen im Orinoko-

TABELLE I. Stratigraphie

	Axenkette, Urirotstock FAULHOBN	Frohnalp, Bauen, Brisen	Righochfluh, Pilatus, Schrattenfluh	Westlicher Teil des Säntis (ARN. HEIM)	Mittlerer Säntis (ALB. HEIM)
Senon		Wangschichten		Seewerkalk } Danien mit Pyrit- } u. Ober- knöllchen } Senon Seewermegel- } Unter- kalk u. See- } Senon wer Schiefer }	Seewerschiefer
Turon		Seewermegel	Seewermegel (nur an wenigen Stellen)	Seewerkalk } Turon u. Oberes Cenoman	Seewerkalk
Cenoman	Seewer Kalk	Seewerkalk	Seewerkalk (nur im südlichen Teil)	Turrilitenschichten (Unt. Cenoman)	Knollenschichten mit <i>Turrilites Bergeri</i>
Albien	Gault (nur lokal)	Gault (durch- gehend entwick.)	Gault (nur im südlichen Teil)	Knollenschichten } Oberes Schichten mit } <i>Inoc. concentricus</i> } Echinodermen- } Unteres breccie Glauko- } nit Grünsande }	Knollenschichten Inoceramengrünsand Echinodermenbreccie Gaultsandstein
Aptien	Oberer Schratten- Kalk Orbitolinamergel	Oberer Schratten- kalk Orbitolina- mergel	Oberer Schratten- kalk } fehlt im } Norden } Orbitolina- mergel }	Schrattenkalk Echinodermenkalk mit Orbitolinen Mergelschiefer mit <i>Orbitolina lenticularis</i>	Schrattenkalk <i>Orbitol. lenticularis</i>
Barrémien	Unterer Schratten- Kalk Drusbergschichten (<i>Exogyra sinuata</i> - Schichten) Altmansschichten	Unterer Schrattenkalk Drusberg- Schichten Altmansschichten	Unterer Schrattenkalk Drusberg- schichten Altmansschichten	Schrattenkalk Oberneokommergel mit <i>Ostrea sinuata</i> Drusbergschichten mit <i>Toxaster Brunneri</i> Altmansschichten (Cephalopondengrünsand)	
Hauteri- vien	Neokom- Kieselkalk	Neokom- Kieselkalk	Neokom- Kieselkalk	Echinodermenkalk mit <i>Toxaster Sentisianus</i> Kieselkalke mit <i>Toxaster complanatus</i>	
Valan- ginien	Valanginienkalk Couloni-Schichten	Mergelkalk mit Aptychen und <i>Pygope diphyo-</i> <i>oides</i> Fossilreicher Schiefer mit Kalkknollen	Gemsmättli- Schichten Valanginienkalk Couloni- Schichten	Dunkle Kalke } Ob. Echinodermen- } Val. breccie } Kalke Mergel, Fein- } Ob. oolith. Kalke } Val. Bänke mit Ex. } Mergel <i>Couloni</i> } Schrattenkalk- } Unt. ähnliche und } Val. oolith. Kalke } Kalke Öhrli- } Unt. Val. Schiefer } Mergel und-Kalke } und Berri- asien ? }	Kalke mit <i>Pygurus rostratus</i> Schrattenkalkähn- liche Valanginienkalke Mergel- kalke } <i>Pinna</i> u. Mergel- } <i>Robinaldina</i> schiefer } Oolith- der Öhrli- } Schiefer gruben }
Berriasen	Oolithische Korallen Kalke Berriasmergel	Balfries-Schiefer	Oolithische Korallenkalke		
Malm	Troskalk u. Hochge- birgskalk Efflinger Schichten, Birmensdorfer Schich- ten, Oxford in Berner- jurafazies	Troskalk			
Dogger	Eisenoolith- Echinodermenkalke Opalinstone				
Lias	Tonschiefer und san- dige Kalke.				

der helvetischen Fazies.

Östlicher Säntis (E. BLUMER)	Fläscherberg (LORENZ)	Bregenzer Wald zwischen Hochblanken u. Hohem Ifen (MYRILIUS)	
Seewerschiefer Seewerkalk Rote Seewerkalke Seewergrünsand Unterer Seewerkalk Turrilitenschichten		Seewen- schichten { Tonreiche, dünn- schieferige, graugelbe Mergel- schiefer Heller dichter Kalk Knollenschichten	Maestrich- tien } Ober- Campa- nien } Se- non San- tonien } Unter- Conia- cien } Turon Cenoman
Inoceramenschichten Echinodermenbreccie Unterer Grünsand		Glaukonitischer Kieselkalk Fossilreiche Breccie mit <i>Hoplites interrup- tus</i> u. <i>Inocer. concentricus</i> Grünsandstein	Albien
<i>Orbitol. lenticul.</i> Schrattenkalk		Schrattenkalk mit <i>Requienia ammona</i> Mergel und Tone mit <i>Orbitolina lenticu- laris</i>	Aptien
Schrattenkalk Schrattenkalkähnliche Kalke mit <i>Toxaster Collegnii</i> = <i>T. Brunneri</i> Dunkle Kalke mit Mergelzwischen-schichten Altmannschichten? Grünsand, Übergang nach unten in		Ton- und Mergelschiefer, wechsellagernd mit dichten, oolith. Kalken, Kieselkalken Sandsteinen und Muschelbreccien	Barrémien
Kieselkalk mit <i>Exogyra Couloni</i> (in der Mitte eine Lage von Echinodermen- breccie)		Kalkschiefer und Mergelschiefer mit <i>Toxaster complanatus</i> Schrattenkalkähnl. Kalke oder Echinodermenbreccien } mit Quarzsandstein } <i>Toxaster</i> Dunkle Kieselkalke und dunkle } <i>complanatus</i> Kalke, Muschelbreccie	Hauterli- vien
Mergel u. Mergelschiefer in Wechsellagerung; blaugraue Kalke, mergelige Kalke, oolith. Kalke Sandige, bräunliche, eisen- schüssige Kalkschiefer, z. T. schieferige, kalkige Sand- steine		Lichtgraue, deutlich geschichtete Mergel- kalke mit <i>Terebrat. diphyoides</i> Vorwiegend dunkle Mergelschiefer, selten harte Kalk- oder Sandsteinbänke	Valan- ginen
Graue Kalkschiefer v. Berrias- charakter, schwarze kalkige u. sand. Schiefer (Balfriesschief.) Aschr. Kalke u. Mergeschiefer		Hellgelbe bis dunkel-erdfarbige Mergel- schiefer (unten mit mehr Kalk; oben mit mehr Tongehalt)	Berriasien
Hochgebirgskalk Kalkschiefer } Birmen- Mergelschiefer } dorfer Schichten		Oben Tithonfauna Jurakalk von Au Breccie mit Oxfordfauna, wech- selnd mit Mergeln	Malm
Kalk. Sandst., Fossilleere Kalke konglo- schw. Mergel- merat. Gest. als Opalimus- westl. Fazies schiefer		Fossilfreie Mergelschiefer (wahrscheinlich Dogger)	Dogger
			Lias

	Breitachklamm bei Oberstdorf (GÜMBEL)	Schmiedbach bei Riezlern (MYRLIUS)	Grünten bei Oberstdorf (GÜMBEL u. REIS)	Zwischen Tegernsee und Schliersee (IMPELLER)
Senon	Seewermergel		Gelbe knollige glauk. Sandsteine = Übergötr. Sch. = Grünsand v. Oberstdorf Schwärzliche tonigsandige usw. Mergel u. Kalke = Götr. Sch. Schwarze, glaukonit. Mergel mit <i>Inoc. Cripsii</i> = Pattensch. Burgberggrünsand mit <i>Gryphaea vesicularis</i>	Pattenaauer Mergel Seewer Schiefer } Grünsandstein Seewerkalke u. Mergel. (Nierentaler Schiefer)
Turon	Flaserig-knolliger Seewerkalk		Schwärzliche Mergelschiefer des Untersenon Seewerkalk (in den obersten Lagen-Connacien)	Hauptstufe d. Seewers (Hellgraue Kalke u. Kalkmergel, wechselnd mit solchen von roter Färbung)
Cenoman	Grünsand mit Hornsteinknollen		<i>Turrilites Bergeri</i> -Schichten	Kalkbank mit glaukonitführenden Knollen Hornsteinbank — schieferigsandige Gesteine mit Hornstein in Knollen und Wulst. auf den Schichtflächen.
Albien	Hauptmasse des Gaultgrünsandsteins (Echinodermenbreccie Weißer Sandstein (Riffsandstein)	Weißer Sandstein Grünsand	Grünsandstein Schmutzig weißer Riffsandstein	Ober-Gault-Grünsandstein mit Kieselknöllchen Fester, dichter, kalkiger, meist dunkelgrauer Sandstein mit Glaukonit
Aptien	Dunkle Kalke mit Orbitolinen Schrattenskalk	Schrattenskalk		Oberes Apt. { Kalk mit <i>Alectryonia rectangularis</i> Mittl. Apt. { Tonschiefer u. Sandsteine, häufig mit Glaukonit Unt. Apt. { Kalke mit <i>Exogyra aquila</i> (= wahrsch. Schrattenskalk
Barrémien			Schrattenskalk Mergelschiefer und dünnbankige Kalke	
Hauterivien			Oolith. Kalke u. glaukonitischer Mergelkalk (Valanginen?)	
Valanginen				
Berriasien				
Malm				
Dogger				
Lias				

Stallauereck (IMKELLER)	Leitzachtal (IMKELLER)	Zwischen Bergen und Teisendorf (O. REIS)	
Sandsteine der Hachauer Sch. Gerhartsreuter Mergel Pattenaauer Mergel	Blaugraue Mergel = Pattenaauer Sch.	Übergötzreuter Sch. Feinsandige u. feinglimmerige Mergel d. Götzreuter Sch. Graue Mergel der Pattenaauer Schichten Rote u. weißl. grün gefleckte Nierent. Mergel	Maestrichtien } Ober Campanien } Se- non Santonien } Unter Coniacien } Turon Cenoman
Stallauer Grünsandstein	Grünsandstein Dünnschieferige Mergel (= Seewerschichten?)	Sogenannte Untere Nierentaler Sch. (grau-grüne Mergelschiefer mit Sandsteinlagerungen)	Albien
			Aptien
			Barrémien
			Hauterivien
			Valanginien
			Berriasien
			Malm
			Dogger
			Lias

delta verglichen hat¹⁴, wenigstens im Bregenzer Wald ins Alttertiär, meist in das Eozän, wobei die Verbindung mit den Nummulitenschichten zur Annahme eines tertiären Alters führt; doch ist Vorsicht sehr wohl am Platze, wenn man sich die von ARN. HEIM vorgeschlagene Trennung des Schweizer Flysches in einen helvetischen (Taveyannaz-Dachschiefer-Flyschgruppe) und einen „präalpinen“ (Glerner Wildflysch-Blattengratschichten) Anteil vor Augen hält.

Für die Altersfrage des Flysches kommen etwa folgende Gesichtspunkte in Betracht. Es besteht die Wahrscheinlichkeit, daß die Flyschzone durch eine Überschiebung von der Kreide getrennt ist, womit die Berechtigung auf einen Schluß auf das Alter aus der Unterlagerung durch die Kreide fällt. Ein wichtiger Anhaltspunkt für die Lösung der Flyschfrage ist das Vorkommen von Kreidefossilien im bayrischen und österreichischen Flysch (Inoceramen von Schliersee, vom Wiener Wald usw.). Jedenfalls ist ein großer Teil des Flysches kretazisch (Muntigler Flysch). Da aber im Wiener Wald auch Eozän, ferner auch Neokom vorkommt, so ist PAULS Versuch einer Dreiteilung des Flysches erklärlich¹⁵; als Eozän wurde der Greifensteiner Sandstein bezeichnet, doch ist in ihm auch Kreide vertreten; die Stratigraphie des Flysches ist bisher ein ungelöstes Problem. In Oberösterreich treten in der Flyschzone auch Nierentaler Mergel auf; solche sind auch im Wiener Wald gefunden worden. Der Neokomflysch PAULS ist sicher keine Einheit; im Gebiete von Weyer löst sich der Neokomflysch in subalpinen Jura, in Neokomptychenkalke, Fleckenmergel usw. auf. Sicher gestelltes Neokom gibt es in der Flyschzone bei Stollberg, wo Ruinenmarmor und weiße hydraulische Kalke und Aptychen des Neokoms vorhanden sind. — An mehreren Stellen des Nordrandes der Kalkalpen (z. B. Schabeneitstein) treten Blockschichten auf, welche als Grundkonglomerat des Flysch angesprochen wurden; es finden sich da neben kalkalpinen Gesteinen Granite, von welchen sich manche auf die böhmische Masse beziehen lassen, Porphyroide, Quarzite, Diabase usw.; die Blöcke haben oft einen bedeutenden Durchmesser. (Nachtrag S. 140.)

Der Bestand des Flysches ist überall derselbe: Tonschiefer, Mergelschiefer, Kalkschiefer, Sandsteine, die oft verkieselt sind, Kieselkalke, die oft mit Mergel wechsellagern, Konglomerate, die mannigfache kristalline Gerölle führen; charakterisiert ist der Flysch durch petrographische Mannigfaltigkeit. — Es fehlen alle Anhaltspunkte zur Feststellung einer Schichtfolge; die Versuche einer Gliederung sind bisher gescheitert.

Die Bildungsweise des Flysches^{15a} wurde mit den Sedimentationsbedingungen im Orinokodelta verglichen; die Hauptbedingungen der Flyschbildung sind danach ein flaches Litorale, zahlreiche Flüsse, welche in die Flachsee münden und bedeutenden Niveauschwankungen unterworfen sind, ein tropisches regenreiches Klima und die dadurch bedingte starke Zersetzung der Gesteine. Ein zweiter Hauptpunkt für die Bildung des Flysches ist dann gegeben, wenn man annimmt, daß die Kalkalpen bereits zur Zeit der oberen Kreide mit dem Bildungsraum des Flysches in Berührung standen; als Lieferant für das Material der Flyschbildung kommt z. T. das Gebirge im Süden, das Ostalpine in Betracht.

Von größtem Interesse sind die Konglomerate des Flysches, in welchen häufig kristalline Gesteine oft von bedeutender Größe vorhanden sind. Im Bregenzer Wald handelt es sich noch um ein stratigraphisches Niveau, auf welches die Konglomerate beschränkt sind; es kommen feinkörnige Konglomerate vor, welche Granit und kristalline Schiefer führen; es sind auch Lagen mit Gesteinen vorhanden, welche ausnahmslos sich auf die Kalkalpen beziehen lassen. Berühmt ist das Gneisgranitvorkommen des Bolgen bei Oberstdorf, das auf Flysch liegt; es wird als Schubschollenrest oder als auswitternde Einschaltung im Flysch gedeutet, wobei im ersteren Falle das Problem der exotischen Gerölle und die Erklärung der Bolgenblöcke nicht dasselbe ist. — Die ganze Flyschzone ist durch das Vorkommen von exotischen Blöcken ausgezeichnet¹⁶; viele Vorkommnisse finden sich z. B. im Wiener Walde. Besonders zu bemerken ist das Serpentinvorkommen von Kilb, 600 m lang; die begleitenden Neokomkalke zeigen keine Kontaktmetamorphose; der Serpentin ist denen des Waldviertels analog.

Die Frage nach den exotischen Blöcken hat verschiedene Antworten hervorgeufen; eine Gruppe von Forschern hat die Exotika von einem alten, jetzt ganz zerstörten Gebirgswall abgeleitet, der den Außenrand der Karpathen und Alpen (das vindelizische Gebirge) begleitet hat, und für dessen Existenz sich kaum Anhaltspunkte erkennen lassen; andere Forscher hielten sich an die NEUMAYRSche Durchspießungstheorie usw. Die Deckentheorie hat andere Möglichkeiten eröffnet. Eine Ableitung der Blöcke als tekto-

nisch von den Préalpes mitgeschleppt hat ARN. HEIM abgewiesen; HEIM trennt Klippenblöcke, s. Klippen en miniature, und exotische Blöcke, gegen deren Herleitung aus dem Südalpen berechtigter Einspruch erhoben wurde¹⁷. BECK kam zur Anschauung, daß Klippen und exotische Blöcke stets in Begleitung von Wildflysch in einer Weise erscheinen, daß auf den Klippencharakter des meisten Wildflysches geschlossen werden kann. Mit der Trennung des Flysches in einen helvetischen und einen lepontinischen Teil ist man vor die Tatsache gestellt, daß die helvetischen Decken in exotischen Flysch, der als Überschiebungsdecke über ihnen vor der Störung gelegen sein mußte, eingewickelt sind. BECK hat diese exotenführende Decke der Mittelschweiz Niesen-Habkern-Decke genannt und hat ihre Äquivalente in Vorarlberg in beiden Flyschzonen gesucht. Die sedimentären Komponenten der Niesen-Habkern-Decke stehen den medianen Préalpen am nächsten. BECK leitet die Niesen-Habkern-Decke aus einem Wurzelgebiete zwischen Helvetisch und Præalpin ab; eine in der Kreidezeit entstandene primäre Niesen-Habkern-Decke lieferte das Material zum Wildflysch während eines in das Obereozän und früheste Oligozän fallenden Stillstandes der Bewegung; dann trat wieder ein starkes Vordringen ein, das den exotischen Flysch über den helvetischen brachte und über den exotischen Flysch die primäre, aus Kristallin und Sedimenten bestehenden Niesen-Habkern-Decke, welche das Material zur Molasse lieferte. Am Ende der Miozänzeit war die primäre Niesen-Habkern-Decke ganz durch die Erosion beseitigt; dagegen breitete sich die sekundäre Niesen-Habkern-Decke, d. i. der Wildflysch, ganz über die helvetische Fazies aus. Dann erfolgte die Deckenbildung der helvetischen Fazies und damit deren Einwicklung in exotischen Flysch und dann die Überschiebung der lepontinischen Decken¹⁸.

Die Exotika sind so ein stratigraphisches Merkmal des Flysches. Ihre Einstreueung in den Flysch ist nur unter der Annahme verständlich, daß die Bildungsstätte des Flysches und die zur oberen Kreide schon als Gebirge bestehenden Kalkalpen aneinander grenzt haben. Es ist nun auch verständlich, woher die Gerölle der Molasse stammen; nach der Überschiebung des Helvetischen durch den Flysch hat die Zerstörung desselben und der Kalkalpen die Geschiebe für die Nagelfluh geliefert. — In diesem Ideenkreis ist es etwas störend, daß ein Teil der Exotika des Flysches nicht alpin ist; vom Vorkommen am Bolgen wird dies behauptet; bes. aus Ober- und Niederösterreich sind derartige nichtalpine Komponenten bekannt geworden. Besonders bemerkenswert ist in theoretischer Hinsicht das Vorkommen des Pechgrabens bei Weyer, wo eine Granitklippe in Grestener Schichten liegt; nach GEYER¹⁹ hat bereits zur Liaszeit eine Auftragung des Untergrundes bestanden, welche auf den Rand der alpinen Geosynklinale, auf den Südsporn des böhmischen Massivs zurückzuführen ist. Diese Auslegung wird lebhaft gestützt durch die Tektonik der Kalkalpen, welche gerade da eine Beugung gegen S, ein Eindringen von Oberkreideflysch zeigen. Die Granitklippe wäre also eine Art von stauendem Hindernis. Im Sinne der Deckentheorie wird man im Granit des Pechgrabens einen Schubfetzen sehen, was sich aber durchaus nicht beweisen läßt. (Nachtrag S. 140.)

C. Die Stratigraphie der Nördlichen Kalkalpen zeigt ein System, das von dem Flysch und der helvetischen Entwicklung außerordentlich verschieden ist. Die nördlichen Kalkalpen sind nicht nur stratigraphisch scharf umrissen, sondern auch in ihrer Bauformel sowie in ihren morphologischen Verhältnissen eine Einheit. Die Kalkalpen werden aufgebaut von der ostalpinen Fazies. Nur an wenigen Stellen (bes. Südrand des Rätikon) gibt es eine abweichende Schichtreihe, welche STEINMANN, SUSS, UHLIG usw. als lepontinisch bezeichnet und dem Ostalpinen gegenübergestellt haben mit der Wertung als eine eigene Deckengruppe, welche selbst wieder in drei Decken (Klippen-, Breccien- und rätische Decke) zerfällt. Diese „vindelizische Aufbruchzone“ (STEINMANN) wird markiert durch Falknis, Sulzfluh, Drusenfluh, Scheienfluh, Rätchenfluh usw. und zieht dann weiter in das Graubündner Land. Die Unterlage der Aufbruchzone sind die (Bündner) Schiefer (S. 49) des Prättigau. Die drei oben genannten Decken faßt man als vindelizisch zusammen und stellt sie dem Lepontinischen im engeren Sinne (Bündner Schiefer usw.) gegenüber; es ist aber die stratigraphische und tektonische Selbständigkeit der vindelizischen Deckengruppe neuerdings sehr schwer erschüttert worden²⁰.

STEINMANN unterscheidet, wobei Fazies und tektonische Grenzen zusammenfallen, folgende Gruppen: 1. die Fazies der Bündner Schiefer. 2. die vindelizische Fazies, das Gebiet der Bündner Schiefer im N und O umgürtend; die Fazies ist gekennzeichnet durch unvollständige und sehr wechselnde Entwicklung der Trias, durch konglomeratische oder riffartige Fazies des Malm, durch couches rouges, durch ophiolithische Eruptiva. 3. die ostalpine Fazies. Die drei Faziesgebiete befinden sich zwischen Falknis und Tiefenkastel usw. in dem Lagerungsverhältnis, daß die Bündner Schiefer das Tiefste, das Ostalpine das Höchste bilden. Das Deckenschema STEINMANN'S wurde für den Rätikon bes. durch SEIDLITZ ausgebaut; aber es lassen sich hier wie in ganz Graubünden nirgends die drei vindelizischen Decken übereinander beobachten; überall herrscht tektonische Störung in dem Maße, daß die nach STEINMANN anzunehmenden Decken nicht in der normalen Folge liegen. Die Verteilung der Gesteine ist auf der Tabelle II dargestellt. Zu dieser Tabelle mögen einige Bemerkungen folgen. Der Begriff Streifenschiefer ist durchaus dubios; nach THEOBALD ist es Muschelkalk in Flyschfazies; von anderen Forschern wurde er für Tithon, für Lias, für kretazischen und tertiären Flysch gehalten, sogar mit dem ominösen Casannaschiefer wurde er verwechselt; auch heute ist seine Stellung durchaus zweifelhaft; charakteristisch ist für ihn die Wechsellagerung hellerer kalkiger und dünnerer schieferiger Bänke. — Das Alter der grob und fein entwickelten Liasbreccien wurde nur durch den Vergleich mit der Chablaisbreccie bestimmt; die feine Breccie ist schwer von der *Orbitolina lenticularis* führenden Tristelbreccie zu trennen. Der Sulzfluhkalk (= Pretschkalk des Plessurgebirges) ist ein helleuchtender, grauer, z. T. oolithischer Nerineenkalk tithonischen Alters, der mächtige und auffallende Berggestalten bildet. — Die grauen jurassischen Schiefer führen Radiolarien und *Calpionella alpina*; sie treten nur in Gesellschaft mit Radiolarienhornsteinen auf. Die Falknisbreccie ist eine primäre Brandungs- und sekundäre Faltungsbreccie, deren Komponenten hauptsächlich jurassisch und kristallin (Granit) sind. In Grundmasse und Komponenten wurde Tithon nachgewiesen. — Die bunten Radiolarienhornsteine des Malm stehen in engster Gemeinschaft mit basischen Eruptiven und roten Ophikalziten. — Die untere Kreide hat im allgemeinen Flyschcharakter; in feinen Breccien liegt *Orbitolina lenticularis* (Tristelbreccie). Die Mandelschiefer sind eine merkwürdige Mittelbildung zwischen Schieferen und Breccien, nämlich in dunkler, schieferiger Grundmasse schwimmen Brocken von Trias, seltener von Malm oder Kristallin; die Mandelschiefer sind stark von Serpentin injiziert. — Die couches rouges sind gleichzustellen den Nierentaler Schichten. Globigerinenschiefer (Seewerschichten) kommen auch unter dem Tithon als höchste Lage der Prättigauschiefer vor; am Partnunsee gleichen die Globigerinenschiefer den Knötchenschiefern, in welchen Krinoiden auftreten.

Nach dem STEINMANN'Schen Schema sind die Gesteine der Aufbruchzone nach Decken zu ordnen (Tabelle II); erschwerend ist die ungeheuerliche tektonische Zersplitterung, welche vielfach die stratigraphische Unsicherheit bedingt. Auffallend ist die große Zahl der Breccien²¹, deren Alter überdies vielfach höchst unsicher ist. — Besonders ist die Tatsache festzustellen, daß viele Gesteine die größte Ähnlichkeit mit dem Hangenden (d. i. mit dem Ostalpinen), bzw. mit den Prättigauschiefern haben (Siehe Tabelle II). Die drei Decken treten auch nicht in der Reihenfolge auf, wie sie das Schema voraussetzt; um ihre Lagerung zu erklären, müßte man die kompliziertesten Verfallungen annehmen, die aber erst zu beweisen wären. Auch sind die Faziesverschiedenheiten nicht so groß, als es erscheinen könnte. Es kann daher, wie auch v. SEIDLITZ ausführte (1912), das STEINMANN'Sche Deckenschema nicht gut auf den südlichen Rätikon angewendet werden, ohne die Verhältnisse mit Gewalt in ein System hineinzupressen. Es liegen nicht Decken vor, sondern es sind die Schichten vielmehr kartenspielartig durcheinander gestoßen; das Ganze ist eine tektonische Riesenbreccie, für welche die ostalpine Masse der *traîneau écraseur* war. Daß in den Gesteinen der Aufbruchzone viel Ostalpinen vorhanden ist, geht aus der Detailbeschreibung durch SEIDLITZ, dann aus den Angaben anderer Autoren hervor²². Es bleiben bei einer Verteilung der Gesteine der Aufbruchzone auf ostalpine und Bündner Elemente nur übrig die ophiolithischen Eruptiva, welche mit dem Kristallin der ostalpinen Decke eng vergesellschaftet sind, aber auch den Bündner Schiefer nicht fehlen (Unterengadin), ferner altersunsichere Gesteine (Streifenschiefer, Liasbreccien); dann ist zu erwähnen die Falknisbreccie, welche den ostalpinen Juliergranit umfaßt. Für die Beteiligung ostalpiner Schubsplitter an der Zusammensetzung der Aufbruchzone und gerade für die Zugehörigkeit des Sulzfluhkalks (= Plassenkalk) zum Ostalpinen spricht die Unterlagerung durch die Schubspäne des ostalpiner Juliergranits. — Für die stratigraphische Auflösung der Aufbruchzone in Ostalpin und Bündner Elemente spricht die Tektonik, die einen Riesenmylonit zeigt.

Abgesehen von den kleinen Resten „vindelizischer Gesteine“ am Kalkalpenrand im Allgäu wurden Schichtgruppen im Sinne des STEINMANN'Schen Decken-

TABELLE II.

(Siehe dazu Spitz, Mitteilungen der geol. Gesellschaft Wien, 1909, Referat.)

	Kryst. Gest.	Julier- granit	Permtrias	Lias	Malm	Unterkreide	Oberkreide	Globigerinen- schiefer	Bas. Erupt.
Bündner Schiefer			?	Liasschiefer usw.	?	Flysch, Orbito- linen (Tristel- breccie)	Globigerinen- schiefer?	Globigerinen- schiefer	
Klippen- decke		†	<u>Muschelkalk</u> <u>Rauchwacke</u>	? Flysch	<u>Sulzfluhkalk,</u> Falknis- breccie	<u>Flysch, Tristel-</u> <u>breccie</u>	<u>Couches rouges</u>	?	
Breccien- decke			<u>Rauchwacke,</u> <u>gelber Dolomit,</u> <u>Streifenschiefer</u>	<u>Liasschiefer</u> <u>Liasschiefer</u>	Grauer jurass. (?) Schiefer	<u>Flysch</u> <u>Breccie</u>	<u>Couches rouges</u> (nur aus- nahmsweise)	?	
Rätische Decke		†			<u>Radiolarien-</u> <u>Hornstein und</u> <u>-kalk</u>	<u>Kreideflysch</u> <u>mit Fukoiden,</u> <u>Mandelschie-</u> <u>fer</u>			Ser- pentin, Diabas usw.
Ostalpine Decke	Diorit, kryst. Schiefer		Verrukano-Trias	Adnether Lias, Lias- breccie					

————— = Glieder mit den Bündner Schiefern gemeinsam.

~~~~~ = Glieder mit der ostalpinen Fazies gemeinsam.

schemas im Unterengadin, über den Bündnerschiefern liegend unterschieden, wobei das Schema durchaus nicht überzeugend wirkt. Im Gegensatz zu dem Versuch, dieses Gebiet in ein Deckenschema einzureihen, kommen AMPFERER-HAMMER<sup>23</sup> zu einer anderen Gliederung; über den „grauen Bündner Schiefer“ (S. 49) liegen die „bunten Bündner Schiefer“.

Diese lassen folgende Gesteinskomplexe erkennen. Es gibt eine Gruppe von Gesteinen, welche in gleicher Art den Verrukano im oberen Etschgebiet und am Südrande der nördlichen Kalkalpen bilden (Serizitquarzitschiefer, Serizitquarzite, Quarzsandsteine, Arkosen, Quarzkonglomerate, rotviolette und hellgrüne Tonschiefer); eine andere Gruppe wird gebildet von hellgrünen Tonschiefern, grünen, grauen usw. halbphyllitischen Schiefer, Serizitschiefern, sandigen Kalkschiefern, flyschähnlichen Schiefer, polymikten Konglomeraten, feinkörnigen Breccien (wie in den Bündner Schiefer), Gips; beide Gruppen sind so eng verbunden, daß sie schwer zu trennen sind; die erste Gruppe ist Verrukano, die zweite wohl Trias. In den bunten Bündner Schiefer sind vielfach Lager von basischen Eruptiven enthalten. Eine weitere Gruppe ist als Flysch anzusprechen. Andere Gesteine lassen sich klar durch ihren Charakter von den Bündner Schiefer abtrennen; hier sind zu erwähnen die Kalke und Mergel des Rät, der Hauptdolomit und der Lias, welche alle am Stammerspitz auftreten; Kalke und Dolomite der Trias treten an mehreren Stellen auf; unterer Lias in der Ausbildung als grobkörnige gelblichgraue Krinoidenkalke finden sich im Samnaun; die Trias des Stammer steht den Nordalpen und der Lischanna, der Lias des Stammer und von Samnaun den Adnether Schichten und der krinoidenreichen Fazies der Nordschweizer Klippen nahe. Kreide ist in einer kalkigen Schichtgruppe von Malfrag, Ardetz usw. vorhanden; dieselben Breccien kommen auch in den grauen Bündner Schiefer vor, in primärem Verbands, was einen Schluß auf die oberen Teile der Bündner Schiefer gestattet. (Nachtrag S. 140.)

#### Ostalpine Fazies.

Der größte Teil der Kalkalpen wird von der ostalpinen Fazies aufgebaut, deren Charakteristik folgende ist: vollständige, sog. alpine Entwicklung der Trias, z. T. des Jura; heftiger Schnitt zwischen unterer und oberer Kreide. Das wichtigste Bauelement ist die Trias. Nur am Südrande der Kalkalpen findet sich teilweise eine oft fragliche Vertretung des Perm; hier ist der Verrukano Vorarlbergs zu nennen, d. s. grobe Konglomerate, welche z. T. Einschaltungen von Quarzporphyr haben und oft schwer vom Buntsandstein zu trennen sind. Fraglich ist es, ob nicht ein Teil des roten Sandsteins von Nordtirol zum Perm gehört. Vielleicht gehören die Konglomerate und Flaserbreccien des Salbergs bei Liezen hieher, welche über steilstehenden Grauwackenschiefern liegen und nach oben in echte Werfener Schichten übergehen. Verrukano ist noch an dem östlichen Teile der Kalkalpen bekannt geworden, Fossilnachweise aber fehlen vollständig.

Die skythische Stufe der Trias sind fast durchaus Seichtwasserbildungen. Im westlichen Teile der Kalkalpen herrschen rote Sandsteine vor; aus der Gegend von Kitzbühel-Leogang gegen Osten sind die Werfener Schichten herrschend, doch gibt es auch im Karwendel Werfener Schichten. Die Werfener Schichten sind am Südrande der Kalkalpen manchmal mehr metamorph als innerhalb derselben.

Der Buntsandstein der Tiroler und Bayrischen Alpen ist ein meist roter Quarzsandstein; quarzitisches Konglomerate und Quarzite finden sich als Einlagerungen, in den oberen Lagen oft rote Schiefertone. Eine Gliederung läßt sich nicht durchführen. Gips kommt als Begleiter des roten Sandsteins vor; im oberen Teile findet sich häufig eine Rauchwacke, welche aber nicht als konstanter Horizont anzusehen ist. Auch Salzton (Haselgebirge) und Salz findet sich; diese Vorkommen sind, wie aus deren tektonischer Position bei Hall zu ersehen ist, nicht auf eine „Decke“ beschränkt. Im östlichen Teile der Kalkalpen sind die Werfener Schichten herrschend; aber zwischen Traun und Alm findet wieder eine Annäherung an die Buntsandsteinfazies statt. Bei Werfen, wo die Werfener Schichten eine typische Entwicklung und eine große Mächtigkeit erlangen, liegen sie auf Tonglimmerschiefer und bilden sich mittels grober Konglomerate aus diesen heraus; der Reichtum an Glimmer ist sehr charakteristisch für die Werfener Schichten, welche aus roten, grauen, gelben bis grünlichen, teils mergeligen, teils sandigen Schiefer mit Einlagerung von Sandsteinen, Konglomeraten und blauschwarzen Kalken bestehen. Meist ist eine Zweiteilung durchführbar, wenigstens paläontologisch; die untere Partie ist bes. konstant durch rote sandige Schiefer mit *Mycites fassaensis* markiert; die obere Partie hat in den Hangend-

partien oft Rauchwacken; charakteristisch ist für sie *Myophoria costata* und *Naticella costata* und eine kalkige Zusammensetzung. — Von einigen Stellen sind aus den Werfener Quarzporphyre bekannt geworden, welche vielleicht Schubschollen von Grauwackengesteinen sind<sup>24</sup>. (Nachtrag S. 140).

Das Haselgebirge ist nicht auf eine tektonische Region beschränkt. Im Salzkammergut liegt das Haselgebirge in der oberen Abteilung der Werfener Schichten; es ist nicht nur durch die tektonischen Verhältnisse (Gleitmittel!), sondern auch durch den Salzauftrieb sehr gestört. Die Salzlagerstätten bilden chaotische, ungeschichtete, stockförmige Massen von breccienartiger Struktur; sie dringen wie intrusives Magma zwischen den Sedimenten der Kalkalpen empor. „Die ganze Masse ist oft zerstückelt, die einzelnen Fragmente der zerbrochenen Schichten sind durch saline, regenerierte Bildungen verkittet.“ Häufig ist das Hangende schollenförmig geborsten; vom Hangenden liegen einzelne Teile im Salzgebirge. Die Salzlagerstätten kommen mit den verschiedensten Gesteinen in Kontakt, was im tektonischen Bau und in der Salinarfaltung begründet ist. Fast in allen Salzlagern kommen Eruptiva (z. B. in Hallstatt Melaphyr) vor, welche lose Fragmente, Späne, sind.

Die anisische Stufe umfaßt den alpinen Muschelkalk im engeren Sinne (Zonen: *Natica stanensis*, *Rhynchonella decurtata*, *Ceratites trinodosus*). Es sind mehrere Faziesbezirke zu unterscheiden; in Graubünden, Vorarlberg und Tirol bis in die Gegend von Imst herrschen hellgraue bis dunkle Kalke mit Mergellagen, manchmal auch Dolomit (Bündner Fazies); die oberbayrische Fazies (Oberbayern, Nordtirol) hat schwarze bis blaugraue Kalke mit Hornstein; in der Berchtesgadener Fazies sind entweder Dolomite (Ramsaudolomit als Faziesbegriff!) oder schwarze Kalke oder beides vorhanden; im Lunzer Faziesbezirk sind Guttensteiner Kalk und die unteren Reiflinger Kalke vorhanden, welche dem oberbayrischen Muschelkalk sehr ähnlich sind.

Vielfach sind sehr eingehende Gliederungen des Muschelkalks durchgeführt worden (z. B. Karwendel, Wendelstein usw.), doch haben diese nur eine beschränkte Verbreitung. — Als Reichenhaller und Guttensteiner Kalk bezeichnet man dunkle, dem Niveau der *Natica stanensis* angehörende Kalke, welche mit ihren weißen Kalzitadern ein Musterbeispiel für eine Druckbreccie sind. Guttensteiner Schichten sind nach oben dünnbankig werdende und in die Reiflinger Kalke übergehende Kalke. — Vielfach treten in den Nordalpen über den Guttensteiner Kalken mehr oder weniger mächtige Dolomite mit verschiedenem stratigraphischen Umfang auf. — Die Entwicklung von grauen und schwarzen Kalken vertritt im W. die ganze anisische Stufe; auch in Niederösterreich ist dieselbe Entwicklung vorhanden, aber meist auf die nördlichsten Zonen beschränkt. — Die Reiflingerkalke, welche auch in die ladinische Stufe gehen, sind hellblaugraue, gutgebankte bis feingeschichtete Kalke mit knotig-höckerigen Schichtflächen und mit Hornstein; nachgewiesen ist in ihnen die Zone der *Rhynch. decurtata* und des *Cer. trinodosus*. Die Reiflinger Kalke sind charakteristisch für den Norden des östlichen Teils der Kalkalpen.

Der ladinischen Stufe fehlt jene feine Gliederung, welche die Südalpen zeigen. Es lassen sich mehrere Fazies unterscheiden. In Nordtirol finden sich die Partnachschichten sehr verbreitet, d. s. schwarzbraune, dünnschieferige Schiefer-tone, in deren oberen Teil sich Kalke, hornsteinführend (Annäherung an die Reiflinger Fazies, durch die Kalke auch an die Arlbergschichten) einschalten; der stratigraphische Umfang entspricht der ladinischen Stufe; aus den oberen Partien stammt *Koninckina Leonardi*. Partnachschichten und Wettersteinkalk vertreten sich: so z. B. keilen die ersteren im Wettersteinkalk der Mieminger Kette aus.

Die Fazies der Partnachschichten tritt als Einschaltung oder in Verbindung mit anderen Gesteinen auf; am häufigsten ist die Verbindung mit den Wettersteinkalken von Nordtirol und Bayern. In der bayrischen Randzone nimmt die Mächtigkeit von W nach O ab (bei Vils 400 m, Benediktenwand 100 m, Wendelstein 35 m; bei Aschau verschwinden sie<sup>24a</sup>). Partnachschichten finden sich auch bei Weyer, Scheibbs und Kaltenleutgeben; bei Weyer treten sie als Zwischenlage in den obersten Bänken des Reiflinger Kalkes als schwarze oder grünlichgraue Mergelschiefer und *Halobia intermedia* und Kalke mit *Kon. Leonardi* auf; wo über den Partnachschichten in diesem Gebiete fehlen, erscheinen darüber

TABELLE III. Stratigraphische Gliederung

|                    | Rhätikon<br>(ROTHPLETZ)                                                           | Umgebung der Strassburger-<br>hütte (v. SEIDLITZ)                                                                   | Formarinsee<br>(HAAS)                                                                    | Allgäuer Hauptkamm zwi-<br>schen Rauchgern u. Hoch-<br>wilden (HANDEL)                                                 |                                       |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Obere<br>Kreide    |                                                                                   | Braune oder graue Schiefer<br>mit Globigerinen<br>(obere Kreide?)                                                   |                                                                                          | Foraminiferen-<br>mergel des<br>Senon                                                                                  | Gosaukon-<br>merat d. Hoh.<br>Lichtes |
| Untere<br>Kreide   |                                                                                   |                                                                                                                     |                                                                                          | Kredeflysch mit Fukoiden<br>(untere Kreide?)                                                                           |                                       |
| Malm               |                                                                                   | Hellgraue Schiefer u. Kalke<br>mit Hornstein<br>Rote Schiefer und Kalke<br><br>Rote, braune und grüne<br>Hornsteine | Rote mergelige Kalke                                                                     | Helle graue Kalk. }<br>Rote Mergelkalke }<br>mit rot. Hornstein } (Aptychen<br>Schicht.)                               | Bunte Hornsteine (Malm?)              |
| Dogger             |                                                                                   |                                                                                                                     |                                                                                          | Kieselkalke u. Krinoiden-<br>kalke (Dogger?)                                                                           |                                       |
| Lias               | Allgäuschichten<br><br>Weiße und rote<br>Liaskalke                                | Fleckenmergel des Lias<br><br>Rote Ammonitenkalke in<br>Adneter Fazies                                              | Allgäuschichten<br><br>Roter Liaskalk                                                    | Fleckenmergel $\left\{ \begin{array}{l} \delta \\ \gamma \\ \beta \end{array} \right.$<br><br>Rote, knollige Liaskalke |                                       |
| Rät                | Oberer Dachstein-<br>kalk<br><br>Kössener Schichten                               | Oberer Dachsteinkalk<br><br>Kössener Schichten<br>(Mergel und Kalke)                                                | Kalk mit Megalo-<br>donten<br><br>Mergelige Kalke<br>und Mergel<br><br>Dünnpaltige Kalke | Oberrätische Kalke<br><br>Kössener Mergel<br><br>Plattenkalk                                                           |                                       |
| Norische<br>Stufe  | Hauptdolomit                                                                      | Hauptdolomit                                                                                                        | Hauptdolomit                                                                             | Hauptdolomit (vielfach<br>mit Breccienlagen)                                                                           |                                       |
| Karnische<br>stufe | Raibler Schichten<br>(Sandig-mergelige<br>Gesteine mit Rauch-<br>wacken und Gips) | Gips und Dolomit<br>der Raibler Schichten                                                                           | Sandsteine, Rauch-<br>wacken, Kalk, Gips                                                 |                                                                                                                        |                                       |
| Ladinsche<br>Stufe | Arlbergschichten<br><br>Partnachmergel                                            | Arlbergschichten                                                                                                    | Arlbergkalk                                                                              |                                                                                                                        |                                       |
| Muschel-<br>kalk   | Wulstige Kalkplatten<br><br>Krinoidenkalke                                        | Muschelkalk                                                                                                         |                                                                                          |                                                                                                                        |                                       |
| Buntsand-<br>stein | Rauchwacke manch-<br>mal als oberstes Glied<br>Buntsandstein                      | Buntsandstein<br>(bei BRAND)                                                                                        |                                                                                          |                                                                                                                        |                                       |

| Allgäuerdecke im Rap-<br>penalpental (Ponro Piddan)      | Allgäuer Hauptkamm<br>zwischen Rotgundspitz<br>u. Kreuzeck (Scholze)                                        | Allgäuer Decke bei<br>Tannheim<br>(Ampperer)                                       | Vilsener Alpen<br>(Rothpletz)                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                          | Seewermergel                                                                                                | Mergel, bunte<br>Konglomerate,<br>Hornsteinbreccie<br>(mit exotischen<br>Geröllen) | Cenoman-Breccien, Konglomerate, Kalke,<br>Mergel (am Nordrande des Gebirges, ohne<br>Beziehungen zur tieferen Kreide)                                             |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          |                                                                                                             |                                                                                    | Dünnpaltige, dunkle Mergel des Gault<br>(ohne Beziehung zum Neokom)<br><br>Mergel des Neokom                                                                      |                                                                                                                                                                                                                       |
| Aptychenkalk mit <i>Cal-<br/>pionella alpina</i> LORENZ. | Aptychenschichten                                                                                           | Aptychenkalk und<br>Radiolarit                                                     | Rote und<br>weiße<br>Kalke                                                                                                                                        | Tithon<br>Acanthicus-<br>niveau?<br><br>Transver-<br>sariuskalk<br><br>Aptychenkalke und<br>Mergel (Tithon)<br><br>?                                                                                                  |
|                                                          |                                                                                                             |                                                                                    |                                                                                                                                                                   | Vilsener Kalk (Kelloway)<br>Weiße Kalke mit <i>Posi-<br/>donia alpina</i> und<br>weiß u. rot gespren-<br>kelte Krinoidenkalke<br>des mittleren Dogger.<br>Kalke u. Krinoiden-<br>kalke des Dogger<br>$\alpha + \beta$ |
| Fleckenmergel                                            | Fleckenmergel                                                                                               | Fleckenmergel                                                                      | Rote Kalke des Ober-<br>lias                                                                                                                                      | Fleckenmergel ?                                                                                                                                                                                                       |
| Roter Liaskalk                                           | Roter Lias                                                                                                  | Roter Lias                                                                         | Weiße Kalke u. rote<br>Krinoidenkalke des<br>Mittellias<br>Hierlatzkalke (unt. Lias)<br>Tuberculatusschicht.<br>$\alpha$ Mergelkalke mit<br>Kieselauausscheidung. | Fleckenmergel<br>$\delta$<br>$\gamma$<br>$\beta$<br><br>Kalke der Tuber-<br>culatusbank. $\alpha$ .                                                                                                                   |
| Oberrät. Kalk                                            | Kössener Schichten<br>als Plattenkalke,<br>Mergel, Dachstein-<br>kalke; seitlicher Wech-<br>sel sehr häufig | Rät                                                                                | Dachsteinkalk                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                       |
| Kössener Mergel                                          |                                                                                                             |                                                                                    | Kössener Schichten                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                       |
| Plattenkalk                                              |                                                                                                             |                                                                                    |                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                       |
| Hauptdolomit                                             | Hauptdolomit                                                                                                | Hauptdolomit                                                                       | Hauptdolomit                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          | Grauschwarze Mergel<br>und Rauchwacken                                                                      |                                                                                    | Raibler Schichten (Kalke, Schiefer-<br>ton, Sandsteine, Gips, Rauchwacke)                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          |                                                                                                             |                                                                                    | Wettersteinkalk                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          |                                                                                                             |                                                                                    | Partnachschiechten                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                          |                                                                                                             |                                                                                    | Muschelkalk                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                       |

|                  | Hohenschwangauer Alpen<br>(BÖSE)                                                                                                                                            | Ammergebirge<br>(SÖHLE)                                                                                          | Labergebirge<br>(SÖHLE)                                                                                                          |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obere Kreide     | Cenoman (Breccien, Konglomerate)                                                                                                                                            | Gosau (Senon)<br>Cenoman                                                                                         | Cenoman                                                                                                                          |
| Untere Kreide    | Gault, schwarze, schieferige oder plattige Mergel                                                                                                                           |                                                                                                                  |                                                                                                                                  |
| Malm             | Aptychenschichten<br>Rote u. weiße, gutgebankte Kalke<br>↓ ?                                                                                                                | Wetzschiefer oder Aptychenschichten des Malm<br>—                                                                |                                                                                                                                  |
| Dogger           | Rote Krinoidenkalke des unteren Dogger                                                                                                                                      | Rote, braune, gelbliche Kalke mit Hornstein u. Krinoidenstielen. Unt. u. mittl. Dogg. (ganz a. d. West. beschr.) | Braune, rote, graue Kalke, rote Kalke mit Kieselausscheidungen, nur an einer Stelle entwickelt } Unt. Dogger                     |
| Lias             | Weiße u. rote, z. T. etw. ton. Kalke (Hierlatzkalke)<br>Ober $\alpha + \beta$                                                                                               | Hierlatzkalke des unteren u. mittleren Lias (sehr vereinzelt)                                                    | Ob. Lias fraglich<br>mittl. Lias<br>unt. Lias                                                                                    |
| Rät              | Oberer Dachsteinkalk (meist hell, z. T. auch rötlich)<br>Kössener Schichten (dunkle oder gelbe Mergel mit eingelagerten Kalkbänken)<br>Plattenkalk mit <i>Rissoa alpina</i> | Oberer Dachsteinkalk<br>Kössener Schichten<br>Plattenkalke                                                       | Oberer Dachsteinkalk<br>Dunkle Kalke mit schwarzen Mergeln<br>Plattenkalk, schwer vom Liegenden zu trennen                       |
| Norische Stufe   | Hauptdolomit mit Einschaltungen von dünnen Kalk- u. Mergelbänken; bituminös u. Asphaltlagen führend                                                                         | Hauptdolomit                                                                                                     | Hauptdolomit                                                                                                                     |
| Karnische Stufe  | Normalprofil { Tonige Kalke mit <i>Ostrea montis capril.</i> Dolomite, Kalke Sandstein m. Pflanz. Rachwack. u. Dolom. Eisenschüssige Dol. Sandsteine m. Pfl. Hornsteinkalke | Braune Kalke, Schiefertone, Sandsteine, Rauchwaken, Gips                                                         | braune, bituminöse Kalke und Dolomite, Gips, Sandstein, Rauchwacke                                                               |
| Ladinische Stufe | Wettersteinkalk u. Dolomit<br>Dunkle Mergel<br>Dunkle Kalke mit Hornstein } Partnachschichten                                                                               | Wettersteinkalk und Dolomit<br>Braune Kalke u. schwarze Mergel der Partnachsch. mit <i>Koninckina Leonardi</i>   | Wettersteinkalk und Dolomit<br>Dunkle Kalke mit Tongallen m. <i>Kon. Leonardi</i> . In den tief. Lagen Merg. } Partnachschichten |
| Muschelkalk      | Muschelkalk { Hornsteinkalke<br>Blauschwarze Kalke mit Brachiopoden<br>Dunkle dünnbank. Kalke                                                                               | Graue bituminöse Kalke mit Hornsteinausscheidungen                                                               | Muschelkalk                                                                                                                      |
| Buntsandstein    |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                  |                                                                                                                                  |

| Heimgarten-Herzogstand<br>(KNAUER)                            | Benediktenwand<br>(AIGNER)                                                                                                                                                                                                      | Berge zwischen Spitzingsee und Schliers.<br>(DACQUE)                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cenoman                                                       | Cenoman-Mergelschiefer, v. dünnen Kalken durchzog. darüb.; zuckerkörn. Kalk usw. (Nur am Nordr. d. Gebirg.)                                                                                                                     | Cenoman-Konglomerat (nur im nördlichsten Teil)                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                    |
| Aptychen- oder Wetzsteinschichten                             | Aptychenschichten (Weiße und hellgraue Kalke mit roten Varietäten; viele Hornsteineinlagerungen)                                                                                                                                | Hellgraue plattige Kalke des Neokom, wechselnd mit feinen konglomeratischen Bänken (nur in der nördl. Zone)                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                    |
| Fleckenmerg. des Dogger?                                      | Rotbraune Kalke (= Hohen-schwangauer Alpen)                                                                                                                                                                                     | Aptychen - Kalke u. Hornsteine (sogen. Wetzstein- od. Mangankieselschiefer Graue, rote, knollige bioflaserige Kalke wahrsch. Acanth. Sch.-                                                                                                                                           | Kieselige Aptych. Kalke u. Hornst.                                                                                                 |
| Hierlatz- Sponkalke-gienkalke<br>Unterlias = $\alpha + \beta$ | Kiesel- o. Spongitenk. graue und graubraune Kalke, in den ob. Lagen mit Hornst. Weißlichgraue Kieselkalke und weißliche Krinoidenkalke                                                                                          | $\zeta$ Hellgraue Mergelschiefer, z. T. Fleckenmergel; helle oder graue z. T. oolithische Kalke<br>$\gamma$ Schw. u. bläul. Kiesel Kalke, Hornst. u. Mergel<br>$\alpha$ u. $\beta$ graublau u. graugrünl. Fleckenmergel<br>$\alpha$ unt. Lage. Rote, knoll. Liaskalke, überg. in Rät | Süd. v. Spitzingsee<br>Gr. Kieselkalke<br>Wenig mächtige Fleckenmergel Kieselkalke (gr., rötlich)<br>Rötli. Kalke übergeh. in Rät. |
| Rätische Grenzkalke                                           | Weiße Kalke (Dachsteinkalk)                                                                                                                                                                                                     | Oberrätischer Kalk, stellenweise durch Dolomit vertreten.                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                    |
| Mergel, Mergelkalke usw. der Kössener Schichten               | Kössener Schichten { Mergel m. viel Versteinerung. und Kalke in Wechsellagerg.                                                                                                                                                  | Kössener { Kalke und Kalkmergel in Schichten { Wechsellager. Dolomit                                                                                                                                                                                                                 | Tonig-mergelige Schichten                                                                                                          |
| Plattenkalke                                                  | Plattenkalke, wenig vertreten                                                                                                                                                                                                   | Plattenkalk                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                    |
| Hauptdolomit                                                  | Hauptdolomit (an einer Stelle mit einer Lage von Asphalt-schiefern)                                                                                                                                                             | Hauptdolomit, in der Nähe d. Raibler Schichten sandig; als Einlagerung treten rote Tone auf.                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                    |
| Rauchwacke, Dolomit, Kalk, Sandstein, Mergel usw.             | Sandsteine, Dolomit, Rauchwacke, Kalk, Mergel, Gips                                                                                                                                                                             | Carditakalk, dunkel gefärbt, bituminös, mit Lagen von wettersteinartigem Charakter; dolomitische Kalke, Rauchwacken mit Gips; Sandsteine u. Mergel mit Cardita selten                                                                                                                |                                                                                                                                    |
| Wettersteinkalk                                               | Wettersteinkalk, fast ganz dolomit.<br><br>Partnachsichten (Mergel und Letten haben den Vorrang vor den Kalken; Mächtigkeit sehr schwankend)                                                                                    | —                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                    |
| c) {<br>b) {<br>a) {                                          | { Dünngeschichtete Kalke v. weißen Kalkspatadern u. graubr. Kalke von wulstigem Aussehen; Ammonitenhorizont<br>{ Lichtgraue Kalke; Brachiopodenhorizont<br>{ Plattige Kalke v. dunkl. Farbe, m. Hornsteinkn.; Gastropodenhoriz. | —                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                    |
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                 | Schlecht gebankte Kalke mit Kalzitadern Dunkelbraunschwarze Kalke mit <i>Terebratula vulgaris</i>                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                    |



|                     | Wendelsteingeblet<br>(FRAAS)                                                                              |                                                                             | Lechtaldecke<br>Farchanter Alpen<br>(HEIMBACH)            | Lechtaldecke bei<br>Ehrwald<br>(REIS)                                                                                                                                                | Inntaldecke am<br>Muttekopf<br>(AMPFERER)                                                                                                        |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obere<br>Kreide     | (Cenoman kommt vor, vgl. Söhle, 1896.)                                                                    |                                                                             |                                                           |                                                                                                                                                                                      | Gosau                                                                                                                                            |
| Untere<br>Kreide    |                                                                                                           |                                                                             |                                                           | Neokom (Graue<br>Mergelschiefer und<br>Kalke)                                                                                                                                        |                                                                                                                                                  |
| Malm                | Aptychenschiefer<br>Rote Crinoidenkalke<br>Hornsteinschichten                                             | Tithon                                                                      | Aptychen-<br>schichten                                    | Graue und rote Mer-<br>gel u. Kalkschiefer<br>Helle weiße dünn-<br>plattige Kalke<br>Graue, rot gespren-<br>kelte, aufwärts an<br>rotem Hornstein<br>reiche Schichten m.<br>Aptychen |                                                                                                                                                  |
| Dogger              |                                                                                                           |                                                                             |                                                           | ↑                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                  |
| Lias                | Rote Ammoni-<br>tenkalke }<br>Schwarze und gelbe<br>Kalke des Unterlias<br>(= Garlandschicht,<br>Winkler) | Oberer<br>u. mitt-<br>lerer<br>Lias<br><br>Im Kern der zen-<br>tralen Mulde | Mittellias<br>Brachiopoden<br>Kalke<br><br>Spongien-Kalke | Allgäuschichten<br><br>Graue Kieselkalke                                                                                                                                             | Fleckenmergel<br>Rote Schichten mit<br>Ammonit. u. Brachiop.<br>(Pentacrinusbank)<br>Graue massige Kalke<br>mit Hornstein (=<br>Hochfellenkalk?) |
| Rät                 | Dachsteinkalk                                                                                             |                                                                             | —                                                         |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                  |
|                     | Kössener Schichten                                                                                        |                                                                             | Kössener Schicht.                                         | Kössener Schichten                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                  |
|                     | Plattenkalk                                                                                               |                                                                             | Plattenkalk                                               | Plattenkalk                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                  |
| Norische<br>Stufe   | Hauptdolomit                                                                                              |                                                                             | Hauptdolomit                                              | Hauptdolomit                                                                                                                                                                         | Hauptdolomit                                                                                                                                     |
| Karnische<br>Stufe  | Kalke mit <i>Ostrea montis caprillis</i>                                                                  |                                                                             |                                                           |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                  |
|                     | Rauchwacken u. dolomit. Kalke                                                                             |                                                                             |                                                           |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                  |
|                     | Sandsteine u. tonige Bänke                                                                                |                                                                             |                                                           |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                  |
| Ladinische<br>Stufe | Wettersteinkalk mit <i>Kon. Leonhardi</i>                                                                 |                                                                             |                                                           |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                  |
|                     | Partnachschiefer                                                                                          |                                                                             |                                                           |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                  |
| Muschel-<br>kalk    | Oberer Muschelkalk                                                                                        |                                                                             |                                                           |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                  |
| Buntsand-<br>stein  |                                                                                                           |                                                                             |                                                           |                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                  |

| Inntaldecke<br>Mieminger Gebirge<br>(AMPFERER)                                         | Wetterstein-<br>scholle<br>(REIS) | Inntaldecke im<br>südl. Karwendel<br>(AMPFERER-<br>HAMMER)                                                                                                                        | Inntaldecke des<br>Karwendel, Ödkar-<br>Hochnissl<br>(AMPFERER) | Inntaldecke des<br>Stanserjochs<br>(AMPFERER) | Wettersteindecke am<br>Nordgehänge des Inntales<br>zwischen Innsbruck und Schwaz        |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                   |                                                                 |                                               |                                                                                         |
|                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                   |                                                                 |                                               | Buntgefärbte,<br>dünnbankige Mer-<br>gelkalke mit Ap-<br>tychen (gering<br>mächtig)     |
|                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                   |                                                                 |                                               |                                                                                         |
|                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                   |                                                                 |                                               | Fleckenmergel<br>Rote } Unterer<br>u. graue } Ober-<br>Kalke } Lias<br>Oberer<br>Unter- |
|                                                                                        |                                   |                                                                                                                                                                                   |                                                                 |                                               | Oberer<br>Dachsteinkalk<br><br>Kössener<br>Schichten<br><br>Plattenkalk                 |
| Hauptdolomit                                                                           | Hauptdolomit                      | Hauptdolomit                                                                                                                                                                      |                                                                 |                                               | Hauptdolomit                                                                            |
| Raibler Schichten                                                                      | Raibler Schichten                 | Raibler Schicht.<br>(mit gering. Faz.-<br>schwankungen)                                                                                                                           |                                                                 |                                               | Raibler Schicht.<br>(Sandsteine neben<br>Dolomiten sehr<br>entwickelt)                  |
| Wettersteinkalk<br>(mit an einzelnen Stellen<br>eingeschalteten<br>Partnachschiechten) | Wettersteinkalk                   | Wettersteinkalk<br>u. -Dolomit<br><br>Partnackkalk                                                                                                                                | Wettersteinkalk                                                 | Wettersteinkalk<br>u. -Dolomit                | Wettersteinkalk<br><br>Partnackkalk,<br>Dolomit und<br>Mergel                           |
| Muschelkalk                                                                            | Muschelkalk                       | Muschelkalk                                                                                                                                                                       | Muschelkalk                                                     | Muschelkalk                                   | Muschelkalk                                                                             |
|                                                                                        |                                   | lichtgrauer Kalk<br>dünn-schicht., horn-<br>steinreicher<br>Knollenkalk<br>lichte Kalke<br>schwarze Kalke<br>dunkle, dünnplat-<br>tige Kalke mit<br>Wülsten.<br>Ungeschicht. Kalk |                                                                 |                                               |                                                                                         |
|                                                                                        |                                   | Buntsandstein<br>und Haselgebirge                                                                                                                                                 | Buntsandstein                                                   | Buntsandstein<br>u. Salztön                   |                                                                                         |

|                  | Lechtaldecke nördlich des Karwendels (ROTHPLETZ) u. AMPFRER                                                                                                                                                                                                                                        | Sonnwendgebirge (WÄHNER)                                                       | Spitzstein bei Erl. Gliederung des Lias (SCHLOSSER).                                                                                                                  | Heuberg (Unterinntal) (SCHLOSSER)                                                                                  | Heuberg nördlichste Zone) (SCHLOSSER)   |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Obere Kreide     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Gosau                                                                          |                                                                                                                                                                       | Cenoman                                                                                                            | Cenoman ?                               |
| Untere Kreide    | Neokom; graue bis gelblich-weiße, dünngeschichtete bis schieferige weiche Kalkmergel                                                                                                                                                                                                               |                                                                                |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                    | Neokom                                  |
| Malm             | Helle Kalke, dickbankig mit Hornstein u. Bänken rötlich geflammten Kalkes<br>Hellgraue dünnplattige Kalkmergel mit Hornsteinlinsen<br>Rote, grüne, graue Hornsteinbänke<br>Rote knollige Kalke (Mittwald) mit <i>Aspidoc. acanthicum</i>                                                           | Aptychenkalk<br><br>Dünne-schichtete Hornsteink. Nerineenkalke, Hornsteinkalke | Jura-Hornstein                                                                                                                                                        | Tithon. Hornsteinkalk<br><br>Roter Acanthiuskalk<br>Hornsteinlagen                                                 | Aptychenschichten<br><br>Roter Jurakalk |
| Dogger           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Radiolariengesteine (Dünngeschicht. Hornsteine, Kieselmergel, Kiesel-tone)     |                                                                                                                                                                       | Wohlgeschichtete, z. T. oolith. Kalke, reich an Krinoid., z. T. Hornsteinkalk; Unt. Dogger                         | Fleckenmergel der Opalinuzone (α)       |
| Lias             | Oberliassische rote Knollenkalke u. tiefrote Mergelschiefer<br>Mittelliasische Krinoidenkalke mit <i>Ter. Aspasia</i><br>Bänke mit <i>Schlotheim. marmorea</i><br>Rote Kalke m. Arieten<br>Rote Kalke m. Angulaten<br>Rote harte Planorbis-Kalke<br>Rötliche graue u. gelbknollige Kalke m. Pecten | Ob. Lias<br><br>Roter Lias (Mittellias)<br><br>Weißer Unt. Lias                | Helle Kalke mit Limonitkongretionen d. Oberlias<br>Rote Kalke des Mittellias<br>Roter Arietenkalk mit <i>Ar. rotiformis</i><br>Buntgef. Kalke<br>Gelbe und rote Kalke | Braunroter Kalk des mittler. Lias<br><br>Dunkelgraue Kalke des Lias<br>Buntgef. Kalke wahrscheinlich Angulatenlias | Fleckenmergel<br><br>Angulatenliaskalk  |
| Rät              | Oberer Dachsteinkalk in sehr beschränkter Verbreitung<br><br>Tonige Mergel, kalkige Mergel, Kalke der Kössener Schichten<br><br>Plattenkalk                                                                                                                                                        | Riffkalk (=O. Dachsteinkalk)<br><br>Kössener Schicht.<br><br>Plattenkalk       | Dachsteinkalk                                                                                                                                                         | Dachsteinkalk<br><br>Mergel der Köss. Schichten<br><br>Plattenkalk                                                 | ?<br><br>Plattenkalk                    |
| Norische Stufe   | Hauptdolomit                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Hauptdolomit                                                                   |                                                                                                                                                                       | Hauptdolomit                                                                                                       | Hauptdolomit                            |
| Karnische Stufe  | Raibler Schichten                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                    | Raibler Rauchwacken                     |
| Ladinische Stufe |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                    |                                         |
| Muschelkalk      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                    |                                         |
| Buntsandstein    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                |                                                                                                                                                                       |                                                                                                                    |                                         |

| Laubenstein<br>(Finkelstein)                                                                                                     | Gebiete der Kampenwand                                          |                                                                                                                         | Ruhpolding                                    |                                                                                            | Kaisergebirge<br>(Lœuchs)                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                  | Kampenwand                                                      | Basales Gebirge (Broll)                                                                                                 | Wetterstein<br>Schubmasse                     | Randzone                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Cenoman (Mergel mit Pflanzen; Kalke mit <i>Orbit. concava</i> ; Konglomerate u. Breccien)                                        |                                                                 | Cenomankonglomerat, Breccien, Sandsteinmerg.                                                                            |                                               | Konglomerate mit exot. Geröllen (Gosau?)<br>Konglomerate Kalksandsteine u. Mergel, Cenoman |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Graue splitterige Fleckenmergel des Neokom                                                                                       |                                                                 | Neokomkalke mit Hornsteineinschlüssen (ohne scharfe Grenze nach unt.)                                                   |                                               | Fleckenmergel des Neokom                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Aptychenkalk u. Mergel                                                                                                           |                                                                 | Aptychenschichten                                                                                                       |                                               |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Hornsteinoolith des Malm                                                                                                         |                                                                 |                                                                                                                         |                                               |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Graue bis braune, selten rötliche Oolithe des mittleren Dogger                                                                   |                                                                 | Krinoidenkalke (Dogger?)                                                                                                |                                               | Oolithe des mittl. Dogger<br>Rote u. weißgesprengelte Krinoidenkalke (unt. Dogger)         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Rot- und weißgesprengelte Krinoidenkalke d. unteren Dogger                                                                       |                                                                 |                                                                                                                         |                                               |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Krinoidenmarmore (Hirlatzschichten)<br>Graue und weiße Kieselkalke des Lias α ( <i>Schlot. angulata</i> )                        |                                                                 | Fleckenmergel u. Fleckenkalk, nach oben mit zahlreichen Kieselausscheidungen<br><br>Krinoidenkalk<br>Kalke mit Bivalven |                                               | Fleckenmergel                                                                              | Fleckenmergel<br>Roter Liaskalk                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Dachsteinkalk<br><i>Kössener Sch.</i><br>Plattenkalk (hier dünngeschichtete Kalke von heller Farbe u. wechselndem Mergelgehalt.) |                                                                 | Oberrätischer Kalk (fast nicht vom Lias zu trennen)<br><br>Kössener Schichten<br>Plattenkalk u. Plattendolomit          | Kössener Sch.<br>Plattendolomit alt           | Kössener Sch.                                                                              | Kössener Schichten } Tonige Mergel (oben)<br>} Graue tonige Kalke(unten)<br>Plattenkalk (Grenze gegen das Liegende nicht scharf)                                                                                                                                                                    |
| Hauptdolomit                                                                                                                     | Hauptdolomit                                                    | Hauptdolomit (an ein. Stelle mit Einlagerung von Seefelder Schiefer im oberen Teil)                                     | Hauptdolomit                                  |                                                                                            | Hauptdolomit                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Raibler Schichten (als schmales Band; dünnplattigmergellige Kalke, Schiefertone, dolom. Rauchwacke)                              | Raibler Schichten                                               | Raibler Schichten (scharfer Gesteinswechsel; besond. Mergel u. Sandsteine, dann Rauchwacke)                             | Kalke, Dolomite, Mergel, Sandst., Oolithe     | Rauchwacken in mächtiger Entfaltung                                                        | Kalkige, sandige, z. T. schieferige Mergel; dunkelgraue Kalke; Sandsteine; Rauchwacken; helle Kalke und Dolomite                                                                                                                                                                                    |
| Wettersteinkalk                                                                                                                  | Wettersteindolomit Letten u. Mergel der Partnachschicht.        | Wettersteindolomit                                                                                                      | Wettersteinkalk                               |                                                                                            | Wettersteinkalk                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Muschelkalk (harte, schwarze bis dunkelbr., weiß geäderte, bituminöse Kalke, mit lokalen Dolomiten)                              | Muschelkalk (kalkig entwickelt, nach oben Kieselausscheidungen) |                                                                                                                         | Dolomit<br><br>dunkle Kalke<br><br>Rauchwacke |                                                                                            | Nach ob. heller werdende K. Graue, knoll. Kalke mit Hornstein<br>Dunkelgraue Kalke<br>Nach ob. hell. werd. Kalke Graue Hornsteinkalke Graue Kalke m. Wurstelbänk. Kalke mit Kieselausscheidg. Kalkmergel<br>Myophorienschichten (Rauchwack., graue Kalke, dolomitische Breccie, brecciöse Dolomite) |
|                                                                                                                                  |                                                                 |                                                                                                                         | Werfener Sch. (grüne sandige Schiefer)        |                                                                                            | Buntsandstein (rote, auch grüne und weiße Quarzsandsteine und dunkelrote Letten; an der Basis ein Grundkonglomerat oder ein. Breccie aus Grauwackengest.)                                                                                                                                           |

|                  | Loferer u. Leoganger Steinberge (Böse)                | Kammerker-Sonntagshorngruppe (F. HANN)                                                                                 |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                        | Gebiet der mittleren                                                                                                                        |                                                                         |
|------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                                       | Berchtesgadener Entw.                                                                                                  | Übergangsfaz.                                                                                       | Bayrische Faz.                                                                                                                                                                                         | „Tirol. Fazies“                                                                                                                             | „Vorzone“                                                               |
| Obere Kreide     |                                                       |                                                                                                                        |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |                                                                         |
| Untere Kreide    |                                                       |                                                                                                                        | Neokommargel                                                                                        | Neokommargel                                                                                                                                                                                           | Roßfeldschichten Schrammbachschichten                                                                                                       |                                                                         |
| Malm             |                                                       |                                                                                                                        | Oberalmer Sch. Radiolarit                                                                           | Oberalmer Sch. Radiolarit Dogger (?)                                                                                                                                                                   | Bunte Aptychenschichten des Tithon Oberalmer Sch.                                                                                           |                                                                         |
| Dogger           |                                                       |                                                                                                                        |                                                                                                     | ↑                                                                                                                                                                                                      | ↓<br>Radiolarit des Dogger                                                                                                                  |                                                                         |
| Lias             |                                                       | Hierlatzkalke der Reiteralm                                                                                            | Adnether Sch. Kieselknollenkalke<br>Graue Lamellibranch. Kalke (Fortsetzung d. Köss. Sedimentation) | des oberen Lias Kalke mit <i>Pos. Bronni</i><br>{ Adnether u. bunte Cephalopodenkalke<br>Muschelbank d. untersten Lias (Z. d. <i>Psil. calyphyllum</i> ); Gestein ganz vom Charakter des Hierlatzkalke | Schwarzer Lias, ε bis Unterdogg. ?<br><br>Roter u. grauer Lias } δ bis α                                                                    | Hierlatzkalk                                                            |
| Rät              |                                                       |                                                                                                                        | Riffkalk<br><br>buntes Rät                                                                          | Riffkalk<br><br>Kössener Sch.<br><br>Plattenkalk                                                                                                                                                       | Dachsteinkalk m. Starhemberg. Zwischenlagen                                                                                                 |                                                                         |
| Norische Stufe   | Dachsteinkalk                                         | Dachsteinkalk des Reiteralm-typus<br><i>Pedakalk</i>                                                                   | Dachsteinkalk des Lärchkogel-typus<br>Loferer Sch.<br>Dachsteindolomit                              | Hauptdolomit                                                                                                                                                                                           | Dachsteinkalk (z. T. sich heteropisch vertretend) Dachsteindolomit                                                                          | Lärchkogelkalk-Dachsteinkalk Loferer Schichten                          |
| Karnische Stufe  | Dolomit<br>Raibler Dolomit<br><br>Carditaoolithe etc. | Dolomite der karn. Stufe, z. T. mit Hornstein; lichtbunt; in ihrem Gefolge treten Halobienkalke (Hallstätterkalk) auf. | Raibler Dolomite                                                                                    |                                                                                                                                                                                                        | Raibler Dolomit, stellenweise mit Einschaltung von schwarzen Kalcken (Carditaschicht.), stellenweise Unterlagerung durch Reingrab. Schiefer | Hallstätter Dolomit (Ramsaudolomit mit Linsen von karn. Hallstätterkalk |
| Ladinische Stufe | Ramsaudolomit                                         | Ramsaudolomit                                                                                                          |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                        | Ramsaudolomit                                                                                                                               | Ramsaudolomit                                                           |
| Muschelkalk      | Muschelkalk                                           | Ramsaudolomit<br><br>Reichenhaller Dolomit (plattige, grauschwarze Dolomite mit vereinzelt Hornsteinkauern)            |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |                                                                         |
| Buntsandstein    | Buntsandstein                                         | Werfener Schichten u. Haselgebirge                                                                                     |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |                                                                         |

| Saalach<br>(H. HAEN)<br>Berchtesgad. Faz.                                                      | Watzmann-<br>Wimbachtal<br>(BÖSE)                                                           | Saalfelden-<br>Steinern. Meer<br>(BÖSE, HAEN)                                                                                                                                        | Mitterberg<br>übergos.<br>Alter<br>(BÖSE)                | Blünbachtal<br>(FUGGER)<br>(KRAFT, ROSENBERG)                                                                                                                          | Göll<br>(FUGGER)                                                                 | Lattengebirge<br>(LEBLING)                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                |                                                                                             |                                                                                                                                                                                      |                                                          |                                                                                                                                                                        |                                                                                  | Gosau                                                                                          |
|                                                                                                |                                                                                             |                                                                                                                                                                                      |                                                          | Radiolarien-<br>Hornstein                                                                                                                                              |                                                                                  |                                                                                                |
| Hierlatzkalk                                                                                   | ↑ ?<br>Dunkelgraue<br>Mergel-<br>schiefer<br>Knollige rote<br>Kalke der<br>Adnether<br>Sch. | Roter Liaskalk                                                                                                                                                                       |                                                          | Lias der Kratzalpe<br>Konglomerate<br>Dünnpaltige<br>Sandsteine<br>Kalkbreccien<br>Kieselige Kalke<br>Rote Ceph.-Kalke<br>des Mittelias<br>Hierlatzkalk<br>Liasbreccie | Oberlias ?<br>Hierlatzlias                                                       |                                                                                                |
|                                                                                                | ↑ ?                                                                                         | ↑<br>Rätische<br>Dachsteinkalke                                                                                                                                                      | ↑ ?                                                      |                                                                                                                                                                        | Rätischer<br>Dachstein-<br>kalk mit An-<br>deutungen v.<br>Kössener<br>Schichten | ↑                                                                                              |
| Dachsteinkalk v.<br>Reiferalmtypus<br>mit seltenen Ein-<br>schaltungen von<br>Hallstätter Kalk | Dachstein-<br>kalk                                                                          | Dachsteinkalk<br><br>Dachsteindolomit                                                                                                                                                | Dachstein-<br>kalk                                       | Dachsteinkalk<br>mit Einlagerung<br>von Hallstätter<br>Kalk                                                                                                            | Dachstein-<br>kalk                                                               | Dachstein-<br>kalk<br><br>Dachstein-<br>dolomit                                                |
| „Ramsau“<br>Dolomit. mit<br>Linsen v. Hall-<br>stätter Gesteinen                               | Dolomit<br>Schwarze<br>Kalke und<br>schwarze<br>Schiefer der<br>Cardita-<br>Schichten       | Dolomit<br>Cardita-Oolithe<br>Halobienschiefer                                                                                                                                       | Dolomit<br>Cardita-<br>Oolithe und<br>Mergel             | Dolomit<br>Kalke und<br>Schiefer                                                                                                                                       | ?                                                                                | Dolomit<br>Cardita-<br>Schichten                                                               |
|                                                                                                | Ramsau-<br>dolomit                                                                          | Ramsaudolomit                                                                                                                                                                        | Ramsau-<br>dolomit                                       | Reiflinger<br>Kalk<br><br>Ramsaudolomit                                                                                                                                | Unterer<br>Dolomit                                                               | Ramsau-<br>dolomit                                                                             |
| Reichenhaller<br>Dolomit                                                                       | ↓ ?<br>Schwarze<br>Kalke des<br>Muschel-<br>kalks, häuf.<br>mit Rauch-<br>wacken            | „Schreieralm“<br>Kalke<br>Dunkle kieselige<br>Kalke vom Aus-<br>sehen der Reif-<br>linger Kalke,<br>Helle Kalke<br>Guttensteiner Do-<br>mit und Kalk<br>Reichenhaller<br>Rauchwacken | ↓ ?<br>Reichenhaller<br>Dolomit<br>Reichenhaller<br>Kalk | ↓<br>Guttensteiner<br>Kalk (mit Einla-<br>gerung v. Schiefer)                                                                                                          | ↓<br>?                                                                           | ↓                                                                                              |
| Werfener Schicht.                                                                              |                                                                                             | Werfener Sch.                                                                                                                                                                        | Werfener Sch.                                            | Werfener Schicht.<br>mit Gips                                                                                                                                          | Werfener<br>Sch.                                                                 | Obere Werfener Sch.<br>(kalkig) und Hasel-<br>gebirge<br>Unt. Werfener Sch.<br>(Rote Schiefer) |

|                    | Hallstätter Decke bei Hallein                                                                                      | Hallstätter Decke des Gamsfeldgebietes (SPENGLER)                                                                        | Dachsteindecke des Gamsfeldes (SPENGLER)    | Grimming (STUR, REDLICH)       | Dachsteingruppe (MOJSISOVICS)                    |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|
| Obere Kreide       |                                                                                                                    | Gosau                                                                                                                    | Gosau                                       |                                |                                                  |
| Untere Kreide      |                                                                                                                    |                                                                                                                          |                                             |                                |                                                  |
| Malm               |                                                                                                                    |                                                                                                                          |                                             |                                |                                                  |
| Dogger             |                                                                                                                    |                                                                                                                          |                                             |                                | Klauskalke<br>Doggerkiesel-<br>schiefer          |
| Lias               |                                                                                                                    |                                                                                                                          |                                             | Hierlatzkalk                   | Kalk des mitt-<br>leren Lias<br><br>Hierlatzkalk |
| Rät                |                                                                                                                    |                                                                                                                          |                                             | ↑ ?                            | ↑ ?                                              |
| Norische Stufe     | Hallstätter Kalk                                                                                                   | Pötschenkalke<br>Graue, ungeschichtete<br>Kalke mit <i>Mon. salinaria</i><br>Grellrote oder weiße<br>unternorische Kalke | Dachsteinkalk<br><br>Dolomit (800 m)        | Dachsteinkalk<br>u. Riffkalk   | Dachsteinkalk                                    |
| Karnische Stufe    | Hallstätter Kalk<br><br>Draxlehnerkalke                                                                            |                                                                                                                          | Dolomit ?<br>Cardita-Oolithe,<br>Sandsteine | Cardita-Sch. ?                 | ?                                                |
| Ladinische Stufe   |                                                                                                                    | Hellgraue bis weiße<br>Dolomite, vom Ramsaudolomit nicht<br>unterscheidbar                                               | Ramsaudolomit                               | Wetterstein-<br>dolomit        | Ramsaudolomit                                    |
| Muschelkalk        | Muschelkalk des<br>Lärcheck (= Schrey-<br>eralm Schichten)<br>Ziller Kalk (rein<br>weißer Kalk; Alter<br>fraglich) | Guttensteiner Kalk<br>u. Dolomit                                                                                         | ↓                                           | ↓<br><br>Guttensteiner<br>Kalk | ?                                                |
| Buntsand-<br>stein | Haselgebirge                                                                                                       | Werfener Schichten<br>u. Haselgebirge                                                                                    | Werfener Schichten<br>u. Haselgebirge       | Werfener Schicht.              | Werfener Schicht.                                |

| Sarstein<br>(KIRTEL)                      | Gaisberg, Maierhofberg,<br>Schwarzer Berg, Elsbether<br>Fager<br>(FUGGER)                                                                                          | Osterhorngruppe<br>(Suess u.<br>Mojsisovics)                                                                                                                                                                                                  | Schafberggruppe (SPENGLER)                                                          |                      |                                      |                                   |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
|                                           |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               | Schafbergsynklinale                                                                 |                      | Schwarzensee und<br>St. Wolfgangsee  |                                   |
|                                           |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               | Nord-<br>schenkel                                                                   | Süd-<br>schenkel     | Vormauer<br>Synkl.                   | St. Gilge-<br>ner Synkl.<br>Gosau |
|                                           |                                                                                                                                                                    | Neokommergel<br>(Weißenbachtal)                                                                                                                                                                                                               |                                                                                     |                      |                                      |                                   |
| Obere Malm-<br>Kalke<br>Oberalmsschichten | Oberalmer Sch.<br>Kalke des Horn-<br>steinjura                                                                                                                     | Kalkschiefer und<br>Kalke mit Hornstein<br>= Oberalmer Schicht.<br>(Übergang zum Lie-<br>genden!)                                                                                                                                             |                                                                                     |                      | Plassenkalk<br>(Unterfithon)         |                                   |
| Hornstein des<br>Dogger?                  |                                                                                                                                                                    | Konglomerate u.<br>Kalksteine, Kiesel-<br>schiefer<br>Fleckenmergel des<br>unteren Dogger                                                                                                                                                     | Radiolarite des<br>Dogger                                                           |                      |                                      |                                   |
|                                           | Adnether Kalk mit <i>Amm.<br/>margaritatus</i><br><br>Fleckenmergel mit<br><i>Ar. raricostatus</i><br><br>{ Hornsteinkalk, Mergel<br>und Kalk der Pylonot.<br>Sch. | Fleckenmergel des<br>Oberlias                                                                                                                                                                                                                 | Rote Cephalopoden-<br>kalke des Mittellias                                          |                      | graue<br>Brachi-<br>opoden-<br>kalke | Hier-<br>litzkalk                 |
|                                           |                                                                                                                                                                    | Adnether Schichten<br>(Mittellias u. Oberer<br>Unterlias)<br><br>Krinoidenkalke ( <i>P.<br/>tuberc.</i> )<br>Enzensfelder Kalk<br>( <i>Amm. Bucklandi</i> )<br><br>Kalke { <i>Amm. angul.</i><br><i>Amm. planorb.</i>                         | Hierlitzkalke<br>(Ob. Unterlias)                                                    |                      |                                      |                                   |
|                                           |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               | „Dach-<br>steinkalk“                                                                | Spongien-Kieselkalke |                                      |                                   |
|                                           | Kössener Sch.                                                                                                                                                      | Schiefer, Mergelkalke<br>usw.<br>(Salzburger Fazies)<br>Dunkle Kalke mit<br>schieferigen Zwischen-<br>lagen<br>(Kössener Fazies)<br>Hauptlithodendron-<br>kalk<br>Köss. Sch. { Karpath.<br>Fazies<br>Lichte<br>Kalke<br>Schwäbi-<br>sche Faz. | Kössener Schichten                                                                  |                      |                                      |                                   |
|                                           | Rätkalke                                                                                                                                                           | Plattenkalk                                                                                                                                                                                                                                   | Dach-<br>steinkalk                                                                  | Plattenkalk          |                                      |                                   |
| Dachsteinkalk                             | Hauptdolomit an einzelnen<br>Punkten bituminös und<br>asphaltartig)                                                                                                | Hauptdolomit                                                                                                                                                                                                                                  | Hauptdolomit                                                                        |                      |                                      |                                   |
| ?                                         |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               | Cardita-Schichten { Opponitzer Kalk<br>Oolithe<br>Dolomit u. dol. Kalk<br>Sandstein |                      |                                      |                                   |
| Ramsaudolomit                             |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               | Wettersteindolomit<br>(gleich dem Ramsaudol.)<br>Wettersteinkalk                    |                      |                                      |                                   |
| Guttensteiner<br>Kalk                     |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                     |                      |                                      |                                   |
| Werfener Sch.                             |                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                     |                      |                                      |                                   |



|                     | Höllengebirge<br>(v. P <sub>1A</sub> )              | Langbath-<br>scholle<br>(v. P <sub>1A</sub> )                                                                                              | Amelsplan-<br>Zwillingskogel<br>(G <sub>EYER</sub> )                                                       | Kremsmauer-<br>Windhagberg-<br>Grünau<br>(G <sub>EYER</sub> ) | Hochsalmmulde<br>(G <sub>EYER</sub> )                                                | Synklinale der<br>Gradenalpe<br>(G <sub>EYER</sub> )                                               |
|---------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obere<br>Kreide     | Gosau                                               | Gosaubreccie<br>(eventuell<br>Cenoman)                                                                                                     | Gosau                                                                                                      | Gosau (Kalksand-<br>steine, Sandsteine,<br>Mergelkalke)       |                                                                                      | Flyschsandstein<br>(Oberkreide)                                                                    |
| Untere<br>Kreide    |                                                     | Neokom                                                                                                                                     |                                                                                                            |                                                               | Neokomflecken-<br>mergel<br>Neokom-Apty-<br>chenkalke mit<br>Hornstein               | Neokomflecken-<br>mergel                                                                           |
| Malm                |                                                     | fragl. ober. Malm<br>{ Rote Krino-<br>idenkalke<br>Rote Kalke<br>mit Hornstein<br>Knollenkalke<br>mit Belem-<br>niten und<br>Aptychen etc. |                                                                                                            |                                                               | Roter flaseriger<br>Tithonkalk<br><br>Kieselkalke<br>(Alter?)                        | Tithonflaserkalk                                                                                   |
| Dogger              |                                                     |                                                                                                                                            |                                                                                                            |                                                               | Knollige, von<br>Manganrinden<br>durchwobene<br>Klauskalke (nur<br>lokal entwickelt) | Braune u. rote Krino-<br>nidenkalke =<br>Vils<br>Rote Breccien-<br>kalke mit Horn-<br>stein<br>↓ ? |
| Lias                | Liaskalk                                            | Hierlatzkalk                                                                                                                               |                                                                                                            |                                                               | Hierlatzkalke                                                                        | Hierlatzkalke                                                                                      |
| Rät                 | Rät<br><br>Plattenkalk                              | Kössener Sch.<br><br>Plattenkalk                                                                                                           |                                                                                                            |                                                               | Korallenkalk u.<br>dunkelgraue<br>Rätkalke<br><br>Plattenkalk                        | Oberer Dachstein-<br>kalk, Kössener<br>Kalk u. Mergel<br><br>Plattenkalk                           |
| Norische<br>Stufe   | Haupt-<br>dolomit                                   | Haupt-<br>dolomit                                                                                                                          | Hauptdolomit                                                                                               | Hauptdolomit                                                  | Hauptdolomit                                                                         | Hauptdolomit                                                                                       |
| Karnische<br>Stufe  | Cardita-<br>Sch. (Lunzer<br>Sandst. usw.)           |                                                                                                                                            | Lunzer Sandstein                                                                                           | Lunzer Schichten                                              |                                                                                      |                                                                                                    |
| Ladinische<br>Stufe | Wetterstein-<br>dolomit<br><br>Wetterstein-<br>kalk |                                                                                                                                            | Wettersteinkalk<br><br>↑ ?                                                                                 | Reiflinger<br>Kalk<br><br>Wettersteinkalk<br><br>↑            |                                                                                      |                                                                                                    |
| Muschel-<br>kalk    |                                                     |                                                                                                                                            | Grauer plattiger,<br>hornsteinführend.<br>Reiflinger Kalk<br>Guttensteiner<br>Kalke mit Dolo-<br>mitbänken | Reiflinger Kalk<br><br>Guttensteiner<br>Kalk                  |                                                                                      |                                                                                                    |
| Buntsand-<br>stein  |                                                     |                                                                                                                                            | Werfener Schicht.<br>Haselgebirge füh-<br>rend                                                             | Werfener mit<br>Haselgebirge u.<br>rotem Gips                 |                                                                                      |                                                                                                    |

| Synklinale des Hirschwaldsteins (GEYER)                         | Terrain nördlich vom Sengengeb. (GEYER)                                                                     | Synklinale des Schobersteins (GEYER)                   | Synklinale der Rinnersbergklamm bei Leonstein (GEYER)                                                    | Zwischen Weyer und Pechgraben<br>Alpine Randketten                                                         | Subalpine Entwicklung (GEYER)                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | Oberkreidesandstein v. Flyschtypus                                                                          |                                                        |                                                                                                          | Oberkreidesandstein und Mergelschiefer in Flyschfazies, an der Basis Konglomerate mit ortsfremden Geröllen |                                                                                                                                                                                            |
| Fleckenmergel u. Aptychenkalke (meist mit Hornstein)            | Neokommergel mit <i>Aptychus Didayi</i>                                                                     | Neokommergel                                           | Neokomfleckenmergel                                                                                      | Graue Neokommergel<br>Weiße Neokom-Aptychenkalke                                                           | Aptychenkalke u. Mergelkalke                                                                                                                                                               |
| Tithonflaserkalk                                                | Tithonflaserkalk<br><br>Jurass. Hornsteinkalk<br><br>Roter Kieselkalk (Alter?)                              | Tithonflaserkalk<br><br>Weiße u. rote Jurakalke        | Roter Tithonflaserkalk<br><br>Oberjurakalke<br><br>Oberjurassische Hornsteinkalke                        | Rote flaserige Diphynkalke des Tithon<br><br>Hornsteinkalke                                                | Rotbraune Tithonmergelkalke (lokal), weißer Stramberger Kalke<br><br>Weiße konglomeratische Malmkalke der Acanthicusschichten                                                              |
| Hellrote Krinoidenkalke der Vilser Schichten<br><br>Kieselkalk? | Rote Kalke mit <i>Ter. vilsensis</i><br><br>Roter knolliger Klauskalk (in übergreif. Lagerung auch auf Rät) | Graue kieselige Krinoidenkalke mit Vilser Brachlopoden |                                                                                                          | Lichte, meist rötliche Vilser Krinoidenkalke<br><br>Hornsteinkalke                                         | Mergelschiefer mit einer Cephalopodenfauna des Kelloway und mit <i>Posidonia alpina</i> Dünnschichtige Mergelschiefer mit <i>Amm. Humphresianus</i> <i>Harpoceras Murchisonae opalinum</i> |
| Fleckenmergel<br><br>Adnether Kalke mit <i>Ar. raricostatus</i> | Hierlatzkrinoidenkalk, z. T. Krinoidenbreccie<br><br>Rätkalke u. Kössener Schichten                         |                                                        |                                                                                                          | Liasfleckenmergel                                                                                          | Dünnschichtige Mergelschiefer mit <i>Posidonia Bronni</i> (α) Fleckenmergel (mittel lias. und β)<br><br>Kohlenführende Arkosen, Sandsteine u. Mergel der Grestener Schichten               |
| Oberer Dachsteinkalk u. dunkler Rätalk<br><br>Plattenkalk       | Rätkalke u. Kössener Schichten                                                                              | Kössener Schicht.                                      | Helle Kalke (= oberer Dachsteinkalk, vielleicht a. noch Lias) Muschelbreccie mit <i>Gervilia inflata</i> | Mergelig-schieferige Kössener Schichten mit einzelnen Korallenbänken<br><br>Plattenkalk                    | Mergel u. Mergelkalke des Rät                                                                                                                                                              |
| Hauptdolomit                                                    | Hauptdolomit                                                                                                | Hauptdolomit                                           | Hauptdolomit                                                                                             | Hauptdolomit                                                                                               | Hauptdolomit                                                                                                                                                                               |
|                                                                 | Opponitzer Kalk<br>Lunzer Schichten                                                                         |                                                        |                                                                                                          |                                                                                                            |                                                                                                                                                                                            |
|                                                                 | Wettersteinkalk                                                                                             |                                                        |                                                                                                          |                                                                                                            |                                                                                                                                                                                            |
|                                                                 |                                                                                                             |                                                        |                                                                                                          |                                                                                                            |                                                                                                                                                                                            |
|                                                                 |                                                                                                             |                                                        |                                                                                                          |                                                                                                            |                                                                                                                                                                                            |

|                  | Rabensteiner Zug<br>(BITTNER)                | Höllensteinzug (Serriz)                                                                        |                                                                                                              |                                                                                                         | Profil von Lunz<br>(BITTNER)                                 | Synklinale des Oisberges<br>(GEYER)                                                          |
|------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                  |                                              | Randantiklinale u. Liesingmulde                                                                | Höllenstein-antiklinale                                                                                      | Brühler Anti-<br>klinale                                                                                |                                                              |                                                                                              |
| Obere Kreide     |                                              |                                                                                                | Cenomanbreccie und Sandstein                                                                                 |                                                                                                         |                                                              |                                                                                              |
| Untere Kreide    | Neokomkalke u. Schiefer                      | Aptychenkalke u. Mergel                                                                        | Neokommergel u. Sandstein                                                                                    |                                                                                                         |                                                              | Mergel und Aptychenkalke                                                                     |
| Malm             | Bunter hornsteinreicher Jura                 |                                                                                                | Aptychenmergel des Tithon Sandig-kalkiger, hornsteinreicher Malm                                             |                                                                                                         |                                                              | Flaserig-tonige Kalke mit Hornstein = jurass. Aptychenkalk)                                  |
| Dogger           |                                              |                                                                                                | Bunte Jura Kalke (Malm u. Dogger)                                                                            |                                                                                                         |                                                              | Kieselkalke u. Kieselmergel m. Hornsteinlagen (Dogger ?)                                     |
| Lias             | Liasfleckenmergel<br><br>Grestener Schichten | Liasmergel mit Cardinien, vielfach v. Grestener Typus; flyschähnliche Sandsteine; Hierlatzkalk | Rote Cephalopodenkalke der jurass. Zone<br><br>Hierlatzkalk                                                  |                                                                                                         |                                                              | Brecciöse rote Kalke (Hierlatzkalk ?)                                                        |
| Rät              | Kössener Schichten                           | Rätkalke u. Mergel                                                                             | Rätkalke u. Mergel                                                                                           | Rätkalke u. Mergel                                                                                      |                                                              | Dickbankige graue Kalke (rät. Dachsteinkalk) Dolomitische, dünnbankige Kalke (= Plattenkalk) |
| Norische Stufe   | Hauptdolomit Rauchwacke                      | Hauptdolomit, meist d. Rauchwacken (tektonisch?) vertreten, mit „buntem Keuper“                | Hauptdolomit mit Zwischenlagen von gelben, grünlichen Schiefern; Dachsteinkalk                               | Hauptdolomit                                                                                            | Hauptdolomit                                                 | Hauptdolomit                                                                                 |
| Karnische Stufe  |                                              |                                                                                                | Opponitzer Niveau, rauchwackig-dolomitisch entwickelt Lunzer Sandstein mit Rauchwacken Reingrabener Schiefer | Opponitzer Kalk, gelegentlich mit Hornstein<br>Hangendsandstein<br>Reingrabener Schiefer<br>Aonschiefer | Opponitzer Kalk<br>Lunzer Sandstein<br>Reingrabener Schiefer |                                                                                              |
| Ladinische Stufe |                                              |                                                                                                | Reiflinger Kalk mit Partnachschichten<br>Reiflinger Kalk                                                     | Reiflinger Kalk                                                                                         | Reiflinger Kalk                                              |                                                                                              |
| Muschelkalk      |                                              |                                                                                                | ↓<br>Guttensteiner Kalk                                                                                      | ↓<br>Guttensteiner Kalk                                                                                 | ↓<br>Guttensteiner Kalk                                      |                                                                                              |
| Buntsandstein    |                                              |                                                                                                |                                                                                                              |                                                                                                         | Werfener mit Gips                                            |                                                                                              |

| Bosrucktunnel<br>(GEYER)                                                                                                                                               | Schneeberg<br>Rax<br>(GEYER) | Hohe Wand<br>(BITTNER)                                         | Gahns<br>(KOBEL)                                                                                   | Klippen von St. Veit bei Wien<br>(Girzenberg, Trazerberg, Roter Bg.)<br>(HOCHSTETTER U. TRAUTN)                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gosau                                                                                                                                                                  |                              | Gosau                                                          | Gosau                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                        |                              |                                                                |                                                                                                    | Weiß und graue Kalke, wechselnd mit von Fukoiden gefleckten Merg.                                                                                                                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                        |                              | Plassenkalk                                                    |                                                                                                    | Aptychenkalke, z. T. hornsteinführend                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                        |                              |                                                                |                                                                                                    | Vilser (Krinoidenkalk) Schichten? Harte, dichte, graue bis rötliche Kalke, z. T. mit Hornstein = Klauschichten (unteres Bathonien, die Zone der <i>Oppelia aspidioides</i> ist nicht nachgewiesen)<br>Graublau Kalke, gebankt mit dünnschichtigen Mergellagen = Bajocien |
|                                                                                                                                                                        |                              | Oberliaskalk<br>Fleckenmergel                                  |                                                                                                    | Fleckenmergel (wahrscheinlich Lias)<br>Arietenskalke, graue, dünnplatt-Kalke = <i>Ar. Bucklandi</i> = unt. Enzesfelder Sch.   Grauer Krinoidkalke, „Grestener Kalk“ Quarzsandst.-Mergel = Ober $\alpha + \beta$                                                          |
|                                                                                                                                                                        |                              | Rät in Starhemberger Fazies                                    |                                                                                                    | Dunkelgraue, z. T. braunplattige Kalke                                                                                                                                                                                                                                   |
| Hochgebirgskorallenkalk mit Einlagerung roter Kalke (Hallstätter Kalk u. Breccien); eventuell auch Vertretung der karn. Stufe                                          | Dachsteinkalk                | Hallstätter Kalk                                               | Grobgebankte, meist helle Hallstätter Kalke mit Hornstein                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ↓                                                                                                                                                                      | Carditaschichten             | Carditagessteine<br>Mergelschiefer<br>usw.<br>ReingrabeneSchr. | Dünngeschicht, meist schwarze Hallstätter Kalke mit Hornstein<br><i>Halobia rugosa</i><br>Schiefer |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Lichte Dolomite (Unterer Dolomit)                                                                                                                                      | Ramsaudolomit                | Ramsaudolomit                                                  | Wettersteinkalk<br>Unterer Dolomit                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Lokal dunkel plattige Kalke, dann knollig faserige Hornsteinalke oder rote Flaserkalke (= Draxlehner K.)<br>Schwarze oder dunkelgraue meist plattige Kalke u. Dolomite | ↓                            |                                                                | ↓                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                        |                              |                                                                | Guttensteiner Schichten                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Obere Werfener Sch.<br>Kalkiges Niveau<br>Dunkelgrüne Sandsteine und Schiefer<br>Konglomerate und Flaserbreccie (Verukano)                                             | Werfener Sch.                | Werfener Sch.                                                  | Werfener Schicht.                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                          |

gleich mächtige Lunzer Schichten; im anderen Fallen sind 200—300 m Wettersteinkalk unter wenig mächtigen Lunzer Schichten vorhanden. Im Höllensteinzug entwickeln sich die Partnachschiefer aus den obersten Reifflinger Kalken der Höllensteinantiklinale, indem die Fazies der Reingrabener Schiefer und Reifflingerkalke an der Grenze gewissermaßen wechsellagert.

Durch die Entwicklung der ladinischen Reifflinger Kalke ist die Lunzer Fazies (d. i. die Fazies der Kalkvoralpen Nieder- und Oberösterreichs) charakterisiert; diese Ausbildung der wohlgeschichteten Knollenkalke mit grünen, glaukonitischen Beschlägen auf den Schichtflächen, mit der Einschaltung von Mergeln in den höheren Teilen stimmt mit den südalpinen Buchensteiner Schichten überein; in dem Komplex der Reifflinger Knollenkalke sind Mergelkalke des Wengener Niveaus. Oft sind die Reifflingerkalke mit ihren tonigen Zwischenlagen förmliche Druckbreccien. — Der Wettersteinkalk tritt häufig (z. B. Nordtirol) in Verbindung mit Partnachschiefer, wobei diese das Liegende sind. Der Wettersteinkalk ist ein heller, mächtiger, meist deutlich gebankter, großoolithischer Kalk, der bes. im unteren Teil oft dolomitisch ist (z. B. Wetterstein); manchmal ist der obere Teil dolomitisch (Schafberg). Der Wettersteinkalk, der eine Diploporenbildung ist, ist in vielen Gebieten gipfelbildend. In der Berchtesgadener Fazies tritt der Ramsaudolomit auf, der eine Riffbildung ist, welche in das Anisische hinab- und in das Karnische hinaufreicht; vielfach ist er als tektonische Breccie entwickelt. Bemerkenswert ist die Reduktion des Ramsaudolomits im oberen Saalachgebiet und im Blühnbachtal, was durch eine Sedimentationslücke zu erklären ist<sup>25</sup>; das ist ein Anklang an bestimmte Verhältnisse in den Südalpen (Nachtrag S. 141). — Eine weitere Fazies der ladinischen Stufe sind die westlich von Imst-Sonnthofen herrschenden Arlbergschichten, d. i. eine Wechsellagerung von Kalken, Rauchwacken, Dolomiten, Sandsteinen, sandigen Schiefen, Ton- und Mergelschiefen, von welchen Kalke und Rauchwacken die wichtigsten Glieder sind und meist die ganze Mächtigkeit der Stufe einnehmen; doch ist oft auch Dolomit herrschend (Rätikon); häufig ist die Verbindung mit Partnachschiefer.

Die karnische Stufe (*Trachyceras Aonoides*, *Tropites subbullatus*) ist sehr verschieden in Umfang und Mächtigkeit ausgebildet. Es lassen sich, wenigstens im Osten der Kalkalpen, mehrere geographische Zonen unterscheiden; der nördliche Teil der Kalkalpen (Lunzer Fazies) zeigt im Osten Sandsteine mit Pflanzenresten in der unteren, Kalke in der oberen Abteilung; der westliche Teil der Kalkalpen zeigt eine ähnliche Entwicklung (Böses Bündner und oberbayrische Fazies), nur ist im oberen Teile der karnischen Stufe auf das Anschwellen des Meeres (Kalk) wieder ein Rückzug (Gips) erfolgt; die Berchtesgadener Fazies ist das Gebiet der Kalke und Dolomite; zwischen dieser und der Lunzer Fazies schwellen die Reingrabener Schiefer so an, daß sie bis zum oberen Kalkniveau (Z. d. *Tropites subbullatus*) reichen. Naturgemäß sind diese Fazies durch Übergänge verbunden.

In Vorarlberg sind Sandsteine mit Pflanzenresten, Mergel mit dünnbankigen Kalken, dunkelgraue Kalke und Dolomite, Gips und Rauchwacke vorhanden; vielfach ist die ganze Stufe durch Rauchwacken vertreten; charakteristisch ist die großoolithische Struktur der Kalke. — In Oberbayern und Nordtirol sind die unteren Carditaschichten (mit Einschlag von terrigenen Elementen) von den Torer Schichten (Kalke, Dolomite, Rauchwacke) zu trennen; im unteren Teil gibt es mit Sandsteinen verbundene Carditaoolithe, im oberen gibt es auch Konglomerate mit Komponenten aus Wettersteinkalk (Wettersteingebirge). In der bayrischen Randzone (tiefbajuvarisch) herrscht extrem litoraler Charakter (rascher Gesteinswechsel, Gips, Rauchwacken, Fehlen von Cephalopoden). In der Fazies der Lunzer Schichten lassen sich unterscheiden die Reingrabener Schiefer (*Halobia rugosa*), d. s. dunkle Schiefertone, in deren oberem Teil sich manchmal ein gering mächtiges Lager von dunklem Kalk einschaltet (Wandaukalk); an der Basis treten lokal die Trachyceraten führenden Aonschiefer auf, welche nicht den *Trach. Aon* führen; sie nehmen dieselbe labile Grenzstellung ein wie die Raibler Fischechiefer. Durch Wechsellagerung sind mit dem Reingrabener Schiefer die pflanzenführenden, stark terrigenen Einschlag zeigenden Seichtwasserbildungen der Lunzer Sandsteine hervor; in diesem Komplex ist (Lunzer Profil) zu unterscheiden: der mächtige Hauptsandstein, die nur am N-Rand der NO-

Kalkalpen entwickelte kohlenflözführende Region mit dem Hauptlager der Lunzer Pflanzen, der Hangendsandstein, mit Einschaltung von oolithischen Kalken. Über dem Lunzer Sandstein liegt der Opponitzer Kalk und Dolomit, in dessen untersten Lagen stellenweise Carditaoolithe vorkommen. — Zwischen der Lunzer Entwicklung und den eigentlichen Hochalpen tritt eine andere Fazies auf, welche sich in Reingrabener Schiefer und *Halobia rugosa*, Carditaoolithe mit *Cardita Gümbeli* und Opponitzer Kalk mit *Ostrea montis caprili* gliedert; beim Übergang der Reingrabener Fazies in die Kalkfazies findet man über den Reingrabener Schiefen graue oder grüngraue Knollenkalke, die Hüpflinger Kalke; es kann auch über einem mergeligen oder kalkigen Niveau ein oberer dolomitischer Horizont (= Torer Schichten) entwickelt sein. — In der eigentlichen Hochalpenzone des Ostens ist die karnische Stufe vielfach durch Ramsaudolomit vertreten, oder es kommen Einschaltungen von Carditagesteinen in diesen vor; es stellen diese (Carditaoolithe, pflanzenführende Sandsteine) eine heteropische Einlagerung im oberen Teile des Ramsaudolomits vor. (Nachtrag S. 141.)

Die norische Stufe (*Turbo solitarius*) wird durch den mächtigen, kristallinen, sehr hellen, klotzigen oder geschichteten Hauptdolomit (Bündner, oberbayrische, Lunzer Fazies) oder durch die gutgebankten Dachsteinkalke oder durch die undeutlich geschichteten oder schichtungslosen Hochgebirgskorallen- (Riff) Kalke vertreten. — Der Hauptdolomit ist häufig stark brecciös; in seinen tieferen Lagen befinden sich bes. im Westen bituminöse Einschaltungen; in einzelnen Regionen der Rhein-Inngruppe wird er in seinen liegenden Partien plattig und kalkig und führt Einschaltungen von Mergeln und Glanzschiefern, welche Asphalt führen; im Höllesteingebiet treten im Hauptdolomit gelbe, rote und rötliche fettige Schiefer und glimmerhaltige Sandsteine auf, welche an den bunten Keuper der Karpathen erinnern; rote Einlagerungen finden sich auch an andern Stellen (z. B. Schliersee). Zwischen Hauptdolomit und Dachsteinkalk gibt es langsame Übergänge. — Der Riffkalk findet sich an verschiedenen Stellen, Zwischenlagen eines grauen oder rötlichen Kalkes, der als Hallstätter Kalk erkannt worden ist (Untersberg, Göll, Übergossene Alpe); es handelt sich um Linsen von echten Hallstätter Gesteinen, deren Anordnung zu einer Decke wenigstens hier unmöglich ist; auch Einschaltungen von Zlambachschichten kommen im Riffkalk vor. Die Riffkalke haben eine bedeutende Ähnlichkeit mit den Hallstätter Kalken, so daß einzelne Vorkommen als Hallstätter Kalk oder Riffkalk angesprochen wurden (z. B. die Hohe Wand). Seitlicher Übergang zwischen Hallstätter Kalk und Riffkalk wurde in den südlichen Vorlagen des Toten Gebirges beobachtet; der splitterige Riffkalk geht in dichte, tonige Hallstätter Kalke über<sup>26</sup>. — Der Dachsteinkalk steht in innigen Beziehungen zu den „Korallenkalken“; er ist ein küstenfernes Sediment aus geringer Meerestiefe. Selten treten Hallstätter Kalke als Einschaltung in den Megalodontenkalken auf. Zwischen Riffkalk und Dachsteinkalk findet an der heteropischen Grenze ein zahnartiges Ineinandergreifen, ein allmählicher Übergang statt. Die obere Grenze ist schwer zu bestimmen<sup>27</sup>, da er an vielen Stellen in das Rät reicht, wobei kleine Faziesänderungen vorhanden sind; es finden sich in solchen Lagen die sogenannten Starhemberger Zwischenlagen; doch fehlt sicher das höhere Rät. — Im faziellen Schema steht die Berchtesgadener Fazies mit dem Dachsteinkalk der bayrisch-tirolischen Entwicklung mit dem Hauptdolomit scharf gegenüber; im Saalachgebiet gibt es eine Übergangsfazies, deren Aufstellung begründet ist durch das Auftreten von unternorischen Dolomiten, über welchen obenorische Dachsteinkalke liegen<sup>28</sup>. In der Warscheneckgruppe<sup>29</sup> herrschen ähnliche Verhältnisse; Dachsteinkalk ist nach unten mit Riffkalk, in derselben Weise an anderen Stellen der Gruppe mit Hauptdolomit durch Übergang und Wechsellagerung verbunden, wobei der Riffkalk in das karnische hinabreicht und daher auch keilförmig unter den Hauptdolomit greift. (Nachtrag S. 141.)

Das Rät ist in sehr vielen Teilen der Alpen als Kössener Schichten entwickelt. Berühmt ist das Profil der Osterhorngruppe<sup>30</sup>.

Es liegen da übereinander: 1. Plattenkalke; vorwiegende helle, plattige, z. T. bituminöse Kalke, an der Basis mit dolomitischen Lagen; 2. ein Komplex von dunklen Kalken und Mergeln, mit der Fauna des tiefsten Rät Schwabens, daher schwäbische Fazies; 3. lichtgraue Kalke mit Lithodendren und fossilreiche dunkle Kalke, die sogen. karpathische Fazies; 4. der Hauptlithodendrenkalk; 5. dann dunkle Kalke und dunkle Zwischenlagen; zu den Bivalven treten Brachiopoden hinzu, die Kössener Fazies; 6. Schiefer usw., gegen das Hangende Kalke mit *Choristoceras Marshi*, darüber in großen Exemplaren *Avicula Kössenensis* usw., welche das Niveau der Salzburger Fazies charakterisieren. 7. Lias. — Mit anderen, oft stark reduzierten Kössener Ausbildungen finden sich folgende gemeinsame Züge: a) die Bivalven treten zuerst auf; a) die Brachiopoden erst später; c) *Choristoceras* ist nur in der obersten Schichtgruppe vorhanden; ist diese in Dachsteinkalkfazies entwickelt, so fehlt das Cephalopodenniveau ganz. — Es ist aber festzustellen, daß die Zonen und Fazies des Osterhornprofils keine allgemeine Gültigkeit haben. „Nach dem Typus der Kössener Schichten des Osterhornprofils ist das Rät in jenem ganzen Gebiet östlich des Inn entwickelt, das annähernd im Süden durch die Linie Kufstein-Salzburg-Laufen begrenzt wird; ihm fällt zu: die nördliche Vorlage des Sengengebirges sowie das ganze Areal, das zwischen der Flyschgrenze im Norden und einer W-O verlaufenden Linie liegt, die geographisch durch die Punkte Weyer, Kienberg-Gamming, Frankenfels, Klein-Zell, Kaltenleutgeben zu fixieren ist.“ Hauptdolomit, selten Dachsteinkalk bildet die Unterlage, worauf plattige Kalke und dann das Rät liegen; östlich von Weyer werden die Plattenkalke seltener, die Kössener Schichten liegen gleich auf Hauptdolomit.

Westlich des Inn ist die Gliederung in Plattenkalk, Kössener Mergel und Kalk, rätischer Dachsteinkalk vorhanden, was einem Anschwellen der kalkigen Glieder auf Kosten der andern entspricht. Die Dreiteilung ist nicht konstant; so fehlen in den westlichen Lechtaler Alpen vielfach die Plattenkalke; andererseits kann das Plattenkalkniveau auch dolomitisch entwickelt sein (Plattendolomit von Schliersee und Spitzingsee); auch der rhätische Dachsteinkalk kann fehlen (Karwendel z. T.). Vielfach wurden Verschiedenheiten in der Entwicklung des Rät in kleinem Gebiete beobachtet, welche bedingt werden durch das Ausfallen eines oder des andern Gliedes oder des ganzen Rät; so ist in den Vilsener Alpen das absatzfreie Gebiet vom Kössener Gebiet und von jenem, wo Dachsteinkalk direkt über Hauptdolomit liegt; ähnliche Verhältnisse liegen in den Hohen-schwangauer Alpen, im Labergebirge, Wendelstein; es scheint dieses Phänomen der Inkonzanz auf den Nordrand der ostalpinen Geosynklinale beschränkt zu sein.

Der Plattenkalk nimmt eine intermediäre Stellung zwischen Norisch und Rätisch ein; seine Stellung zum Rät und nicht zu dem ihm sehr eng verbundenen Hauptdolomit ist wenigstens für einzelne Gebiete begründet einerseits durch den Fazieswechsel, andererseits durch den Fund von Kössener Fossilien (Sonnwendgebirge). Die Kalke werden sehr vielfach in das Oberröschische gestellt (Kalke mit *Rissoa alpina*). — BITTNER hat der Meinung Ausdruck verliehen, daß der Hauptdolomit an vielen Stellen in das Rät hinaufreicht; in den Voralpen Niederösterreichs liegen die Kössener Schichten allgemein auf Hauptdolomit, der Plattenkalk fehlt. — Im Sonnwendgebirge nimmt der weiße Riffkalk WÄHNERS, soweit er rätisch ist, dieselbe Stellung ein wie der obere Dachsteinkalk; es ist ein wahrer Korallenriffkalk; in seinem tieferen Teile treten Mergel auf, welche große Ähnlichkeit mit den gelben Kössener Schichten Niederösterreichs (die mit rät. Dachsteinkalk durch Wechsellagerung und Übergang eng verbunden sind) zeigen und den Starhemberger Schichten sehr nahe stehen; WÄHNER nennt diese grauen, gelben usw. Mergel ober-rätischen Mergelkalk. Weiße oberrätische Riffkalke gibt es auch noch in der Kammerkergruppe, wo auch ein „buntes Rät“ mit Konglomeraten vorkommt. Die Konglomerate deuten wohl auf Bodenbewegungen; damit stimmt die Tatsache, daß in der Umgebung von Weyer Rätkalke und Kössener Schichten über verschiedenen Gliedern des Hauptdolomites liegen, daß an anderen Stellen das Rät fehlt und der Hauptdolomit durch Hierlatzkalke übergriffen wird. Ähnliche Verhältnisse treten auch bei Brandenburg auf.

Vielfach greifen Kössener Schichten in das Dachsteinkalkgebiet ein; so finden sich z. B. im Dachsteinkalk des Göll Kössener Mergel. Als Starhemberger Schichten bezeichnet man bunte, meist graue, rote oder gebänderte Rätfossilien führende Zwischenlagen von tonigen Kalken, welche in geringer Mächtigkeit in die Bänke des Dachsteinkalks, eingeschaltet sind<sup>32</sup>. — Eine etwas abweichende Ausbildung der Grenzschichten des Dachsteinkalkes, wenn diese von Kössener Gesteinen überlagert werden, tritt in einzelnen Profilen des Piestingtals, Mürztals, Dürrensteins usw. auf; STRUB hat sie als Fazies des gelben, konglomeratischen und schieferigen Dachsteinkalks bezeichnet; die Dachsteinkalke nehmen unter den Kössener Gesteinen einen dünn-schieferigen, brecciosen oder konglomeratischen Charakter an und bekommen eine gelblich-rötliche Färbung; die Fauna besteht aus Korallen und abgerollten Bivalven der tieferen Dachsteinkalke und aus Brachiopoden und Bivalven der Starhemberger Schichten; es sind diese gelben, konglomeratischen Dachsteinkalke nur eine Fazies der Starhemberger Schichten. — Vielfach ist keine gute

Gliederung des Rät vorhanden; im Gebiete von Gammig-Mariazell werden über Hauptdolomit als Dachsteinkalk und Rhätalk zwei wohl nicht gleichaltrige, aber petrographisch nahe miteinander übereinstimmende Stufen ausgeschieden.

Die Hallstätter Fazies wurde bisher ganz außer acht gelassen. „Als Hallstätter Kalk bezeichnet man eine Folge von bunten, vorwiegend roten und grauen Kalken und Marmoren, welche sich durch großen Fossilgehalt auszeichnen, der in einzelnen Niveaus in schmalen linsenförmigen Fossilumachellen angehäuft ist oder sich in weithin streichenden Schichten verteilt findet. Die Fossilien bestehen vorwiegend aus Cephalopoden, Gastropoden und Bivalven, zum geringeren Teil aus Brachiopoden.“<sup>33</sup> Die Hallstätter Entwicklung unterscheidet sich durch die geringere Mächtigkeit von der normalen.

Das tiefste in der Hallstätterfazies aufgeschlossene Glied sind die zur Zone des *Cer. trinodosus* gehörenden Schreyeralmkalke; an der Schreyeralm bei Hallstatt sind diese dunklen bis hellroten Kalke mit hornsteinführenden Knollenkalken vom Aussehen der Draxlehner Kalke, im Gebiete des Plassen sind graue knorrige Plattenkalke vorhanden, welche Reiflinger Fazies zeigen; überdies kann die Trinodosuszone auch Dolomit oder durch Reiflinger Kalk vertreten sein, was für sehr lebhaft Beziehungen zwischen den einzelnen Faziesgebieten spricht. — Ramsaudolomite sind in der Hallstätter Reihe vorhanden, selten treten im Ladinischen Kalke vom Reiflinger Typus auf. — Sehr selten ist im Gebiet der Hallstätter Entwicklung das Auftreten von echten Carditaschichten; denn reine Kalkentwicklung ist im Karnischen herrschend; hierher gehören die roten, rot- oder gelbbraunen, z. T. knolligen Draxlehnerkalke der Halleiner Gegend. Deutlich lassen sich an vielen Stellen zwei Niveaus erkennen (z. d. *Tr. Aonoides* und *Trop. subbullatus*). Karnische Hallstätter Kalke liegen in Dolomit (Ramsaudolomit) des Saalachgebiets; sie sind durch Hornsteinführung den Draxlehner Kalken ähnlich; HAHN hat festgestellt, daß die lichtbunten Dolomite an zahllosen Stellen in fossilführende karnische Hallstätterkalke übergehen. — Eine Übergangsauna zwischen Karnisch und Norisch ist vom Feuerkogel am Rötelstein bei Aussee, wo die Übereinstimmung der Hallstätterkalke mit rezentem Globigerinenschlamm nachgewiesen wurde, bekannt geworden<sup>34</sup>. Die norischen Hallstätterkalke trennt АРТНАВЕР in unter- und obernorisch; in der unternorischen Stufe herrscht eine gleichmäßige Entwicklung von Hallstätterkalk; in der obernorischen Stufe aber greifen fazielle Differenzierungen Platz: graue oder weiße Hallstätterkalke mit *Pinacoceras Metternichi*; braune oder graugrüne Zlambachmergel; helle Dachsteinkalke. — Die Zlambachmergel (Cochlocerasmergel) sind Mergelschiefer, Mergel und Kalke mit Einschaltung von Sandsteinbänken; im großen Zlambach und Stammbachgraben gehen sie in das Rät hinauf (Choristocerasmergel); die Zlambachmergel, die nur eine ganz geringe Verbreitung haben, sind Fleckenmergel des Norischen und z. T. des Rät; in ihre Nähe sind die Loferer Schichten HAHNS zu stellen, d. s. unternorische, dünnbankige Mergelkalke. Die Zlambachschichten und Pedatakalke sind nach МОИСИОВИЧ obernorisch; in der Kammerkergruppe gibt es unternorische Pedatakalke, d. s. dünnebankte, lichtgraue, gelbe und rote Kalke mit tonreichen Zwischenhäuten. Die Pedatakalke des Salzkammerguts entwickeln sich aus den Zlambachschichten als gleichzeitige Fazies, als schwarze Kalkschiefer und mit diesen wechselnde Halorellenbänke. Über den Pedatakalken erscheint in der Ausseer Gegend Dolomit, welcher die Unterlage der Pötschenkalke (z. d. *Sirenites Argonauta*) bildet; diese sind das oberste Glied der Hallstätter Entwicklung. — Im Mürtal erscheinen Ramsaudolomite oder dunkle Kalke, stellenweise vom Reiflinger Typus, darüber Reingrabener Schiefer, welche das Karnische ganz oder teilweise, nämlich dann im Verein mit darüberliegenden schwarzgrauen, festen, geschichteten, stellenweise hornsteinführenden und an Reiflinger Kalk (Hüpfinger Kalk?) erinnernden Kalken und Mergelkalken, die mit den höheren dunklen Hallstätterkalken wechseln. Das Norische gliedert sich in dunkle und rote, oben graue Hallstätterkalke; es kann die norische Stufe auch ganz repräsentiert werden durch helle Kalke (= Hochgebirgskorallenkalk).

Die mesozoischen Ablagerungen posttriadischen Alters haben geringeren Anteil am Aufbau der Kalkalpen; auch sie zeigen mediterrane Entwicklung, „alpinen Charakter“. Sie sind ausgezeichnet durch jene Erscheinung, welche NEUMAYR als Lückenhaftigkeit alpiner Sedimente bezeichnet hat; d. h. eine große Anzahl von fossilführenden Ablagerungen tritt nur sporadisch auf; so kommen einzelne Jurazonen an beschränkten Orten vor, ohne daß eine profilmäßige Folge nachzuweisen wäre. (Nachtrag S. 141.)

Der Lias zeigt eine weitgehende fazielle Gliederung. Wo er auf Kössener Mergeln liegt, beginnt er oft mit wenigen Bänken eines bunten, krinoidenreichen, horn-



steinführenden Kalkes, der oft als Krinoidenbreccie entwickelt ist; der Kalk führt hauptsächlich Cephalopoden (z. B. die Enzesfelder Kalke); WÄHNER<sup>35</sup> gibt für diese Fazies den Namen „bunte Cephalopodenkalke“, welche Ausbildung häufig mit der Adnether Fazies verwechselt wird. Die fazielle Ausbildung der Lias hängt vielfach von der Unterlage ab; wo z. B. Dachsteinkalk unter dem Lias liegt, zeigen die tieferen Bänke eine größere Mächtigkeit (Kammerkeralpe usw.). Die bunten Cephalopodenkalke sind häufig eng mit der Adnether Fazies verknüpft.

Im Gebiete der Kammerkeralp nähern sich die Kalke den bunten Cephalopodenkalken;  $\alpha_4$  und  $\beta$  sind als Adnetherkalk anzusprechen; HAHN sagt: „Die Verbreitung der unterliasischen bunten Ammonitenkalke ... ist insofern eine eigenartige und gesetzmäßige, als sie im Verein mit Muschelbänken und hierlatzähnlichen Kalken oder auch mit Ausschaltung derselben ganz vorwiegend auf die ... Verbreitungsbezirke der oberrätischen Riffkalke ... beschränkt sind.“ — Große fazielle Differenzierung herrscht oft auf ganz kurze Distanzen in derselben tektonischen Einheit; so ist z. B. im Unter- und Mittellias des Saalachgebiets eine außerordentliche fazielle Zersplitterung vorhanden, da Adnether- und Hierlatzschichten, bunte Cephalopodenkalke, Kieselknollenkalke nebeneinander vorkommen; bemerkenswert ist hier auch das Vorkommen einer typischen Radiolaritbildung im mittleren Lias. Dann gibt es noch im Gebiete der Kammerkeralp Muschelbänke des unteren Lias (Z. d. *Psiloceras calliphyllum*), welche an der Grenze von ober-rätischem Riffkalk und bunten Cephalopodenkalken liegen und Cardinien führen; dann kommen graue und bräunliche Lamellibranchiatenkalke vor, welche beträchtliche Mengen von Quarzkörnern führen und die direkte Fortsetzung der Kössener Sedimentation an der Basis des unteren Lias darstellen; Kieselknollenkalke gibt es im und unteren mittleren Lias.

Als Adnether Schichten bezeichnet man rotgefärbte, wohlgebankte Kalke und Mergelkalke von oft knolliger Beschaffenheit; sie führen eine reiche Ammonitenfauna, in welcher der ganze Lias vertreten ist; nach HAHN<sup>36</sup> sind die typischen Adnether Kalke, d. h. rote, gutgebankte Mergelkalke mit reiner Cephalopodenfauna nur auf den obersten Lias beschränkt. Übergänge zwischen Hierlatz- und Adnether Fazies sind aus dem Hagengebirge bekannt.

Zu den Adnether Schichten gehören die dünngeschichteten oder massigen Liaskalke des westlichen Nordtirols, deren Färbung, eigentümlich konglomeratisches Aussehen und Fossilführung diese Zugehörigkeit kundtut; gewöhnlich liegen sie an der Basis der Fleckenmergel. — Im Sonnwendgebirge sind rote Liaskalke vorhanden, d. s. blaßrötliche, hell- oder dunkelrote oder schwärzliche Kalke, häufig reich an Krinoiden; in ihnen ist fast der ganze Lias vertreten; häufig führen sie Manganeisenkonkretionen (die tieferen Kalke des roten Lias entsprechen in der Fazies den Hierlatzkalken). — Bei Adneth<sup>37</sup> ist in den Adnether Schichten noch Oberlias vertreten, während in der Osterhorngruppe die obere Hälfte des unteren und die untere Hälfte des mittleren Lias ihnen zufällt. — In der Kammerkergruppe sind an der Grenze von Mittel- und Oberlias Bänke mit *Posidonomya Bronni* (= Posidonienbank an der Basis des Bifronshorizonts vom Rofan und von Adneth) vorhanden; der Oberlias ist durch rote, tonreiche, stets dünngebankte und häufig knollige Mergelkalke vertreten; diese entstanden durch konstante Zufuhr von feinsten Sinkstoffen in größerer küstenerfer Tiefe; die Fauna weist auf  $\zeta$  und  $\epsilon$ , doch sind auch Formen des untersten Doggers vorhanden. — Die tiefen Partien des Lias unter der Adnetherfazies sind z. T. als Enzesfelderkalk ( $\alpha$ ) entwickelt; bei Enzesfeld ist konkordant mit den Kössener Schichten die Zone der *Schlotheimia marmorea* als lichtbunter Kalk, die Zone des *Arietites rotiformis* als gelber oder roter Kalk (eigentlicher Enzesfelder Kalk) ausgebildet; darüber liegen die Adnether Schichten; es ist wahrscheinlich, daß hier die Kössener Fazies bis in den Lias hinaufreicht. Enzesfelder Schichten treten in der Osterhorngruppe in enger Verbindung mit Rät unter rotem Adnethermarmor als grauer Kalk (Z. d. *Schlot. marmorea*) auf.

Als Hierlatzkalk bezeichnet man weiße bis rote Kalke, welche oft als Krinoidenkalk, auch als Breccien oder sandige Breccien entwickelt, reich an Brachipoden sind und verschiedene Niveaus, am konstantesten das des *Oxynoticeras oxynotum* vertreten.

Einige Beispiele zeigen die Stufenvertretung der Hierlatzkalke: Au im Tennengebirge — wahrscheinlich der tiefste Lias; die roten und grauen Hierlatzkalke der Kratzalp bei Hallein, Hierlatz, Hindelang — Oberregion des Unterlias (es ist eine Art von Regel, daß die Hierlatzkalke des Hochgebirges der Oberregion des Unterlias angehören, doch

gibt es auch Ausnahmen); Mitterwand bei Hallstatt, Hilariberg bei Kramsach, Schafberg — Mittellias (Margeritatuszone). Der Liaskrinoidenkalk vom Großen- und Dürnberg bei Waldegg im Piestingtal enthält kleine Quarzgerölle. — Das Vorkommen von Hierlatzkalken erstreckt sich auch auf die Außenzone der Kalkalpen, auch dorthin, wo die Lunz-Grestener Fazies vorhanden ist; es ergeben sich nach PETERS durch das Fehlen gewisser Typen vom Hierlatz und die größere Übereinstimmung der Fauna mit außer-alpinen Schichten Unterschiede.

Sehr bemerkenswert sind die Lagerungsverhältnisse des Hierlatzlias in der Hochgebirgszone von Salzburg und Obersteiermark. LIPOLD<sup>38</sup> fand im Totengebirge und am Dachstein Lagerungsverhältnisse, welche Hierlatzkalk als Einlagerung im Dachsteinkalk zeigten, und schloß auf ein liassisches Alter des letzteren; diese Annahme wurde widerlegt, der Hierlatzkalk wurde in das Hangende des Dachsteinkalks gestellt. Die Bildung des Hierlatzkalks erfolgte nach GEYER in einer felsigen Untiefenzone mit vielen Klippen; daher liegt er in Taschen seiner Unterlage; man hat daher auf eine Transgression geschlossen (GEYER). Westlich vom Dorfe Brandenburg liegt über steil aufrichtetem Hauptdolomit Hierlatzlias. Im Totengebirge legt sich der Lias über Schichtköpfe des Dachsteinkalks. Sehr zahlreiche Hinweise gibt es, welche für eine Lücke (= unterster Lias) und eine folgende Transgression schließen lassen. — WÄHNER aber ist, gestützt auf seine wunderbare Darstellung des Sonwendgebirges, zu dem Schluß gekommen, daß der Lias nicht transgrediert; eine Erklärung ist nur auf tektonischem Wege möglich. Für die Streitfrage ist es gewiß wichtig, daß es graue Hierlatzkalke gibt, welche ganz dem Dachsteinkalk gleichen (z. B. Kratzalp). Wie die Frage jetzt steht, scheint die Lösung in folgendem zu liegen: Der Lias transgrediert im allgemeinen nicht in den Gebieten ohne Berchtesgadener Fazies der Trias; d. h. in jenen Gebieten, in welchen die triadische Serie mit dem Dachsteinkalk, eventuell mit Dachsteinkalk mit rätischen Zwischenlagen schließt und kein höheres Rät mehr vorhanden ist, transgrediert der Hierlatzlias, wobei spätere Störungen (z. B. Reitweg zur Simonyhütte), welche vielleicht nach Art der Sonwendtektonik zu lösen sind, das Bild verschleiern. — Von mehreren Stellen ist ein Übergang vom Rät in den Lias bekannt geworden; der Hierlatzkalk der Langbathscholle scheint aus dem Rät durch vermehrte Einlagerung von Krinoidenkalk hervorzugehen. Der Riffkalk des Sonwendgebirges entspricht in seinem oberen Teile dem Lias; er ist untrennbar mit dem rätischen Anteil verbunden, doch hat er sich bei Brandenburg bereits von diesem freigemacht und tritt energisch über die ältere Trias, ohne sich petrographisch und faunistisch zu ändern. Am Taufersberg im Allgäu geht der oberrätische Kalk allmählich in Lias über.

Der Spongienlias ist eine wenig verbreitete Fazies. In der Gegend von St. Wolfgang ( $\alpha$ ) im Salzkammergut liegen über den Kössener Schichten dunkelgraue, kieselige, tonreiche Kalke, reich an Spongien. Die hornsteinreichen Kalke sind mit den Kössener Plattenkalken allgemein durch Übergänge verbunden; ferner treten Übergänge in Hierlatzkalk und „Dachsteinkalk“ auf. Zwischen Goisern und Altaussee und auf dem Hallstätter Salzberg kommt unterliassischer Spongienkalk in Verbindung mit Pentacrinuskalken und lichten Fleckenmergeln vor. — In der bayrischen Randzone gibt es an mehreren Stellen Spongien-schichten der Zone der *Schlotheimia angulata*.

Eine weite Verbreitung haben die Fleckenmergel, welche sich an keine tektonische Einheit halten und über verschiedenen Fazies beiläufig zeitkonstant erscheinen<sup>39</sup>. Der Komplex besteht aus dunkelgrauen, dünn-schieferigen oder dickbankigen Mergeln mit dunklen Flecken, Manganschiefern, Kalken, Sandsteinen, Kieselkalken, Hornsteinlagen. Die Fleckenmergel werden wegen ihrer Fauna als schwäbische Fazies des alpinen Lias bezeichnet. Über den chronologischen Umfang sagt bereits RICHTHOFEN (1861): „Soweit Fleckenmergel reicht, dürfte er wohl entschieden dem Lias angehören; aber der Übergang ist dann weiter hinauf so unbekannt, daß hier in der Tat eine fortsetzend ungestörte Ablagerung durch Lias und Juraperiode hindurch angenommen werden muß.“

Im Fleckenmergel sind alle Stufen des Lias nachgewiesen (z. B. Hohenschwangauer Alpen). Vielfach sind nur Teile des Lias in Fleckenmergelfazies vorhanden; der Lias von Ehrwald zeigt unten ( $\alpha$ — $\gamma$ ) Cephalopodenkalke, dann ( $\gamma$ — $\zeta$ ) Fleckenmergel. Nach HÄHN verschieben sich die Faziesverhältnisse derart, daß an Stelle der geringmächtigen Ablagerungen mit mediterraner Fauna solche mit mitteleuropäischer treten; der petrographische Wechsel erfolgt schneller als der faunistische; der Wechsel erfolgt nicht überall gleich.

In sehr vielen Fällen liegen Adnetherkalke oder rote Liaskalke, weniger häufig Hierlatzkalk, unter dem Fleckenmergel; die Reihe Hierlatzkalk - Fleckenmergel ist z. B. am Almkogel bei Weyer vorhanden; in dieser Gegend treten auch Adnetherkalke als Einschaltungen im Fleckenmergel auf. Einschaltungen von Kalken mit Oberliasfauna gibt es in den Fleckenmergeln des Salzkammerguts. — An zahlreichen Stellen sind sehr rasche Fazieswechsel (z. B. in einer Synklinale) vom Fleckenmergel zu Liaskalken vorhanden (z. B. Heimgarten, Schliersee usw.).

Als Grestener Schichten<sup>40</sup> bezeichnet man die küstennahen Liasbildungen, welche aus Arkosen, Sandstein, Schieferthon und dunklen sandigen Kalken oder Mergeln zusammengesetzt sind; sie werden gegliedert in 1. kohlenführender Komplex von Sandstein, Arkosen, Schieferthon des untersten Lias, etwa Planorbiszone, vielleicht auch Grenzschiefer von Rät und Hettangien; 2. Grestener Schiefer = Angulatenzone und unterer Teil der Bucklandizone; 3. Grestener Kalke (oberer Teil der Bucklandizone und Tuberculatuszone,  $\beta$ ,  $\gamma$ , vielleicht auch noch  $\delta$ ). Die Fauna der Grestener Schichten zeigt in typischer Entwicklung vorherrschend ein mitteleuropäisches Gepräge; viel geringer sind die Anklänge an die mediterrane Fazies. Die Grestener Schichten sind in ganz typischer Ausdehnung auf den Kalkalpenrand östlich der Enns beschränkt. Aber auch das Innere der Kalkalpen ist nicht frei von Bildungen, welche mit den Grestener Schichten annähernd verglichen werden können; in der Kammerkergruppe haben die Lamellibranchiatenbänke des untersten Lias, die eine Fortsetzung der Kössener Sedimentation sind, eine unverkennbare Ähnlichkeit mit einzelnen Typen der Grestener Schichten und derartige Bildungen kommen auch anderweitig vor (Fonsjoch, Marmorgraben, Heuberg usw.); im Jura-Kreide-Gebiet von Achenkirchen-Ampelsbach liegen unter roten Ammonitenkalken des Mittellias graue Lamellibranchiatenkalke, welche in faunistischer Hinsicht ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ) den Grestener Schichten einigermaßen vergleichbar sind, doch zeigen die letzteren einen stärkeren litoralen Einschlag; die Tiergesellschaft dieser Grestener-ähnlichen Kalke ist mehr mitteleuropäisch als die der Fleckenmergel.

An die Grestener Schichten ist der Lias der Kieselkalkzone des Höllensteinzugs anzureihen, d. s. schwarze Kieselkalke, Fleckenmergel, Quarzsandsteine usw.; SPITZ vergleicht diese Bildungen mit den Allgäuschichten von Oberstdorf. In der Liesingmulde gibt es sandige Bildungen und Mergel mit Cardinien.

Eine wichtige Frage ist die Ablagerungstiefe des Lias und des Jura überhaupt. Die Grestener Schichten sind eine Litoralbildung, die Hierlatzkalke sind eine Seichtwasserbildung; die Fleckenmergel werden als Absätze aus größerer Tiefe angesprochen, ihre mächtigen Tonmassen werden von NEUMAYR durch Strömungen aus dem Norden erklärt. Nach WÄHNER sind die Fleckenmergel, Adnether Schichten und bunten Cephalopodenkalke jedenfalls küstenfern und in größerer Tiefe abgelagert; als Gründe lassen sich dafür anführen die Fauna (das Vorherrschen der Cephalopoden — es fragt sich aber, ob das stichhaltig ist!), die geringe Mächtigkeit der einzelnen Horizonte, deren Gleichmäßigkeit in petrographischer und faunistischer Beziehung auf große Strecken, der Erhaltungszustand der Fossilien, Hornsteineinschlüsse und Brauneisensteinkonkretionen, welche letztere an die Manganknollen und Manganinkrustationen im roten Tiefseeton erinnern. Absolut zwingend für eine Deklaration als Tiefseegebilde ist keiner der Gründe. Manches spricht sogar dagegen; so schiebt sich z. B. zwischen das Verbreitungsgebiet der Cephalopodenkalke am Rofan und nördlich davon eine Stelle ein, die auf Flachsee, auf mitteleuropäische Kolonisation hindeutet (die „Grestener Kalke“ von Achenkirchen). Der Tiefseecharakter mancher Jurasedimente ist vielleicht auf die absolute, seit dem Perm anhaltende Erdruhe zurückzuführen, auf das Fehlen von terrigenem Material liefernden Gebirgen zurückzuführen<sup>41</sup>.

Gegen das Karnische und Norische ist eine Verschiebung der Tiefenachse der

nordalpinen Geosynklinale zu beobachten<sup>41a</sup>. In den genannten Stufen ist von Süd nach Nord eine Abnahme pelagischer Charaktere und der Beckenvertiefung zu beobachten. Im Rät ist primäre Reduktion der Mächtigkeit, Strandmerkmale usw. im Norden und Süden des nordalpinen Troges zu beobachten. Die Linie der größten Beckentiefe rückt in die Mitte der Kalkalpen hinein; dem entspricht auch die ober-rätische unterliasische Erosionsperiode im Gebiete der Plateaustöcke (Hierlatzkalk), ferner das Vorkommen von Phyllit-, Kalk-, Werfener usw. Bruchstücken im Oberlias des Funtensee, Königsees, Kratzalpe usw. Das sind Andeutungen eines nicht allzu fernen Ufers im Süden. Im mittleren und oberen Jura liegt die Tiefenachse im mittleren Teile der Kalkalpen in ähnlicher Weise. In der Unterkreide tritt dann ein Emporsteigen des ostalpinen als Ganzes ein, wie Konglomerate und Breccien zeigen.

Der Dogger hat eine äußerst geringe Verbreitung, was z. T. damit zusammenhängen muß, daß hierher gehörige Schichten noch zum Lias oder Malm gestellt werden. An einer ganzen Reihe von Stellen meist am Nordrand ist das Hinaufreichen der Fleckenmergel in den Dogger nachgewiesen (Hohenschwangauer Alpen, bei Hindelang auch mittlerer Dogger, Osterhorngruppe usw.); aber es schließt sich die Opalinuszone der Fleckenmergelfazies durchaus nicht so an den mitteleuropäischen als an den alpinen Dogger an. — Die reiche Gliederung des Doggers ist auf den Rand der Kalkalpen beschränkt; es zeigt das Profil der Vilser Alpen Kalke und Krinoidenkalke ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) mit reicher Fauna vom Rothenstein, weiße Kalke mit *Pos. alpina* und gleichaltrigen Krinoidenkalken (= Klaussschichten = mittlerer Dogger), Vilser Kalk (= Hierlatzfazies des Dogger) des Kelloway. — An anderen Stellen der Randzone treten Kalke mit Hornstein, oolithische Kalke usw. auf. In der Randzone der ober- und niederösterreichischen Kalkalpen sind knollige Klauskalke (z. T. sogar übergreifend auf Rät), rote oder graue kieselige Kalke des oberen Doggers vorhanden. In den inneren Teilen der Kalkalpen ist der Dogger noch spärlich vertreten; hier sind zu erwähnen die Klaussschichten des Dachsteins, die Osterhorngruppe (Fleckenmergel des unteren Doggers, darüber Konglomerate, Kieselkalke, Kieselschiefer), die Radiolariengesteine des Sonnwendgebirges, des mittleren Saalachgebiets, des Schafberges; im Sonnwendgebirge sind es dünngeschichtete Hornsteine, Kieselmergel, Kieseltonne; die Mergel bilden meist die höhere Abteilung. Nach WÄHNER handelt es sich um Ablagerungen aus den größten Tiefen küstenferner Meeresgebiete, vergleichbar dem modernen Radiolarienschlamm und rotem Tiefseeton<sup>42</sup> (S. 69). Im Gebiet von Ischl treten Dogger-Kiesel-schiefer, mit Kalken in Verbindung stehend, auf, welche im unteren Teil stellenweise Konglomeratbänke zeigen; in der Osterhorngruppe erreichen die Konglomerate eine größere Mächtigkeit und umschließen in ihrem unteren Teile rote Kalke mit *Stephanoceras Sauzei*. — Weit verbreitet ist die Fazies der Klaussschichten (= Adnether Fazies des Dogger); auf der Klausalp im Dachsteingebiet sind es weiße, z. T. oolithische Posidonomyenkalke und bunte, rote Krinoidenkalke, direkt dem Dachsteinkalk aufgelagert und auch in diesem Spaltenausfüllungen bildend<sup>43</sup>; die Klaussschichten sind Bathonien, womit aber auch die tiefere Zone des *Cosmoceras Parkinsoni* und auch Unter-Callovien verbunden ist. Zu den Klaussschichten werden auch die roten, etwas knolligen, von Manganerz durchkreuzten brecciösen Kalke der ober- und niederösterreichischen Voralpen, deren Fauna auf die Makrozephalenschichten stimmt. Makrozephalenkalk ist an ganz isolierter Stelle im Brieltal und auf der Steingrabenschneid bei Hallstatt nachgewiesen. — In den Klippen von St. Veit bei Wien sind vorhanden graublaue Kalke mit Mergellagen des Bajocien, harte, dichte, graue bis rötliche Kalke (= Klaussschichten pr. p.), Krinoidenkalke (Vilser Sch.?). In diesem Dogger wurde *Cancellophycus scoparius* gefunden.

Der Malm ist für viele Gegenden ein recht wichtiges Baelement. Paläontologisch ist meist nur der obere Teil des Malm nachgewiesen, aus der Lagerung aber muß man schließen, daß auch der tiefere vorhanden ist, denn eine Diskordanz ist nicht oder nicht deutlich zu sehen<sup>44</sup>. Vielleicht reichen einzelne Bildungen des Malm (Oberalmer Schichten) auch in den Dogger hinab.

Als Aptychenschichten bezeichnet man eine mächtige Kalkschieferzone, ausgezeichnet durch bunte Färbung, durch Reichtum an Hornstein und durch nie fehlende Aptychen; im westlichen Teile der Kalkalpen lassen sich zwei Stufen unterscheiden, die bunten Aptychenschichten (rote Mergelschiefer, Radiolarienhornsteine, vielleicht Dogger) und die grauen Aptychenkalke. Als Oberalmer Schichten bezeichnet man im mittleren und östlichen Teile der Kalkalpen graue, z. T. mergelige Kalke, in den oberen Partien reiner kalkig, mit Hornsteinknuern und Hornsteinlagen, als Zwischenmittel treten dünnblättrige

Aptychenschiefer auf. Stellenweise finden sich in den Hornsteinkalken helle Nerineenkalk. Der Tressensteinkalk, der mit den Oberalmer Schichten durch Faziesübergänge verbunden ist, ist in starke Bänke abgesondert und als koralligene Riffazies der Oberalmer Schichten zu bezeichnen; der Rettenbachkalk erinnert im Habitus an die Plattenkalke. Eine spezielle Fazies des Tithon ist der Plassenkalk, d. s. rein weiße, koralligene Kalke mit vielen Nerineen; der Plassenkalk ist Tithon, doch ist es wahrscheinlich, daß er an einzelnen Stellen höher hinauf reicht; denn bei Perneck findet statt heteropische Verzahnung mit Neokom, und auf der Trisselwand wurden kretazische Fossile in ihm gefunden. — In den östlichen Teilen der Kalkvoralpen erscheint vielfach ein roter Tithonflaserkalk, der auf einer Stufe lichter Oberjurakalke liegt und dem Südtiroler Diphyenkalk sehr ähnlich ist. — Der Malm von Ehrwald wird von dem Ehrwaldit, einem in die Reihe Monchiquit-Camptonit gehörenden Gestein, gangförmig durchbrochen.

Am Nordrande der östlichen Kalkalpen findet sich stellenweise eine bes. Fazies der Jurasedimente, welche man mit GEYER als subalpin bezeichnet; es ist Flyschfazies des Jura. Es kommen da neben Grestener Schichten und Fleckenmergeln des Lias schwarze glimmerige Mergel und Schiefertone mit *Harp. Murchisonae* und *opalinum*, schwarze Mergel mit *Stephanoc. Humphresianum*, Mergeltone mit *Posid. Bronni*, dünnplattige, sandige Kalke mit Mergelschieferzwischenlagen, charakterisiert durch Cephalopoden der Makrozephalenschichten und durch *Posidonomya Bronni* (subalpine Klausschichten), weiße konglomeratische oder brecciöse Acanthicuskalke, rotbraune, schieferige Tithonmergelkalke, Strambergerkalke, Neokom. — Der Jura der Langbathscholle hat auch eine große Ähnlichkeit mit der subalpinen Fazies; PIA sagt, daß er als subpienisch angesprochen werden könnte, wenn er nicht mit der ostalpinen Trias so eng verbunden wäre.

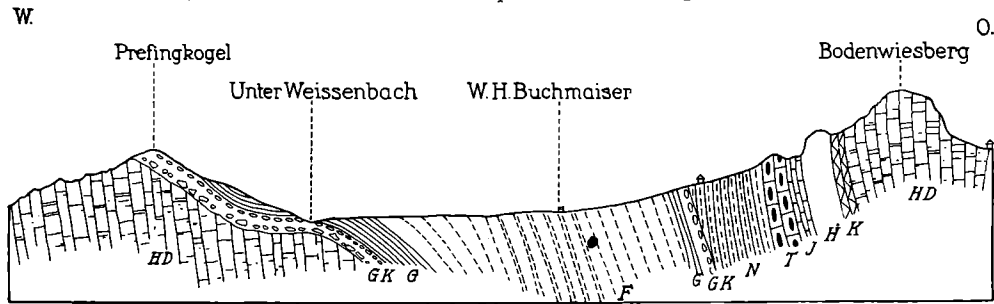


Fig. 2a. Gosauschichten und Kreideflysch von Weißwasser bei Weyer. Profil nach G. GEYER, V. 1907.

|                                 |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| HD = Hauptdolomit.              | T = Tithonkalk.                      |
| K = Kössener Schichten.         | GK = Gosaukonglomerate und Breccien. |
| H = Hierlatzkalk.               | G = Gosauschichten.                  |
| J = Jurassische Hornsteinkalke. | F = Oberkreideflysch.                |

Das Neokom hat vielfach eine bedeutende Verbreitung und ist durch die Fauna oft als eine Ablagerung aus relativ tiefem Wasser charakterisiert. An vielen Stellen sind einzelne Stufen des Neokoms nachgewiesen, an seltenen Punkten aber alle Stufen. An verschiedenen Stellen ist das Neokom mit seinem Liegenden durch Übergang verknüpft, so z. B. in der Kammerkergruppe, Langbathscholle. An anderen Stellen scheint eine Schichtunterbrechung stattgefunden zu haben; so wird im Habersauertal (S. vom Walchsee) die Basis des Neokoms von Konglomeraten mit triadischen Rollstücken gebildet; in den östlichen Kalkalpen greift Neokom über ältere Gesteine (z. B. Hauptdolomit) über; überhaupt greifen oft die Neokomfleckenmergel weit über den Bezirk der roten Tithonkalke hinaus. — Einlagerungen von Breccien (auch mit ortsfremden Gesteinen: chloritische Schiefer usw.) finden sich in den obersten Lagen der Neokommergel der Kammerkergruppe. — An vielen Stellen (z. B. Salzburg) läßt sich das Neokom in Schrammbachschichten (Kalk, Zementmergel, Mergelschiefer usw.) und Roßfeldschichten (Mergel, sandige Mergel, in den hangenden Partien mit dunkelgrauen Sandsteinen, selten konglomeratähnlichen Lagen) gliedern. Sehr selten ist der Gault, der im Gegensatz zur helvetischen Entwicklung ein Cephalopodenmergel ist (Hindelang, Vils, Schwangau, Stiedelsbach bei Losenstein). Der Gault liegt diskordant auf dem nördlichsten Streifen der Kalkalpen. (Nachtrag S. 141.)

Der Ablagerung der oberen Kreide ist eine gewaltige Störungsphase und Zeit der Erosion vorausgegangen; daher transgrediert die obere Kreide über ein gestörtes und erodiertes Gebirge. Das Cenoman liegt transgredierend. Seine Hauptverbreitung liegt am Rande der Kalkalpen, doch findet es sich auch im Innern derselben reichlich.

Im Wetterspitzgebiet liegen über Aptychenschichten Konglomerate, Pflanzensandstein, Hornsteinbreccien, Mergel. Am Rand der Kalkalpen liegt hauptsächlich Cenomankonglomerat und Breccie; dazu treten Orbitolitenkalke, Mergel. Die Fazies des Cenomans ist von der Unterlage abhängig. Am Riesenkopf im Unterinntal sind Ablagerungen aus ziemlich bedeutender Wassertiefe, von Niederndorf eine küstennahe Bildung, bekannt, deren Faunen ganz aus mitteleuropäischen Formen bestehen, während Beziehungen zu Südeuropa ganz fehlen. Auch in den Randgebieten der östlichen Kalkalpen ist Cenoman bekannt (Losenstein, Alland usw.).

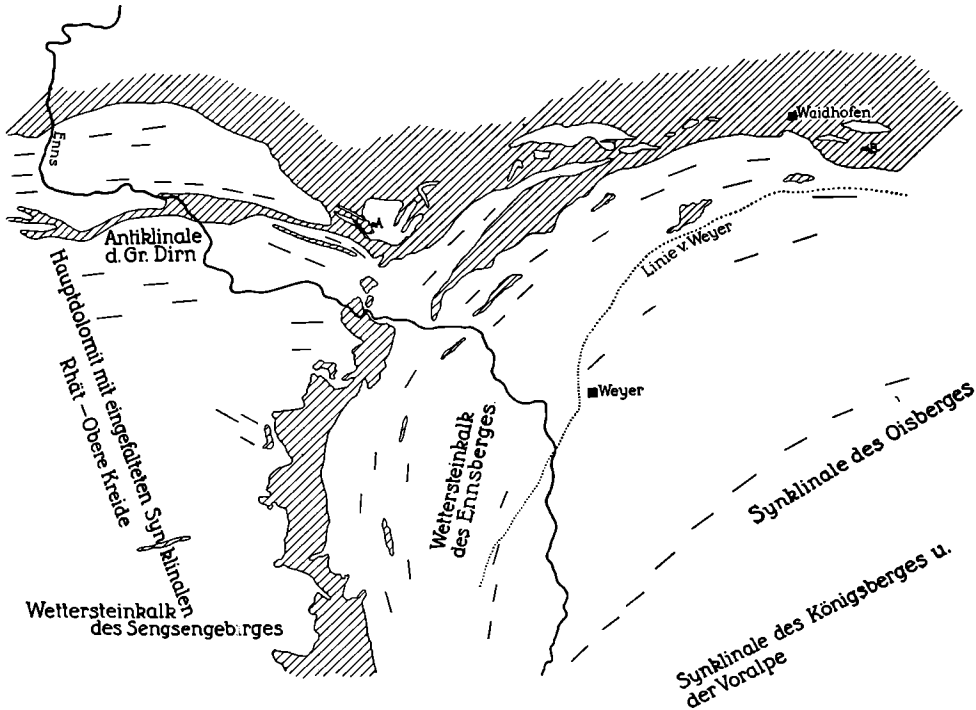


Fig. 2b. Kreidefjord bei Weyer, nach GEYER, Geolog. Spezialkarte der österreichischen Monarchie, Blatt Weyer.

Schief schraffliert = Kreideflysch; weiß = Trias, Jura, Unterkreide der Kalkalpen. Die kurzen Striche zeigen das Streichen an.

Die Gosauschichten haben eine große Verbreitung und außerordentliche Wichtigkeit für die Erkenntnis des Gebirgsbaues. Eine Gliederung ist zwar an vielen Punkten mit großer Genauigkeit durchgeführt, aber eine tabellarische Übersicht mit Parallelisierung der einzelnen Vorkommen kann nicht gegeben werden. Daher können nur einige Vorkommen erwähnt werden.

Auf Fleckenmergeln diskordant liegende Gosaukonglomerate eröffnen die Serie der Gosau des Hohen Lichtes in den Allgäuer Alpen<sup>46</sup>, darüber folgen sandige Kalke und Hippuritenkalke, über welchen Mergel des unteren Maestrictien liegen. Das Ganze ist eine Strandbildung zu den Oberkreidemergeln von Antonienbad im Lechtal. — Ein interessantes Gosauvorkommen liegt am Muttekopf bei Imst, welches scharfen Wechsel von Mergeln und grobklastischen Bildungen zeigt und ungemein reich an exotischen Geröllen ist. Die Gosauvorkommen der Tannheimer Berge sind dagegen als Mergel, bunte Kon-

TABELLE IV.

## Das ostalpine Mesozoikum zwischen Unterengadin und Tonale

|             | Lischannagruppe nach SCHILLER                             | Piz Lad (bei Nauders) nach SCHILLER                                                          | Münstertal-Schlingtal nach HAMMER                  | Rojental nach HAMMER                 | Jaggel nach HAMMER                 |                                                                                                    |
|-------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | Verrukano Servino                                         | Verrukano Servino                                                                            | Verrukano als serizitreiche Arkosen und Sandsteine | —                                    | Arkosen und Serizitquarzitschiefer |                                                                                                    |
| Trias       | Skytische St.                                             | Buntsandstein Unt. Rauchwacke mit Gips (stellenweise vorhanden)                              | Buntsandstein —                                    | Sandstein mit Lagen v. kalk. Dolomit | —                                  | Kalkige Arkosen u. kalkige Sandsteine                                                              |
|             | Ansische St.                                              | Dolomit, Kalk, Kalkschiefer des Muschelkalkes                                                | Sandige Dolomite, Kalkschiefer, Tonschiefer        | Dolomite und Kalke                   | —                                  | Dolomit, Quarzsandstein, Dolomit mit Hornsteinkauern, Knollenkalk, Kalkschiefer, Rauchwacke, Gips, |
|             | Ladinsche St.                                             | Partnachschichten<br>Wettersteindolomit                                                      | Wettersteindolomit                                 | Wettersteindolomit                   | ?                                  | Diploporendolomit                                                                                  |
|             | Karnische St.                                             | Dolomit<br>Bunte Tonschiefer, Rauchwacken, Kalkschiefer, Dolomite etc. der Raibler Schichten | Tonschiefer-Dolomite etc.                          | ?                                    | Triasdolomit                       | Rauchwacke, Zellendolomit, Gips, Tonschiefer                                                       |
|             | Norische St.                                              | Hauptdolomit                                                                                 | Hauptdolomit                                       | ↓ ?                                  | ?                                  | —                                                                                                  |
|             | Rätische St.                                              | —<br>↑ ?                                                                                     | Kalke u. Mergelkalke des Rät                       | —                                    | —                                  | —                                                                                                  |
| Unter-Lias  | Steinsbergkalk <sup>1)</sup> und Breccie                  | Steinsbergkalk <sup>1)</sup> und Breccie                                                     | —                                                  | Kalke und Breccien                   | —                                  |                                                                                                    |
| Mittel-Lias | Allgäuschiefer <sup>2)</sup> als schwarzgraue Tonschiefer | Allgäuschiefer                                                                               | —                                                  | —                                    | —                                  |                                                                                                    |
| Ober-Lias   | —                                                         | Ober-Liaskalk                                                                                | —                                                  | —                                    | —                                  |                                                                                                    |
| Dogger      | —                                                         | —                                                                                            | —                                                  | —                                    | —                                  |                                                                                                    |
| Malm        | Acanthicuskalk                                            | Acanthicuskalk                                                                               | —                                                  | —                                    | —                                  |                                                                                                    |
|             | Kalke und Tonschiefer und Hornstein des Tithon            | Thiton                                                                                       | —                                                  | Kalkschiefer                         | —                                  |                                                                                                    |
| Neokom      | Kieselkalk etc.                                           | —                                                                                            | —                                                  | —                                    | —                                  |                                                                                                    |

<sup>1)</sup> Ein Teil vielleicht Rät, der größte Teil sicherer Unterlias. Der für Lepontizwischen dem Vorkommen in der Lischannagruppe und dem bei Ardez wenig Gemein-

<sup>2)</sup> Erhalten bei der Verwitterung lange gelbe Streifen auf den Schichflächen, so

TABELLE IV.

auf österreichischem Boden und in der unmittelbaren Umgebung.

| Piz Sterlex<br>n. AMPFERER-<br>HAMMER | Umbraldecke<br>südlich der<br>„Zebrulinie“<br>nach SCHLAG-<br>INTWEIT | „Addascholle“<br>(= Ortlerscholle)<br>nach SCHLAG-<br>INTWEIT                              | Piz Lad im<br>Münstertal<br>nach HAMMER-<br>AMPFERER | Ortlergebiet<br>südlich der<br>„Zebrulinie“<br>nach<br>HAMMER | Ortlergruppe<br>nach HAMMER                                                                             |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Verrukano                             | Verrukano                                                             | —                                                                                          | Verrukano                                            | Serizit-<br>phyllit                                           | —                                                                                                       |
| Quarzsand-<br>stein                   | Buntsand-<br>stein                                                    | —                                                                                          | Buntsand-<br>stein                                   | Rauchwacke<br>mit Gips<br>(untere Trias ?)                    | —                                                                                                       |
| Kalkschiefer<br>Kalk                  | Unter-<br>triassischer<br>Dolomit                                     | —                                                                                          | Dolomit                                              | Dolomit                                                       | —                                                                                                       |
|                                       | ↓ ?                                                                   | •                                                                                          |                                                      | ↓ ?                                                           |                                                                                                         |
| Dolomit                               |                                                                       | —                                                                                          | Dolomit                                              |                                                               | —                                                                                                       |
| Kalk und<br>Rauchwacke                | —                                                                     | ↑ ?                                                                                        | Rauchwacke<br>mit Diabas-<br>porphyrit               | ↓ ?                                                           | Kalke, Tonschiefer,<br>Sandsteine, dolomi-<br>tische Kalke, Kalk-<br>schiefer, Dolomite<br>(Karnisch ?) |
| —                                     | —                                                                     | Obertriassischer<br>Dolomit (= Ortler-<br>dolomit) mit Li-<br>thodendron und<br>Kalkbänken | Dolomit                                              | —                                                             | Dolomit u. dolomi-<br>tische Kalke, Kalk-<br>schiefer und Lithoden-<br>dronkalk                         |
| —                                     | —                                                                     | Schieferletten,<br>Mergel und Kalke                                                        | —                                                    | —                                                             | Tonschiefer und<br>Kalke des Rät.                                                                       |
| —                                     | —                                                                     | Hornsteinkalke,<br>Konglomerate und<br>Kieselkalke                                         | —                                                    | —                                                             | —                                                                                                       |
| —                                     | —                                                                     | Allgäuschichten                                                                            | —                                                    | —                                                             | —                                                                                                       |
| —                                     | —                                                                     | —                                                                                          | —                                                    | —                                                             | —                                                                                                       |
| —                                     | —                                                                     | —                                                                                          | —                                                    | —                                                             | —                                                                                                       |
| —                                     | —                                                                     | —                                                                                          | —                                                    | —                                                             | —                                                                                                       |
| —                                     | —                                                                     | —                                                                                          | —                                                    | —                                                             | —                                                                                                       |
| —                                     | —                                                                     | —                                                                                          | —                                                    | —                                                             | —                                                                                                       |

nisches geltende Name „Steinbergkalk“ ist nicht gut angebracht für Ostalpines, zumal  
sames besteht.  
daß der Name „Streifenschiefer“ berechtigt wäre.



glomerate, Hornsteinbreccien mit exotischen Geröllen ausgebildet. Hervorzuheben ist auch hier, nahe dem Kalkalpenrande, der Flyschcharakter der Gosau. — Oberkreide ist an verschiedenen Stellen des Unterinntals nachgewiesen. Viele Exotika zeigt die scharf transgredierende Brandenberger Gosau. — Am Untersberg bei Salzburg liegt über tithonischem Nerineenkalk eine Reibungsbreccie, dann folgt der Untersberger Marmor, der die Basis der Gosau bildet, dann folgen verschiedene Kalke, dann die Glanecker Schichten (d. s. dichte, feste Mergelkalke, nach GROSSOUVRE Untersantonien); darüber liegen die grauen und roten Mergel der Nierentaler Schichten. Glanecker Schichten mit darüber folgenden Nierentaler Schichten liegen am Lattengebirge mit einer leichten Diskordanz auf Kalken und Mergeln, welche in das ältere Senon gehören. Für die Gosau von Gosau selbst hat FELIX eine detaillierte Gliederung gegeben; er unterscheidet in der Gosau überhaupt fünf Hippuritenhorizonte, von denen die vier oberen im Becken von Gosau selbst vertreten sind; die obersten Schichten sind auch hier Nierentaler Mergel. Eine ähnliche Gliederung zeigt die Gosau des Wolfgangseegebiets. Eine große Verbreitung hat die Gosau in der Gegend von Windisch-Garsten und am Bosruck, ferner in den Südvorlagen des Toten Gebirges. Dann folgt gegen Osten das Gosaubecken von Gams, in welchem Orbitulitenschichten und auch Nierentaler Schichten vorkommen. Orbitulitenschichten (Kalke) kommen auch in der Krampen bei Neuberg vor, unterlagert von Konglomeraten; das höchste Glied bilden lichtgraue sandige Mergel oder tonige Sandsteine mit *Pachydiscus neubergicus*. Eine sehr reiche Gliederung zeigt die Gosau von Grünbach bei Wiener Neustadt; hier, wie auch an den meisten Stellen, welche eine ausgeprägte Gliederung haben, treten Schiefertone mit Sandsteinen und Kohlschiefern, Kohlenflötzen, Landpflanzen, Süßwasserkonchylien auf.

Im allgemeinen kann man sagen, daß die Gosau der inneren Gebiete der Kalkalpen einen mehr südlichen Einschlag hat, im Gegensatz zu der Gosau der Randzone, welche flyschähnlich ist; es ist aber unrichtig, daß der nördlich gelegenen Gosau die Rudisten fehlen. Nach GEYER gibt es im östlichen Teile der Kalkalpen (z. B. Weyer, Grünau) Übergänge zwischen typischer Gosau und Kreideflysch. Besonders im Gebiete von Weyer (Fig. 2b) findet eine räumliche Verknüpfung von Gosau und Kreideflysch statt; echte Flyschablagerungen dringen hier in die Kalkalpen ein und überlagern die über ein altes Relief abgesetzten Gosauschichten; zwischen dem Kreideflysch und der Gosau bestehen enge Beziehungen, da die Hangendsandsteine der Gosau nach oben in eine Folge von Kalksandsteinen und Schiefermergel, d. h. in Flysch, übergehen. Im östlichen Teile der Kalkalpen füllt faziell sehr zersplitterte Gosau die Senke von Perchtoldsdorf-Gießhübl aus.

Aus der Fülle der Gliederungen der Gosau treten als besonders wichtig die Nierentaler Schichten hervor, um so wichtiger, als ja diese Fazies sehr verbreitet ist (Anmerk. 10.) Das Meer des Maestrichtien muß in den ganzen Ostalpen einschließlich der Südalpen sehr gleichmäßige Verhältnisse angetroffen haben.

Eine ganz geringe Verbreitung hat das Alttertiär<sup>46</sup>, welches bei Reichenhall (Hallturm, Nierental), Reit im Winkel und Kössen, Häring auftritt. Es ist Eozän.

**D. Ostalpinen Mesozoikum** tritt auch in den **Zentralalpen** auf. Die Münstertaler Alpen am Westrande des von mir zu behandelnden Gebiets zeigen diese Fazies, auf welche kurz so eingegangen werden soll, soweit sie verschieden ist von den Kalkalpen<sup>47</sup>. (Tabelle IV.)

Als Servino bezeichnet man weinrote oder grüne, meist glimmerige, häufig sandige Tonschiefer, die schwer vom Verrukano zu trennen sind. Über das aufgefaltete Grundgebirge transgrediert der Verrukano, eine meist grüngefärbte Folge von Arkosen, Sandsteinen und serizitischen Schieferen; in der Ortlergruppe sind fast nur Serizitschiefer und Serizitphyllite, wobei die Arkosen und Serizitphyllite auf der Münstertaler Gneismasseleiten zur Verrukanofazies des Ortler hinüberleiten. — Aus den grünen Arkosen des Verrukano gehen im Münstertal, Schlinigtal, weniger deutlich auch im Lischannagebiet weißliche Sandsteine hervor, welche nach oben durch Aufnahme von Karbonat lagenweise in Kieselkalke übergehen; das ist der sogenannte Buntsandstein; die Berechtigung dieser Formationsabtrennung ist sehr fraglich; im Ortlergebiet fehlen diese Gesteine vollständig (dort als lokale Bildung der Eisendolomit des Zumpanell, der größtenteils durch Magnesit vertreten wird — Karbon?). AMPFERER-HAMMER sagen, daß die Ablagerungen, welche dem Muschelkalk zugeschrieben werden können, in vertikaler und horizontaler Richtung große Schwankungen zeigen; in einzelnen Gebieten (Jaggl) hat die Fazies große Ähnlichkeit mit dem Karwendel; fraglich ist es, ob die Schichten an der Basis des Ortler dem Muschelkalk oder den Raibler Schichten zuzuzählen sind. Partnachschieften (Mergel mit Baktryllien) sind sehr selten. „In dem am stärksten entwickelten und verbreiteten Gliede der Triasfolge, den Ablagerungen der mittleren und oberen Trias, herrscht im ganzen Umkreis Übereinstimmung.“<sup>48</sup> Charakteristisch sind mächtige graue Dolomite, welche nach oben durch Rät oder Lias wohl abgegrenzt sind und im nördlichen Teile durch Raib-

TABELLE V.  
Ostalpine Fazies in den östlichen Zentralalpen.

|              | St. Paul<br>nach HÖFER                                                                       | St. Paul<br>nach DREGER    | K r a p p f e l d                                                                                                                                    | Mesozoische Insel des<br>Poßruck bei Heil. Geist <sup>1)</sup> | Mandlingzug bei<br>Radstadt                                                                                                      | Gaisberg bei Kirch-<br>berg in Tirol                         |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Miozän       | Grunderschichten des<br>Lavantals                                                            |                            | —                                                                                                                                                    | Miozän der mittelsteiri-<br>schen Tertiarbuch                  | Kohlenführendes Süß-<br>wasser Tertiar von Rad-<br>stadt-Wagrein m. Blöcken<br>von nummulitenführenden<br>Kalke und Sandsteinen. | —                                                            |
| Eozän        | —                                                                                            | —                          | Nummulitenkalk u.-Mergel<br>Flözgebirge<br>(Mergel mit Braunkohlen)<br>Rote fluviatile Tone                                                          | —                                                              | —                                                                                                                                | —                                                            |
| Obere Kreide | Gelblich rötliche Hippuritenbänke<br>mit Sandsteinbänken,<br>Mergelschiefer u. rote Breccien |                            | Kalkmergel, Sandsteine,<br>Hippuritenkalk                                                                                                            | Zementmergel u. Kalke<br>mit Hippuriten u. Sphä-<br>ruliten    | —                                                                                                                                | —                                                            |
| Nor. Stufe   | Kalke und<br>Dolomite                                                                        | Nach DREGER<br>Muschelkalk | Hauptdolomit                                                                                                                                         | Dolomit                                                        | Helle knollige Kalke,<br>vielleicht ein Äquivalent<br>der Dachsteinkalke                                                         | Dolomite mit Gyro-<br>porellen usw.                          |
| Karn. Stufe  | Carditaschichten                                                                             |                            | Oolithische Kalke<br>Mergelkalke mit <i>Cardita<br/>crenata</i><br>Mergelschiefer mit <i>Ha-<br/>lobia rugosa</i><br>Plattenkalke m. <i>Daonella</i> | Reingrabener Schiefer?                                         | ?                                                                                                                                | Breccien, Kalke,<br>Mergel, Sandsteine                       |
| Ladin. Stufe | Dolomite und<br>Plattenkalke                                                                 | Nach DREGER<br>Muschelkalk | Dolomit<br>Grüne Tuffe<br>Dolomit                                                                                                                    | —                                                              | Helle brecciöse Kalke<br>Ramsau-, vielleicht z. T.<br>Hauptdolomit                                                               | Dolomit (Ramsau-<br>dolomit)<br>↓<br>Rauchwacke              |
| Anis. Stufe  | Graue Kalke, von den Werfener<br>Schichten durch Rauchwacke ge-<br>trennt                    |                            | Dolomitischer Kalk<br>Schwarzer Kalk mit<br>weißen Adern                                                                                             | Dunkle Krinoidenkalke<br>und dunkle dolomitische<br>Kalke      | Schwärzliche Kalke und<br>Dolomite                                                                                               |                                                              |
| Skyth. Stufe | Werfener Schichten mit<br><i>Myacites jassaensis</i>                                         |                            | Rauchwacke<br>Werfener Schichten                                                                                                                     | Werfener Schichten                                             | Wenig mächtige, dunkle<br>Schiefer, schwarze, grau-<br>grüne oder rötliche sand-<br>ig-kieselige Gesteine                        | Hellgrüne bis gräu-<br>liche Sandsteine mit<br>Breccienlagen |
| Perm         | Grödner Sandstein u. Verrukano                                                               |                            | Grödner Sandstein                                                                                                                                    | —                                                              | —                                                                                                                                | —                                                            |
| —            | Phyllite fraglichen (vielleicht<br>karbonischen) Alters                                      |                            | Tonschiefer und Dia-<br>bastuffe<br>Kalke und Phyllite                                                                                               | Phyllite                                                       | Phyllite fraglichen kar-<br>bonischen Alters                                                                                     | Wildschönauer Schie-<br>fer; fragliches Karbon               |

<sup>1)</sup> Nachtrag S. 141.

ler Schichten getrennt werden. — Die Ortlertrias ist eine mächtige Folge von Dolomiten und dolomitischen Kalken, in welche drei schieferreiche Horizonte eingeschaltet sind; ein Schieferhorizont fraglichen Alters liegt an der Basis (Muschelkalk oder Raibler?); ein zweites Schieferniveau wird dargestellt durch Kalkschiefer (d. s. FRECHS Pyritschiefer) und Lithodendronkalk; diese Schiefer nehmen ein Niveau unter dem Rät ein, darunter und darüber liegt, in Wechsellagerung verbunden, der Ortlerdolomit; Tonschiefer, schwarze Kalke usw. repräsentieren das Rät. Die Frage nach dem Alter des Ortlerdolomits ist nicht sicher zu beantworten (Norisch?); sicher ist, daß die ganze Ortlertrias viel weniger metamorph ist als die Tribulauntrias. — In der Lischanna-Piz Lad-Gruppe ist Steinsberger Kalk und -Breccie im Lias vorhanden, d. s. Bruchstücke von Dolomit in grauem oder rotem Kalk oder durch rote Tonschiefer verkittet, ferner graue und rote Kalke, Kalkbreccien, rote Tonschiefer; diese in ihrer Mächtigkeit sehr schwankende Serie, wahrscheinlich Unterlias, transgredierend über Hauptdolomit, hat mit dem Lias von Steinsberg nach AMPFERER-HAMMER eine geringe Ähnlichkeit, denn dieser ist mehr dem Lias von Samnaun zu vergleichen. — In der Gegend von Bormio gibt es Hornsteinkalke des Lias, mit Übergängen in das Rät; ferner treten Konglomerate<sup>49</sup> und Kieselkalke des Lias auf, welche in sehr tiefen Lias zu stellen sind; im Val Fraele liegen über Kössener Schichten im Osten Hornsteinkalke, im Westen Konglomerate, die in Kieselkalke des unteren Lias übergehen; darüber liegen typische Allgäu-Fleckenmergel.

Ostalpines Mesozoikum hat eine größere Verbreitung in den östlichen Zentralalpen; ergänzend zur Tabelle V sei bes. hervorgehoben: der untere Dolomit des Krappfeldes, der eine Lage von grünen Tuffen, die *pietre verde* enthält; transgredierend liegt über den älteren Bildungen die Kreide, welche aber samt dem Eozän noch gefaltet ist; die kretazischen Ablagerungen gehören in das Campanien; das Eozän liegt transgressiv über der Kreide. (Nachtrag S. 141.)

**E. Die nördliche Zone des Drauzuges** zeigt eine Fazies, welche direkt den Nordtiroler Verhältnissen zu vergleichen ist; diese Tatsache ist schon bei den ersten Aufnahmen erkannt worden. Die Stratigraphie dieser schmalen Zone kann hier kurz gefaßt werden mit Rücksicht auf die bereits dargestellten Verhältnisse<sup>50</sup>.

Am Südrande von Obir, Petzen, dann in den Gailtaler Alpen und Lienzer Dolomiten treten rote Sandsteine, vergleichbar dem Grödnersandstein (oder dem Buntsandstein z. T.), auch Verrukano auf; diese Gesteine enthalten im letztgenannten Gebiete Stromenden von (Bozener?) Quarzporphyr. Die Werfener Schichten zeigen in den Karawanken dieselbe Zweiteilung wie in den Nordalpen; sie bilden sich, wie in den Gailtaler Alpen, aus dem liegenden Grödener Sandstein langsam heraus. In dem überkippten Profil des Vellachtals bei Eisenkappel gliedert sich der Muschelkalk in die tiefere Abteilung von Dolomiten und dolomitischen Kalken und in die obere Abteilung von mergeligen, knolligen oder plattigen Kalken, welche mit bituminösen Schieferlagen wechseln; der obere Horizont erinnert an die Reiflinger Kalke. In den Gailtaler Alpen treten Gesteine auf, welche an den Guttensteiner Kalk erinnern, dann auch dickbankige, wulstig knollige Kalke, wechselnd mit sandig-glimmerigen Mergeln; sehr oft beobachtet man auch Übergang in Dolomit. Wohlentwickelte Guttensteiner Schichten treten in den Lienzer Dolomiten auf. In den Gailtaler Alpen treten auch Partnachschichten auf, gelagert zwischen dem Muschelkalk und dem Wettersteinkalk; die Benennung ist nur mit Rücksicht auf die nordalpine Entwicklung und die geologische Stellung gewählt, nicht aber paläontologisch begründet. — In dem obersten Teile des erzführenden Kalkes brechen Bleierze ein; in den Karawanken kann man mit derselben Berechtigung von erzführendem Kalk oder Dolomit sprechen; beide lassen sich nicht trennen; die Fauna erinnert an den Latemar- oder Esinokalk; dieselben Gesteine, als Wetterstein- oder erzführender Kalk bezeichnet, treten in den Gailtaler Alpen, Lienzer Dolomiten auf; Wettersteinkalk ist auf dem Nordabhange des Jauken und Reiskofels mächtig entwickelt, während dort auf der Gailtaler Seite nur eine dickere Bank von weißem Diploporenkalk zwischen den Carditaschichten und dem Muschelkalk vorhanden ist oder auch diese fehlt. — Das Carditaniveau zeigt sehr mannigfaltige Gesteine (Schiefertone mit *Hal. rugosa*, Zementmergel, sandig-mergelige Gesteine, Sandsteine vom Habitus der Lunzer Schichten, Kalke, Carditaoolithe); darüber ist Hauptdolomit in der Fazies dünnplattiger, bituminöser Sandsteine entwickelt, und es stellen sich Wechsellagerungen von schieferig-mergeligen Absätzen und dolomitischen Gesteinen ein. Diese Gesteine sind in Küstennähe abgesetzt worden. In den Lienzer Dolomiten zeichnen sich die Carditaoolithe durch die mehrmalige Einschaltung schwarzer mergeliger Schiefer zwischen große Massen von bituminösen Dolomiten und dolomitischen Kalken aus, welche Wettersteinkalk und Hauptdolomit vertreten. — Als Hauptdolomit und Dachsteinkalk werden in den Karawanken jene Gesteine bezeichnet, welche über den Car-

ditaschichten liegen; an manchen Stellen (Nordhang der Petzen) bildet der Dolomit eine bestimmte Stufe über den Carditaschichten, und dann folgt erst der Dachsteinkalk; bituminöse Varietäten des Dolomits erinnern an die Seefelder Dolomite in Tirol. Auch in den Gailtaler Alpen vertreten sich die z. T. dunklen, bituminösen Hauptdolomite und die grauen, in mächtige Platten abgesonderten Kalke, so daß hier eine scharfe Trennung unmöglich ist; in den Lienzer Dolomiten herrscht Hauptdolomit. — Die Kössener Schichten der Karawanken (dunkle, rauchgraue, mergelige Kalke) sind in ihrer Verbreitung an den Lias gebunden. Über dem Hauptdolomit der Gailtaler Alpen folgt ein mächtiger Komplex von blaugrauen bis schwarzen Kalken, von schwarzen Tonmergelschiefern und Mergelbänken, von dunklen knolligen Kalken mit Mergelschieferlagen, von gelbgrauen tonigen Kalken, Korallenkalken, Cyrenenmergeln, Mergelschiefern mit Bakryllien. Im Hochgebirge der Lienzer Dolomiten liegen in engen Mulden dunkle Rätkalke mit Mergeln; dieser Komplex ist mit dem Hauptdolomit durch Übergang eng verbunden. — Am Nordrande der Karawanken treten Hierlatzlias, Fleckenmergel, rote Doggerkalke, oberjurassische Aptychenschichten auf. Lias tritt auch in den Lienzer Dolomiten auf; dessen untere Abteilung (Unterlias) sind dünnbankige, rötlich oder grünlich graue, manchmal hornsteinführende Kalke, welche immer mit grauen Fleckenmergeln vergesellschaftet sind; die obere Abteilung des Lias wird durch eine Lage von bunten Breccien eingeleitet und entspricht ganz den Adnether Schichten (Mittellias). — Obere Kreide, und zwar Rudistenkalk, transgrediert auf dem Ostende der Karawanken; die Fossilien deuten bes. auf Turon hin.

F. An wenigen Punkten sind **paläozoische Gesteine**, durch Fossile belegt, vorhanden; nach deckentheoretischen Gesichtspunkten handelt es sich um Ostalpin. Altpaläozoische Gesteine sind bekannt aus der Grauwackenzone; bestimmtere Versteinerungen des Obersilurs (E) wurden bei Dienten in einem Komplex von schwarzen Ton- und Kieselschiefern, Kalken nebst eisenspatigen Dolomiten in größeren Gesteinszügen und Linsen gefunden<sup>51</sup>. Weitere Funde wurden in der Gegend von Eisenerz gemacht; mit den Dientener Kalken sind wahrscheinlich zu vergleichen die dunklen Kalke der Krumpenalpe bei Vordernberg; am Erzberg selbst wurde in roten und rotgefleckten Kalken mit Krinoiden (Sauburger Kalk) Unterdevon nachgewiesen; am Reiting und am Wildfeld wurde in Kalken Mitteldevon, in Kieselschiefern des Krumpentals wurden Versteinerungen von E gefunden. Sonst aber ist man auf Analogien angewiesen; so z. B. sind wahrscheinlich die rotgeflamten Kalke des Reichensteins mit dem unterdevonischen Sauburger Kalk zu parallelisieren. Bei Kitzbühel<sup>52</sup> wurden hellgraue Krinoidenkalke und graue Kalke mit *Cyathophyllum* ins Devon, Orthocerenkalke in Obere Obersilur, schwarze Kalke, begleitet von grauen und schwarzen graphitischen Tonschiefern ins untere Obersilur gestellt; diese Bestimmungen fußen auf Analogien mit Dienten und den Karnischen Alpen. Aus der tektonischen Stellung heraus, die ganz dieselbe ist wie die bei Dienten, Kitzbühel usw. hat man den Schwazer Dolomit mit dem erzführenden, altpaläozoischen Kalk der Grauwackenzone parallelisiert.

Paläozoische Ablagerungen sind noch bei Graz vorhanden; es ist zu unterscheiden ein unterer und ein oberer Schieferhorizont (Phyllite, Grünschiefer, Diabas), zwischen welche sich Kalk einschleibt (Grenzphyllit, Schöckelkalk, Semriacher Schiefer, Kalkschiefer), der nicht überall vorhanden ist; die ganzen Stufen können durch Kalkphyllite vertreten werden. Darüber liegen Dolomite, Sandsteine und Diabastuffe des unteren, Kalke des oberen Unterdevons und Mitteldevons und bei fehlendem unterem Oberdevon Clymenienkalk.

Der unter dem Devonsandstein usw. liegende Komplex wurde bisher als Silur aufgefaßt<sup>53</sup>; es wurde aber auch eine Parallele mit dem Karbon der Grauwackenzone versucht, was durch Analogien in der Gesteinsentwicklung gestützt wird<sup>54</sup>; nach dieser Auffassung wäre das Devon eine Überschiebungsmasse, und es wäre eine der Grauwackenzone vergleichbare Gliederung erreicht. — Über das Paläozoikum von Graz transgrediert in der Kainach Gosaukreide. (Nachtrag S. 141.)

Unterkarbon ist seit langem bei Nötsch im Gailtal bekannt; es ist eine Marinf fauna mit *Productus giganteus*; ihr Gesteinsbestand setzt sich aus Grauwacken und Konglomeraten zusammen; Schiefer treten zurück; ausnahmsweise

finden sich Kalkbänke; dem Komplex sind Schalsteinkonglomerate eingeschaltet<sup>55</sup>. Fraglich ist das Unterkarbon der Veitsch, dessen Petrefakte nicht aus dem Kalk, sondern aus dem tieferen Schieferniveau stammen; hier reicht scheinbar die graphitführende Serie in das Unterkarbon. Unterkarbon ist der produktenführende Kalk des Triebensteins bei Trieben.

In Graphitschiefern, welche einer Serie von Schiefen und Phylliten des Palten-Liesingtals eingeschaltet sind, wurden Oberkarbonpflanzen des Schatzlarer und Ottweiler Niveaus in der Gegend von St. Michael ob Leoben gefunden<sup>56</sup>.

Die Graphitschiefer, welche häufig Graphit führen, bilden im Verein mit Konglomeraten weithin streichende Züge (graphitführende Serie). Mit den anderen Schiefen der Grauwackenzone (Serizitschiefer, Grünschiefer, Quarzite usw.), welche eine sehr mannigfaltige Serie darstellen, herrscht meist innige Beziehung, welche durch gemeinsame Glieder dokumentiert wird. Es können daher die gewöhnlichen Grauwackenschiefer nicht als Quarzphyllitgruppe dem Oberkarbon gegenübergestellt werden. Eingeleitet wird die Serie von dem sogenannten Rannachkonglomerat, welches, an der Basis des Ganzen liegend, Gneis und Granit der Unterlage nebst viel Quarz in Geröllform umschließt. Es ist aber doch die Frage, ob ein Teil der innigen Beziehungen mit der graphitführenden Serie nicht auf tektonische Mischung zurückgeht, so daß ein kleiner Abstand zwischen den Grauwackenschiefern und der graphitführenden Serie entsteht. Analogien aus den Karawanken sprechen für eine gewisse Trennung.

Ein wesentlich anderes Aussehen hat die Blasseneckserie, die eine höhere Abteilung der Grauwackenzone bildet; sie setzt sich aus mächtigen Effusivdecken von metamorphen Quarzporphyren zusammen, zu welchen Schiefer und klastische Gesteine vom Habitus der Grauwackenschiefer sich gesellen. Die Blasseneckserie liegt als ein scheinbar unabhängiges Element auf den tieferen Grauwackenbildungen; auf ihr Alter kann schwer geschlossen werden; vielleicht gehört sie dem Karbon an (über die Gliederung am Semmering S. 118).

Mit den Grauwackenschiefern sind jedenfalls die Wildschönaner Schiefer zu vergleichen, d. s. epikristalline, graue, grüne oder violette Tonschiefer, reich an klastischen Elementen, an einzelnen Stellen von Gabbro oder Serpentin durchbrochen. Metamorphe Quarzporphyrite und deren Tuffe stecken in ihnen, was eine Analogie zur Blasseneckserie ist.

Mit dem Grauwackenkarbon ist das Tuxer Karbon in der unteren Schieferhülle des Tuxer Kernes zu vergleichen; es zeigt die größte Ähnlichkeit mit dem Karbon von Nöslach am Brenner; im Tuxer Karbon haben häufig zu Serizitschiefern geflaserte Arkosen eine besondere Verbreitung; ferner kommen vor Quarzite, stark graphitische Schiefer, Porphyroide usw.

Auf der Bundschuhmasse liegt das Oberkarbon der Stangalpe; es sind Kalke, Tonschiefer-Phyllite, Konglomerate. Im Kalk, der das Liegendste ist und vielleicht ins Unterkarbon zu stellen ist, treten Spateisensteinlager auf; in den Schiefen und Konglomeraten kommt Anthrazit vor. In wechsellagernden Konglomeraten, Sandsteinen, Sandsteinschiefern liegen die pflanzenführenden schwarzen Schiefer (Ottweiler Stufe). Im allgemeinen ist die Schichtfolge: Kalk; untere Schiefer; Konglomerate; obere Schiefer. In die Schiefer treten Grünschieferlagen ein, welche noch am ehesten niveaubeständig sind. Von Wichtigkeit ist, daß die grauen Schiefer vom „Urtonschiefer“ des mittleren Kärnten und der Alpen überhaupt nicht zu trennen sind. — Auch das Karbon von Nöslach gehört in die Ottweiler Stufe.

Zu erwähnen sind noch die Quarzite, die z. T. karbonisch sind (z. B. Grauwackenzone des Liesing-Paltentals), z. T. als Perm oder Untertrias angesprochen werden; so stellen sie am Semmering ein permotriadisches Transgressionsprodukt vor.

**G. Eine Stratigraphie der kristallinen Schiefer ist nicht aufzustellen; alle diesbezüglichen Versuche sind gescheitert** (z. B. die Gliederung in Quarzphyllitgruppe usw.). Für stratigraphische Versuche kommen nur in Betracht Analogien der Zusammensetzung eines Komplexes und der Tektonik; daraus ergibt sich aber nie eine Sicherheit. Jeder stratigraphische Versuch in zentralalpinen Gebieten muß ganz bes. auch mit der Diaphoritis rechnen; aus diesem Grunde ganz besonders sind frühere stratigraphische Versuche ganz verfehlt<sup>57</sup>.

**H. Im Gebiete der Zentralalpen gibt es einige Schichtsysteme, deren Alter nicht auf direktem stratigraphischem Wege bestimmt werden kann, sondern nur spekulativ erschließbar ist.** Hieher gehören die Kalktonphyllite des Unterengadins, welche **Bündner Schiefer** sind, d. h. Äquivalente jener Schiefer, welche im Gebiete

der Rhone-Rheinfurche und südlich davon eine große Verbreitung haben; für eine Parallele der Schiefer des Unterengadins mit den Bündner Schiefen spricht ihre tektonische Stellung und ihre Ausbildungsweise; denn ein direkter Zusammenhang unter der Masse der Silvretta und dem derselben tektonisch äquivalenten mit den Bündner Schiefen des Rheingebiets ist fast sicher (S. 94). „Den größten Teil des Bündner Schiefer-Gebietes nimmt ein anscheinend einförmig zusammengesetzter Komplex von gebankten Kalken, Kalkschiefern und Tonschiefern ein, welcher von STACHE als ‚Kalkphyllit‘, von anderen Autoren als ‚graue Bündnerschiefer‘ zusammengefaßt wurde.“<sup>58</sup>

Die Altersfrage ist sehr schwierig, um so mehr, als versucht wurde, das Hangende als eigene Deckengruppe abzutrennen; vom Paläozoikum bis zum Oligozän sind alle Formationen für das Alter der Bündner Schiefer herangezogen worden. Im Komplex der Bündner Schiefer des Unterengadins fand PAULCKE Orbitolinen und andere Foraminiferen, womit wenigstens untere Kreide und Tertiär (dieses letztere allerdings fraglich<sup>59</sup>) nachgewiesen ist. Sonst beruhen die Altersbestimmungen auf Analogien (z. B. mit dem Flysch von Elm usw.). Bemerkenswert ist der folgende Satz KOCNS: „Die Frage der Bündner Schiefer ist überdies noch lange nicht spruchreif und keineswegs gelöst; sie werden wahrscheinlich mit den benachbarten Kalken eine große Reihe von Schichten darstellen, die ja ins Tertiär hinaufgehen kann.“<sup>60</sup> AMPFERER-HAMMER haben mit Hilfe von feinkörnigen primären Breccien eine Gliederung versucht und mehrere Horizonte von solchen ausgeschieden; ferner werden die sogenannten Tüpfelschiefer ausgeschieden, d. s. graue, dünntafelige Kalkschiefer, deren mit feinem Glimmerbelag ausgestattete Flächen kleine schwärzliche Tupfen bis kleine Knötchen führen, welche organischer Herkunft, aber nicht zu deuten sind; es fragt sich, ob die Tüpfelschiefer nicht mit den Knötchenschiefern der Tuxer Voralpen und des Prättigau (und mit den Knötchenschiefern im Flysch des Säntis?) zu parallelisieren sind. In die Bündner Schiefer sind grüne Schiefer eingeschaltet; Diabaslager begleiten z. T. die Breccienhorizonte; es gibt sogar nicht selten Wechsel feiner Lagen von kalkigem und von diabasischem Material; Diabase kommen auch als Gänge und Stöcke vor; diese Gänge von Diabas und Diabasporyrit gliedern sich einer Reihe von basischen Gesteinen an, welche als Intrusivmassen gang- oder lagerförmig auftreten; bes. ausgebreitet sind Serpentinmassen, welche in der Gegend von Schuls die Engadinschiefer intrudiert haben. Diese jüngeren Durchbruchsgesteine, welche an einer großen Dislokationslinie aufbrechen, sind deutlich von den deckenartig abgelagerten, effusiven Diabasen getrennt. Von den „grauen Bündner Schiefen“ sind die „bunten“ zu trennen (S. 14). Wenn man ausgeht von der Feststellung des kretazischen Alters der Breccien (S. 12, 14), auch der in den grauen Bündner Schiefen liegenden, dann wäre für die höheren Teile derselben eine Altersbestimmung gegeben; dann bleibt noch ein Antiklinalern von etwa 1000 m Mächtigkeit übrig, für welchen wohl ein höheres (Jura?) Alter angenommen werden muß; diese inneren Teile haben eine große Ähnlichkeit mit der Schieferhülle.

Auch die Bündner Schiefer des Prättigau haben eine einförmige Zusammensetzung (kalkige und kalkfreie Tonschiefer mit Einlagerungen von Sandsteinen und Kalken. Bezüglich des Alters ist man auch hier auf Analogien angewiesen. Durch das Vorkommen von den Tristelbreccien (S. 12) gleichenden Gesteinen muß man auf Vorhandensein von Kreide schließen; auch mit einer eventuellen Beteiligung von Eogen in Flyschfazies muß man rechnen, wenn bisher auch das Vorkommen von Tertiärflysch am wenigsten erwiesen ist. Unmittelbar unter dem Tithon der Aufbruchzone (S. 12) liegen Globigerinenschiefer, welche *Pithonella ovalis* führen und als Seewenschichten erklärt worden sind; ihre Abtrennung von den couches rouges ist schwer, und stellenweise gleichen sie den Knötchenschiefern. Nach STEINMANN gleichen die Bündner Schiefer dem Flysch des Allgäu und der NO-Schweiz. Nach ZYNDEL ist der Kreide-Tertiärflysch des Prättigau tektonisch unabhängig von den Bündner Schiefen SW-Graubündens; er stellt den kretazisch-tertiären Prättigauflysch den nach HEIM wenigstens teilweise liassischen Bündner Schiefen gegenüber; die Grenze zwischen beiden ist nicht nur eine stratigraphische, sondern in erster Linie eine tektonische Linie.

Ablagerungen fraglichen Alters stellt auch die **Schieferhülle der Hohen Tauern** dar, deren Besprechung untrennbar verknüpft ist mit der Erörterung des Zentralgneises und des zentralalpiner oder Tauernmesozoikums. Im Bau

der Hohen Tauern tritt der Gegensatz zwischen Zentralgneis und Schieferhülle scharf hervor<sup>61</sup>. — Der Zentralgneis ist ein metamorphes, z. T. schieferig entwickeltes Intrusivgestein, das eine Reihe von Kernen bildet; diese sind: der Venedigerkern, der im W in zwei gewaltige Zungen ausgeht, in den Tuxer und Zillertaler Kern; der Granatspitzkern, der Sonnblickkern, der Hochalmkern. Diese Kerne zeigen untereinander als auch innerhalb jedes Körpers Verschiedenheiten in Struktur des Gesteins, bezw. dessen granitischen oder tonalitischen Charakter; in den Randgebieten findet sich eine endogene Kontaktzone, ein Wechsel von aplitischen und basischen Lagen.

Die Metamorphose hat die ursprüngliche Erstarrungsstruktur zerstört; die Umsetzungen folgen dem Volumgesetz; z. T. herrscht heftige Kataklyse, die Schieferung ist nicht selten ohne merkliche Kataklyse durch Kristallisationsschieferung erfolgt. In den Zentralkernen kann man nicht Lakkolithen sehen, denn die domförmige Wölbung und das Eintreten von Schieferbändern in den Gneis sind auf tektonischem Wege zu erklären; auch kann man die Zentralkörper nicht Batholithen nennen, denn ihre primäre Intrusionsform ist nicht erweisbar.

Die Zentralgneise sind in die Schieferhülle eingewickelt, in welcher zwei Abteilungen zu unterscheiden sind, die untere, aus kalkarmen oder kalkfreien Silikatgesteinen, denen gelegentlich Kalke eingeschaltet sind, bestehend, die obere, zusammengesetzt aus einem vielfachen Wechsel von kalkarmen und kalkreichen Schiefergesteinen, in welchen Kalk und ursprüngliches Tonsediment nach Art der Mergel sedimentärer Formationen innig vermischt sind; in beiden Abteilungen der Schieferhülle treten Linsen von grünen Eruptiven auf, welche im Verein mit der Schieferstruktur den besten Beweis für die große horizontale Durchbewegung der Schieferhülle bilden. Die petrographische Ausbildung der Schieferhülle zeigt alle Stufen zwischen tonschieferähnlichen Phylliten und hochkristallinen Schiefen; im allgemeinen nimmt die kristalline Ausbildung gegen den Zentralgneis zu. Das Alter der Schieferhülle wurde in sehr verschiedener Weise bestimmt. Wichtige Gründe der Analogie sprechen für ein mesozoisches Alter wenigstens eines Teils der oberen Schieferhülle (siehe unten). Sehr schwer ist das Alter des Zentralgneises festzustellen; wahrscheinlich ist er jünger als die Intrusivgesteine in den Glimmerschiefern südlich der Hohen Tauern (z. B. Antholzer Masse) und ist älter als die Adamello-masse, welche postliassisch ist. Vielleicht kann man den Zentralgneis in das Karbon stellen.

Es ist sehr fraglich, ob der Zentralgneis in der Schieferhülle intrusiv eingedrungen ist, denn Einschaltungen können gedeutet werden als extrusive oder tektonische Einschaltung; denn die Zentralgneise haben eine Faltenstruktur und sind z. Z. liegende Falten. In der Hülle der Venedigergruppe herrscht Durchaderung der Schieferhülle mit Apliten, was sowohl dem West- als auch dem Ostende der Tauern fehlt. Stellenweise (z. B. Hochnarr) herrscht an der Grenze von Gneis und Schieferhülle ein wirres Durcheinander, welches „Durchaderungsstellen“ der Schieferhülle auf tektonischem Wege zu erklären imstande ist. — Am Tauernwestende ist im Zentralgneiskörper eine Trennung einer durch Lagen-gneise, Biotitschiefer, Konglomeratgneise und Porphyrgneise mit Aplit charakterisierter Serie (B-Gneise) von den echten Zentralgneisen durchgeführt worden (S. 100); SANDER sagt, daß wahrscheinlich die typischen Zentralgneise bei der Intrusion die B-Gneise schon vorgefunden haben. Für das Verhältnis von Gneis und Schieferhülle ist es von Wichtigkeit, daß die durch die Tuxer Marmore charakterisierte Hochstegenzone keine Spur von Intrusion von seiten des anstoßenden Tuxer Gneises zeigt, und daß es am Tauernwestende auch Diskordanzen zwischen Gneis und Schieferhülle gibt. Daher ist ein intrusiver Primärkontakt ausgeschlossen.

Am Tauernwestende läßt die Schieferhülle eine intensive Gliederung zu; die tiefste, unmittelbar den Gneisen benachbarte Hauptserie ist in sich und mit den Gneisen verschuppt und verfaltet, wobei zuweilen eine gegen N gerichtete Bewegungstendenz zu erkennen ist. Von den bezeichnenden Gliedern sind als erste Gruppe Konglomerate, Sandsteine, Arkosen, Tongesteine, als zweite Gruppe Kalke und Dolomite festzustellen; Analogien drängen zu dem Schluß, in den beiden Gruppen Permokarbon bis Jura zu sehen. Diese untere Schieferhülle umsäumt das Tauernwestende, findet sich im stratigraphischen Sinne aber auch an der Grenze der Pfunderer Phyllite und Maulser Gneise, in der Matreier Zone, ferner unter und über dem Tribulaundolomit, der vom Dolomit der Schieferhülle

selbst nicht unterscheidbar ist. — Über der unteren Schieferhülle liegt die Hauptmasse der kalkreichen bis kalkfreien Tauernphyllite; dann folgt die Zone der Tarntaler Gesteine, welche zur unteren Schieferhülle viele Beziehungen haben. — Im Venedigerg Gebiet und im Granatpitzkern ist die Schieferhülle von Zentralgneis her mit Apliten usw. durchsetzt; es ist nicht festgestellt, ob diese injizierte Schieferhülle nicht tiefer liegt als die untere Schieferhülle des Tauernwestendes. — Die untere Schieferhülle des Tauernwestendes ist durch die enge Verknüpfung von Kalk (Tuxer Marmor, Hochstegenkalk) mit Quarzit charakterisiert; sie ist gleichzustellen der Greiner Zunge, welche Tuxer und Zillertaler Kern trennt und nur höher metamorph ist als die gewöhnliche Schieferhülle. In der oberen Schieferhülle (Kalk, Glimmerschiefer, Brennerphyllite, Schistes lustrés) ist eine Horizontierung tieferer kalkphyllitischer, höherer quarzphyllitischer Glieder unmöglich, ebenso wenig ist die Gegenüberstellung einer Kalkphyllit- und Quarzphyllitformation berechtigt.

Die Schieferhülle der Tauern wurde von einer Reihe von Forschern dem Lepontinischen System zugeteilt und daher von den ostalpinen Gebieten, welche nach der Auffassung der Deckentheorie über dem Lepontin liegen und dieses im Tauernfenster erscheinen lassen, getrennt. Der von SANDER unternommene Vergleich von Gesteinsgruppen, die die Deckentheorie auf Lepontin und Ostalpin verteilt hat, zeigt, daß die Trennung nicht scharf ist; die Pfunderer Phyllite, Tuxer- und Brenner-Phyllite, die untere Schieferhülle (alles Schieferhülle, Lepontin.) sind durch gemeinsame Fazies mit dem ostalpinen Quarzphyllit südlich von Innsbruck verbunden; dieser letztere ist mit den Stubai- und Ötztaler Schiefen sowie diese mit der Greiner Zunge durch vertikalen Übergang verbunden; die Tarntaler Trias und die Ortler Trias, das Semmeringmesozoikum mit der Maulser Trias, die Tuxer Wacken und die ostalpine Grauwackenzone sind je durch gemeinsame Fazies verbunden. Das heißt also, daß der Gegensatz von Ostalpin und Lepontinisch vollständig verwischt ist.

Der Gliederung am Tauernwestende entspricht jene im Sonnblickgebiet; als unterste Schieferhülle werden Granatenglimmerschiefer, Quarzite usw. bezeichnet, welche, durch das Fehlen von Kalk ausgezeichnet, eng verbunden sind mit der Randzone des Gneises und als das Dach des Zentralgneislakkolithen aufgefaßt werden (im Gegensatz zum Tauernwestende, wo diese Gesteine von der unteren Schieferhülle nicht zu trennen sind). Eine andere Abteilung der Schieferhülle wird gebildet von Marmor, Quarzit, Kalkphyllit, Rauchwacke; es besteht eine bedeutende Ähnlichkeit mit den Radstädter Tauerngebilden. Darüber liegt dann die obere Schieferhülle. Im östlichen Sonnblickgebiet zeigte sich folgende Gliederung:

- I. a) Zentralgneis, lichte Glimmerschiefer mit Konglomeratgneisen und Quarziten.
  - b) Dolomit- und Kalkmarmore, selten Grünschiefer.
  - c) Riffelschiefer (schwarzblättrige Glimmerschiefer; solche Gesteine gibt es auch in der Greiner Zung und in der Hochfeilerhülle).
  - II. a) Quarzite, selten Gneise oder Serizitschiefer, manchmal mit diesen Gliedern verknüpfte Dolomite oder weiße Kalke.
  - b) Kalkglimmerschiefer mit Grünschiefer und Serpentin.
  - c) Arler Kalkphyllit (schwarz, meist dünnblättrig, seltener mit Kalkbänken).
  - III. a) Quarzite, Serizitschiefer (manchmal mit Geröllen von verschiedenfarbigem Quarz, von Granit, Porphyro usw.), Porphyroide, Grünschiefer.
  - b) Klammkalke.
  - c) Klammsschiefer (petrographisch = Arler Kalkphyllit).
- Die Gruppe III gehört nicht mehr zur eigentlichen Schieferhülle.
- IV. a) Quarzite und Serizitschiefer, selten Grünschiefer.
  - b) Kalke und Breccien (oft als zerwalzte Breccien)
  - c) Pyritschiefergruppe.

Nach STARK muß der Wiederholung analoger Glieder die größte Bedeutung eingeräumt werden. Setzt man die gleichen Gruppen altersgleich, so ergibt sich eine Übereinanderschaltung ähnlicher Gruppen. Es ergeben sich nach KOBER folgende Decken: 1. Die Zentralgneisdecken, aus Zentralgneis und unterer Schieferhülle bestehend, von welcher die kalkigen Glieder (Angertalmarmor, Hochstegenkalk, Tuxermarmor) mit dem Radstädter Jurakalk, Quarzite, Geröllgneise, kohlige Phyllite, aber mit dem Karbon-Perm, der Grauwackenzone zu parallelisieren sind. 2. Die Kalkphyllitdecken (Schistes lustrés), deren Altersdeutung in Ermanglung von Vergleichsobjekten unsicher ist; einzelne Gesteine lassen sich mit den Radstädter Tauern vergleichen. 3. Im Osten der Tauern die Klammdecke, welche eine gewisse Gleichstellung mit der Außenzone der Tuxer Phyllite verträgt; sie läßt durch Vergleich mit den Radstädter Gesteinen einen Schluß auf das Alter zu, indem Kalk und Dolomit mit Jura-Trias, die Porphyroide, Konglomerate, Grauwacken usw. mit Karbon-Perm vergleichbar sind.



**I. Das Mesozoikum der Radstädter Tauern** bezeichnet man als zentralalpin; im Schema der Deckentheorie ist es das oberste (Iepontinische) Glied im Aufbau der Hohen Tauern. Es zeigt folgende Glieder: Dolomit, der tieferen Trias zuzuzählen. Rät (am Hochfeind die karpath. Fazies), schwarze Korallenkalke mit Lithodendren, dem nordalpinen Rät gleichend, liegen in der Pyritschiefergruppe; die Pyritschiefer vertreten z. T. noch den Lias; in den Lias gehören weiße, flimmernde Krinoidenkalke und schwarze Kalkschiefer; die Pyritschiefergruppe ist sehr mannigfaltig zusammengesetzt; es treten auf Pyritschiefer, Sandsteine, Dolomite, Eisendolomite, Kalke, Kalkschiefer; man kann eine kieselig-schieferige Ausbildung und eine kalkig-schieferige unterscheiden, von welchen die letztere die Bivalvenlumachellen und Lithodendronkalke umschließt und sehr lebhaft an das ostalpine und karpathische Rät erinnert. Jura ist in weiter Verbreitung als Marmor und Kalk vorhanden; der spärliche fossile Inhalt deutet auf Oberdogger und Malm hin. An das Radstädter Mesozoikum schließt sich das zentralalpine Mesozoikum des Semmering eng an, dessen Rät eine große Ähnlichkeit mit dem ostalpinen hat.

Zur Kritik der Stratigraphie der Radstädter Tauern sei bemerkt, daß einmal die Stellung der Pyritschiefer nicht ganz sicher ist, denn in der Gruppe der Kalkkögel am Brenner gibt es Pyritschiefer, welche der ladinischen Stufe entsprechen; ferner ist es fraglich, ob die Rauchwacken (S. 105), welche als Mylonit angesprochen werden, immer primär ein solcher; Rauchwacken sind leicht mylonitisierbar; **TERMIER** hat die Rauchwacken als einen stratigraphischen Horizont, auch in den Tauern, bezeichnet (das würde die Radstädter Tektonik von Grund aus ändern).

In den Tarntaler Bergen sind nach **HARTMANN** zu erkennen: Raibler (?) Schichten (Quarzite, Dolomite, Rauchwacken usw.), Triasdolomit, mit der Rauchwacken- und den Kössener Schichten untrennbar verknüpft, fossilführende Kössener Schichten (Kalke, Mergel, usw.) und sehr verschiedene Jurasedimente (Kieselskalke, Kieseltonschiefer, Konglomerate usw.) **SANDER** hat aus dem Tarntal Breccien nahhaft gemacht. Weder die Stratigraphie noch die Tektonik des Tarntals ist befriedigend gelöst. — Die Tarntaler Gesteine lassen sich mit Mauls vergleichen, ebenso mit der unteren Schieferhülle. Die Breccien des Tarntals gleichen den Breccien des Rätikons.

Westlich des Brenners erhebt sich eine Serie von Kalkbergen, deren Äquivalenz mit dem Radstädter Mesozoikum vielfach behauptet wurde, aber nicht beweisbar ist. Es treten da Gesteine auf, welche einen ostalpinen Charakter haben; es scheint hier eben das Übergangsgebiet von einer zentralalpinen Fazies in die echt ostalpine Fazies der Kalkalpen vorzuliegen.

Es treten in diesem Gebiete auf Triasdolomite und Kalke (wohl Jura?), ferner Pyritschiefer. Das Rät ist durch Fossilfunde festgelegt; am Kesselspitz ist ein „Normalprofil“ vom Rät zum Lias vorhanden: untere Pyritschiefer, massige weiße Kalke; obere Glimmerkalke und Pyritschiefer, massige graue Kalke; cephalopodenführender Lias. Im Gebiete des mittleren Gschnitztales treten Einschaltungen von Quarzphylliten im Rät auf, welche als Einschreibungen aufzufassen sind. Am Gipfel der Kesselspitze ist Unterlias (roter Kalk) nachgewiesen, dessen Fazies ostalpin ist. Das ist nicht die einzige Annäherung an die nördlichen Kalkalpen; denn es treten auch Carditaschichten auf, welche z. B. am Ampferstein zwei verschiedene Dolomite trennen; im Gschnitztal finden sich öfters Bänder, bestehend aus Tonschiefern, sandigen Kalkschiefern, Oolithen usw. Die Carditaschichten (fossilführend nachgewiesen) zeigen eine Fazies, daß für sie der Name Pyritschiefer paßt. — Vom Fuß der Saile sind *Halobia Lommeli* und Oolithe bekannt (S. 102).

Im Gebiet von Mauls liegt über Phyllitgneis der „Maulser Verrukano“, den **Teller** z. T. als Wackengneise mit Talk- und Chloritschiefer bezeichnet hat; über diesem Komplex liegt erst der typische Maulser Verrukano, in dem Porphyroide und Arkosenmylonite vorkommen und der von der Trias meist durch Tonglimmerschiefer mit Kalklagen getrennt ist. Sichere Trias mit Kalken, Dolomiten steht bei Mauls und Pens an und hat eine auffallende Ähnlichkeit mit dem Semmeringmesozoikum. — Im Kalksteiner Triasvorkommen ist bekannt Verrukano, Sandsteine und Serizitschiefer, wohl Werfener Schichten, Gyroporellendolomit, Bändermarmore, welche an die Kalke von Mauls erinnern; die

## Das zentralalpine Mesozoikum.

|       | Radstädter Tauern                                                             | Semmering                                                                |                                                                      | Kalkberge westlich vom Brenner<br>(Tribulaun, Kalkkögel)                                                                                   |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                               | Sonnwendsteinentwicklung                                                 | Kirchberger Entwicklung                                              |                                                                                                                                            |
| Jura  | Jurakalk, Juramarmor<br>(häufig mylonitisiert)                                | Jurakalk und Marmor                                                      | Jurakalk und -marmor                                                 | Marmore der Telfer weißen Glimmerkalke des Serles, Kesselspitze, Tribulaungebiet                                                           |
| Lias  | Pyritschiefer und weiße flimmernde Krinoidenkalke, schwarze Kalkschiefer      | Blaue Bänderkalke und Pentakrinitenkalkschiefer mit Tonschiefern         | Bänderkalke und Plattenkalke vom Typus der Pentakrinitenkalkschiefer | Unterlias der Kesselspitze (graue Kalke, rote Schiefer und Kalke)                                                                          |
| Rät   | Pyritschiefer mit Dolomiten, blaugrauen Kalken, Kalkschiefern, Eisendolomiten | Schwarzblaue Rätkalke und Dolomite, Eisendolomite, Kalk mit Rätschiefern | ?                                                                    | Pyritschiefer der Kalkkögel, Serles, Tribulaungebiet                                                                                       |
| Trias | Diploporendolomit                                                             | Diploporendolomit                                                        | ?                                                                    | Dolomit<br>Dolomit (Hauptdolomit)<br>Tonschiefer mit Cardita und Halobia im Gschnitz und in den Kalkkögeln<br>Dolomit (Wettersteindolomit) |

Fazies hat „Anklänge an das Lepontinische“, ist aber durch den Verrukano als echt ostalpin gekennzeichnet.

Das Mesozoikum des Brenners unterscheidet sich von dem Münstertaler Mesozoikum (S. 44) durch das Fehlen der mächtigen Entfaltung der permisch-untertriadischen Sandsteine und Arkosen und der anisich-ladinischen Kalke und Dolomite; nur die Fazies des Ortler nähert sich der zentralalpiner Ausbildung. — Von großer Bedeutung ist einerseits der Vergleich zwischen den Tarntaler Gesteinen und der unteren Schieferhülle, welcher einen Schluß auf das Alter der letzteren gestattet, andererseits aber die Parallele zwischen den Tarntaler Gesteinen (im Sinne der Deckentheorie lepontinisch) und der Maulser Trias (welche als ostalpine Wurzel angesprochen wird). Vom Standpunkte der Deckentheorie bezeichnet man als lepontinisch die Schiefer des Prättigau und des Unterengadins, die Schieferhülle und das Tauerndeckensystem (Radstädter-, Brenner-Mesozoikum), als unterste ostalpine Decke wird die Silvretta und deren Äquivalente angesehen<sup>62</sup>. Durch die Verknüpfung der Zentralmassen mit der Schieferhülle sind die Tauern wohl charakterisiert; im N. ist ein anderes Gebirge vorhanden, das die Deckentheorie als ostalpin ansieht und in die Stellung eines schwebenden Vorlandes zu den Tauern bringt, was ebenso, wie der Wurzelcharakter des Gebiets südlich der Tauern, fraglich ist. Es ist ganz wesentlich, daß sich unter den Gesteinen des Tauernkörpers und denen des (ostalpinen) Rahmens vergleichbare Typen finden. Die Quarzphyllite von Innsbruck sind nach den bisherigen Übersichten ostalpin; sie sind nach SANDER mit den Gesteinen der Schieferhülle ebenso wie die Tuxer Wacken mit den Gesteinen der Grauwackenzone durch gemeinsame Fazies verbunden; d. h. also, daß der Unterschied von Ostalpin und Lepontin sich verwischt; der Vergleich zwischen beiden geht weiter; im Nöslacher Karbon kehren Typen der unteren Schieferhülle wieder, so daß also die Tribulauntrias, auf welcher das Karbon liegt, gleichsam eine höhere Decke gleichen Materials ist der Schieferhülle gegenüber; auch der Eisendolomit ist in Ostalpinem (Karbon) wie im Lepontin (Tauerndecke) zu treffen; wenn man die vortriadischen Gesteine von Ostalpin und Lepontin vergleicht, wie SANDER es z. B. für den Semmering getan hat, dann ergibt sich eine bedeutende Kongruenz. — Die Parallele des Radstädter Mesozoikums mit dem des Brenners, das nach der Deckentheorie auch lepontinisch ist, hinkt, denn am Brenner (z. B. Saile) ist direkt die Fazies der nördlichen Kalkalpen vorhanden; man muß entweder annehmen, daß hier ein Übergang der Tauernfazies (um nicht Lepontin zu sagen) zum Ostalpin stattfindet oder sich schon vollzogen hat, oder man muß dem Mesozoikum der Saile eine tektonisch höhere Position verleihen; in beiden Fällen kommt das einer Annullierung des Fenstercharakters der Tauern gleich, denn für beide Fälle gibt es keine Trennung zwischen Ostalpin und Lepontin.

Von wesentlicher Bedeutung ist die Feststellung SANDERS, daß sowohl stratigraphische Beziehungen zwischen den Turracher Glimmerschiefern (S. 114) und der unteren Schieferhülle des Hochfeiler bestehen, als auch die Greiner Zunge und die Gesteine des Stubai durch vertikalen Übergang verbunden sind. So verwischt sich der von der Deckentheorie proponierte Gegensatz von Ostalpin und Lepontin.

K. Das Tertiär des Alpenvorlandes und des Ostrandes der Alpen, welches letzteres vielfach über die alpinen Gesteine übergreift, fällt außer den Rahmen dieser Erörterungen. In den Alpen hat Jungtertiär eine bes. auf die großen Talfurchen des Ostens beschränkte Verbreitung<sup>63</sup>.

Fragliches Jungtertiär gibt es im Unterinntal (Konglomerate der Hermannsquelle bei Kufstein) und bei Salzburg (Mönchsbergkonglomerat). Im Ennstal hat das Jungtertiär eine etwas größere Verbreitung; hieher gehört das Nummulitenkalk-Blöcke führende Süßwassertertiär von Radstadt, das in Triaskalke eingeklemmte, 1700 m hoch liegende, braunkohlenführende Tertiär der Stoder Alp, dessen Äquivalente, bei Gröbming-Wörtschach 900 m tiefer liegend, bedeutende postmiozäne Verstellungen des Gebirges anzeigen; es sind Sande mit Mergellagen. Mit diesem, wohl Pitten-Eibiswald zu parallelisierenden Jungtertiär sind wohl auch die Augensteinkonglomerate der Kalkplateaustöcke in Kausalnexus zu bringen.

Im oberen Murtales (Schöder, Lungau usw.) sind jungtertiäre Mergel und Konglomerate vorhanden. Am Rande des Judenburger Beckens sowie im Sekkauer Becken sind kohlenführende Jungtertiärbildungen vorhanden (Mergelschiefer, Lehm, Sand, Schotter). Ähnlich sind die Verhältnisse bei Leoben, Trofaiach und Parschlug; bei Leoben ist eine sogar überkippte Stellung des Tertiärs vorhanden; im Mürztal geht das Tertiär bis Mürzzuschlag; auch in Seitentälern (Turnau) ist solches vorhanden.

Im Klagenfurter Becken hat neben Glazialbildungen das miozäne Sattnitzkonglomerat eine große Verbreitung, das bis in die Gegend von Bleiberg reicht und den Nordrand der Karawanken konstant begleitet; gegen diese wölbt es sich zu einer Antiklinale

auf. An verschiedenen Stellen treten in der tonigen Unterlage Braunkohlen auf. So begleiten den Außenrand der Karawanken in rasch wechselnder Ausdehnung mächtige fluviatile und limnische Bildungen; obermiozäne Konglomerate greifen tief in die Karawanken ein. In die Gegend von Windisch-Graz reichen von S her marine miozäne Ablagerungen entlang der Störung Weitenstein-St. Leohard weit in die Alpen hinein, und bis in das Lavanttal erstreckt sich ein Arm von Grunder Schichten. Zu erwähnen ist noch der Tertiärzug (Eibiswalder Schichten) der, synklinal gebaut, zwischen dem Bacher Hauptkamm und dem Drautal sich erstreckt (S. 115).

Zu erwähnen sind noch die Bildungen des Eiszeitalters<sup>64</sup>, welches den größten Teil der Alpen unter Eisbedeckung stellte. Es sind da außer der Anschüttung von Moränen noch anzuführen die großen Verschüttungen der Täler (z. B. Inntal) bzw. der Überschüttung der Gehänge, welche im Diluvium geschah. Mit Sicherheit lassen sich (Profil von Hötting) in den österreichischen Alpen zwei Vereisungen erkennen. Von geringer Bedeutung sind die postglazialen Veränderungen.

### III. Tektonische Beschreibung.

Den Alpen steht das **Alpenvorland** fremd gegenüber, dessen Tertiär und jüngere Gebilde sie von dem böhmischen Massiv und der mitteldeutschen Gebirgsschwelle trennen; das Alpenvorland ist eine verschüttete Geosynklinale oder auch eine Art von Vortiefe. Das Tertiär des Alpenvorlandes wird von der Molasse aufgebaut, von welcher an den Rand der Alpen nur der oligozäne Anteil herantritt. Die Molasse bildet am Saum der Alpen eine Antiklinale, die sich von der Schweiz her deutlich bis an die Iller erkennen läßt; die Molasse taucht unter den Flysch oder die Grenze steht senkrecht und es herrscht eine intensive Anpressung der Alpen an die Molasse. Auf Schweizer Boden wurde das Ergebnis gezeitigt, daß die Molasse vor der An-schiebung der helvetischen Decken schon ein zertaltes Gebirge war, wogegen einzuwenden ist, daß durch die Deutung der Molasse als selbständig von den Alpen die nur im Anschluß an die alpine Bewegung verständliche einseitige Struktur der Molasse ganz rätselhaft gemacht wird<sup>65</sup>. Auch zwischen der Iller und Salzach überschiebt die Flyschzone noch die Molasse, welche selbst stark gestört ist. Von der Salzach gegen Osten sind die Beziehungen der Tertiärs des Vorlandes zum Flysch größtenteils verhüllt. Erst im Tullner Becken und der Umgebung von Wien ist eine Gliederung des Vorlandes vorhanden, ähnlich der des Westens; auch ist es wahrscheinlich, daß die Antiklinale weiterläuft<sup>66</sup>. Es ist klar, daß die Südgrenze der Molasse eine sehr wichtige Linie ist, eben jene tektonische Linie, welche die Alpen unzweideutig gegen N. begrenzt. Es kann aus der geradlinigen Grenze nicht auf eine vertikale Bewegung geschlossen werden, sondern es handelt sich um eine Anpressung der Alpen an die Molasse.

Als **Flyschzone** ist jenes Glied der Alpen zu definieren, welches zwischen der Südgrenze der Molasse und der Überschiebung der Kalkalpen liegt; die letztere Grenze ist dort unscharf, wo der Flysch in den Bau der Kalkalpen eindringt (S. 44). Der westliche Teil der Flyschzone nimmt eine Sonderstellung ein; denn hier ist noch ein Äquivalent der helvetischen Decken vorhanden, welche über die Senke des Rheins streichen. Es sind östlich vom Rhein zwei Verbreitungsgebiete von helvetischen Gesteinen vorhanden, der Fläscherberg und der Bregenzer Wald.

Die helvetische Fazies des Fläscherbergs wird gleichsam erdrückt von den höheren tektonischen Elementen (Rätikon usw.); der Fläscherberg, der eine Fortsetzung der Churfürsten ist, zeigt einen nicht komplizierten Bau von NO streichenden, gegen NW überliegenden Falten. Die Beziehungen der helvetischen Fazies zum sich hoch darüber erhebenden Falknis können nicht direkt beobachtet werden; es kann nur aus der tiefen Lage der helvetischen Gesteine derselbe Schluß gezogen werden, wie er aus der Beobachtung der Beziehungen der helvetischen Zone des Bregenzer Waldes zu den Kalkalpen hervor-

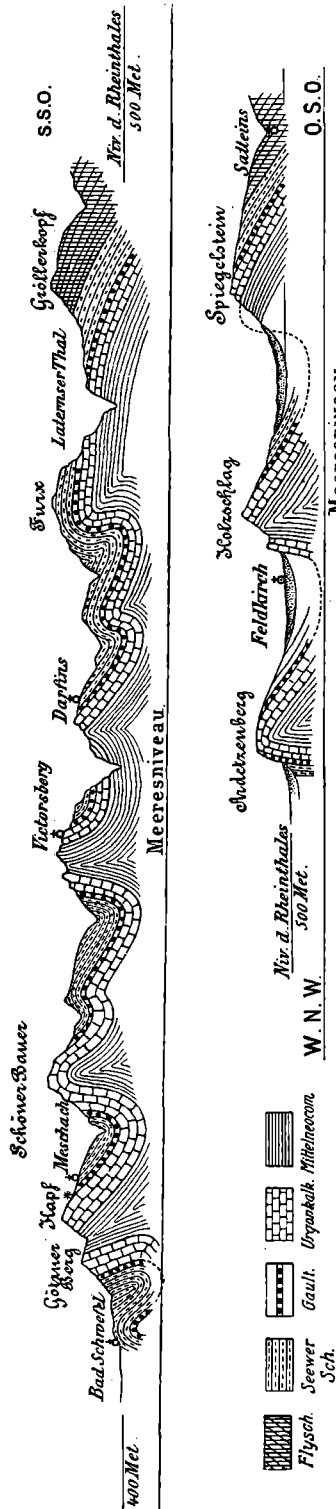


Fig. 3. Profile durch das Westende der Vorarlberger Kreideketten, nach Vacek, Ib. 1879.

geht. — N. des Fläskerbergs liegt an der Basis des Rätikons (Vaduz, Triesnerberg usw.) Flysch, der von der Trias des Rätikons überschoben wird; dieselbe Stellung hat auch der Flysch südlich von Feldkirch und Nenzing und weiter gegen Osten.

Aus dem von den Kalkalpen überschobenen Flysch taucht das Vorarlberg-Allgäuer Kreidegebirge heraus, welches auch im N von einer Flyschzone begleitet wird. Die Kreidezone hat einen sehr klaren Faltenbau (Fig. 3). Im westlichen Teile lassen sich acht Kreidewellen unterscheiden, die, mehr oder weniger gegen N überkippt, sich rasch gegen O zu herausheben; die Stellung des Nordschenkels der Kreidewellen ist nicht konstant, denn der steilste Schenkel wird oft zum liegenden; die Wellen steigen im Streichen auf und ab. Im westlichen Teil sind die vier nördlichen Wellen von den südlichen getrennt durch das Flyschgebiet von Klaus und der Hohen Kugel, welches wahrscheinlich die Fortsetzung der Amdener Mulde zwischen Säntis und Churfürsten ist. — Nördlich von der Kreide liegt bei Dornbirn Flysch, der im Gebiete des Hochälpe gegen die Kreide vorgreift, wobei ihn ein Dislokationskontakt mit Reibungsbreccie von dieser trennt. — Der mittlere Teil des Bregenzer Waldes ist ausgezeichnet durch das Auftreten eines Gewölbes von Jura (Canisfluh - Mittagsfluh), das im W allmählich aus der Kreide hervortaut und im O unter diese in Staffelbrüchen niedersinkt. Die Wellen haben in diesem Teil keinen so regelmäßigen Verlauf wie im W. (Fig. 4). Das erwähnte Juragewölbe ist eine schiefe, in sich gefaltete und durch Überschiebungen und Verwerfungen gestörte Antikline, an welche sich im N. regelmäßig die gefaltete Kreide anlehnt; deren Falten sind oft stark gestört und liegend. — Die im Süden der Jurainsel liegenden Berge zeigen regelmäßigen Bau; die auf dem Jura liegende Kreide ist scharf gefaltet und von S her durch die innere Flyschzone überschoben; die Faltung ist so lebhaft, daß jüngere Kreide in ältere eingequetscht ist; die Falten sind stark nach N überlegt; an der Überschiebung durch den Flysch ist dieser mit Seewenschichten intensiv verknetet. — In dem östlich folgenden Gebiete des Hohen Ifen-Didamskopfs ist die helvetische Kreide in deutlicher Weise überkippt. — Im östlichen Bregenzer Wald spielen neben den Falten auch Überschiebungen eine große Rolle; das Kreidegebirge taucht unter den Flysch. „Sechs große Überschiebungslinien, die mehr oder weniger O—W streichen, folgen in der Richtung von N nach S aufeinander und zerlegen, da von den mittleren vier zwei einen Flyschstreifen einschließen, den ganzen östlichen Teil des Kreidegebirges in drei sehr ungleiche Bezirke;“<sup>67</sup> in der Kreide dieses Abschnittes herrschen ruhige und einfache Faltenbilder. Jedenfalls ist das bedeutendste tektonische Moment in der Überschiebung des südlichen Flysches über die Kreide zu sehen.

Ein paar Worte mögen über den Anschluß des Vorarlberger Kreidegebirges an die Schweiz gesagt werden. Für den Säntis ist es keine Hypothese, daß er eine mit anormalem Kontakt an dem Vorland brandende Decke ist; jede Falte des Säntis sinkt selbständig, sich verflachend



unter den Flysch, bevor sie den Rhein erreicht, und nur die südlichste und längste der großen Sántisfalten, die Hochkastenfalte, die zwar auch sinkt, gewinnt an Breite und erreicht den Rhein; staffelartig, durch Brüche verursacht, sind die überliegende Hochkastenfalte zum Rhein, wobei die Brüche ein Verflachen der Faltung — „Abfaltung“ (BLUMER) — bedeuten. Eine Reihe von Inselbergen, die aus dem Rheintal aufragen, vermittelt den Anschluß an die Vorarlberger Kreide, wobei die Frage nicht sicher zu lösen ist, ob in den Kreidewellen des Bregenzer Waldes nur eine Vertretung der Hochkastenfalte vorhanden ist. Das Faltensinken zum Rhein wird mit einer präalpinen Senke erklärt (S. 1).

Aus den tektonischen Verhältnissen der Schweiz muß man für den Bregenzer Wald die Wurzellosigkeit postulieren; Beweise können dafür auf rechtsrheinischem Boden nicht gefunden werden. Wie beim Grünten (S.59) sprechen auch im Bregenzer Wald die leichtgeschwungenen Falten für freie Beweglichkeit und Loslösung vom Untergrund<sup>68</sup>.

Der Flysch im Süden der Kreide liegt auf dieser und taucht unter die Kalkalpen; mit dem Flysch ist am Überschiebungskontakt manchmal Seewerkreide verbunden. Über die Stratigraphie des Flysches ist wenig bekannt; es sind aber sichere Anzeichen vorhanden, daß auch hier Gesteine vorhanden sind, welche mit dem präalpinen Flysch (ARN. HEIM) zu vergleichen sind.

Der Flysch im Norden der Kreide nimmt vom Rhein bis in die Gegend von Andelsbuch so an Breite ab, daß er fast verschwindet, und verbreitert sich gegen O stark. Der Bau ist auch hier nicht einfach, da es mehrfache Wechsellagerung zwischen Flysch und Seewer gibt, welche getrennt werden durch anomale Kontakte. — Im allgemeinen ist die äußere Flyschzone über die Zone der Molasse überschoben oder wenigstens an diese angeschoben; denn die Grenze steht oft senkrecht und fällt sogar gegen N. Zwischen der Bregenzer und Dornbirner Ache stößt die Molasse meist an Kreide.

Bemerkenswerte Erscheinungen finden sich im Grenzgebiete von Molasse und Flysch zwischen Bolgenach und Iller<sup>69</sup>; es finden sich sehr kleine Vorkommen von obersäoniger Kreide (Mergel, Sandstein, glaukonitischer Sandstein) ganz im Gebiete der Molasse oder an deren Grenze; ebenso tritt auch Eozän (sandige glaukonitische Kalke usw.) auf. Diese kleinen Partien können ohne eine bedeutende Horizontalbewegung nicht erklärt werden. Sehr charakteristisch ist es, daß die Querbrüche der Flyschzone nicht in die Molasse zu verfolgen sind, woraus nicht zu schließen ist, daß die Querbrüche älter sind als die Grenze zur Molasse.

Die nördliche Flyschzone zeigt klippenförmiges Auftreten von Gesteinen, die zur ostalpinen Fazies nahe Beziehungen haben. Die Klippen des Feuerstätter Kopfes, Schelpen, Ränktobels<sup>70</sup> bestehen aus oberjurassischem Aptychenkalk, der von Flysch umgeben wird. Die Klippen sind in den fertigen Flysch hineingedrückt worden; wahrscheinlich haben sie ihre steile Stellung bei der Faltung des Flysches erworben. Mit großer Wahrscheinlichkeit sind die Klippen in eine Reihe zu stellen mit den Schubfetzen an der Basis der ostalpinen Decke; dabei braucht man nicht an eine so weite Erstreckung der ostalpinen Decke zu denken; die heutige Position kann leicht erklärt werden durch Faltung, d. h. sie ist dadurch von den Kalkalpen, von welchen sie stammt, entfernt worden. Möglicherweise ist die Klippe eine randliche Ableitungsmasse, stammend von einer kalkalpinen Schubmasse, ein „Schichtschlitten“, wie AMPFERER sagt. Es erscheint fraglich zu sein, ob man die Bolgenblöcke nicht auch als Schubfetzen, stammend von der Basis des Ostalpinen, nehmen soll.

An der Iller erlischt die helvetische Zone des Bregenzer Waldes, und beiläufig 10 km weiter nördlich taucht am Rande der Alpen die helvetische Kreide des Grüntens auf, welche nicht die nach N verschobene Fortsetzung der Kreidezone ist, sondern der Stirnrand der von SO hergeschobenen und gegen NW vorge-schleppten Kreidezone; es ist die Kreidezone östlich des Illertals von der Masse der Kalkalpen gegen N und NW gedrängt und unmittelbar an die Molasse heran-gerückt<sup>71</sup>. Der Grüntens wird von drei Hauptfalten, welche schiefe Gewölbe dar-

stellen, aufgebaut; an die Kreide lehnt sich im S mächtig entwickeltes Eozän, das stark zusammengeschoben, tektonisch angehäuft ist. Das Eozän taucht gegen S unter den Flysch.

Die Kreide des Grüntes zieht gegen Osten als ein schmaler Streifen weiter, der scharf zusammengeschoben ist und keinen Faltenbau mehr zeigt. In einzelnen Hügeln erreicht die Kreide den Freiberg. — Am Ausgang des Lechtals liegen unter Diluvium wenige Flyschhügel; erst in den Trauchbergen zwischen Lech und Ammergau erhebt sich der Flysch zu einer Bergkette; hier finden sich an der Halbammer auch Nummulitenschichten. Östlich der Ammer liegt eine mächtige Entfaltung von Flysch. In der Bucht des Eschenloher Moores, wo ganz isoliert Gaultgrünsande und Seewerkalke auftreten, ist die Flyschzone unterbrochen<sup>1</sup>; bei Groß-Weil liegt mitten im Flysch ein braunroter Transversariuskalk, der, wenn er wirklich anstehend sein sollte, wohl als Schubfetzen gedeutet werden müßte. Bis zum Kochelsee bildet die Flyschzone nur niedrige Hügel. Zwischen Enzenau und Tölz gibt es am Nordrande des Flysches, unter diesem, Nummulitenschichten und Kreide; diese Kreide des Stallauereckes ist sehr scharf gefaltet und geschuppt. Die Flyschzone erleidet durch den Tegernsee, Schliersee und das Fischbachauertal eine Unterbrechung, bevor sie den Inn erreicht; auch in diesem Abschnitt treten kretazische Bildungen auf (Grünsand im Gaisachtal bei Tölz, Marienstein bei Tegernsee, bei Schliersee, wo eine kompliziert gebaute Aufschuppungszone vorliegt, usw.); südlich der Kreide liegt der Flysch, über welchen bei Schliersee das Ostalpine mit einer nicht sehr stark geneigten Überschiebungsfläche geschoben ist. — Im breiten Inntal tritt neben Flysch auch Eozän auf. Dann folgt für die ganze Flyschzone eine Unterbrechung, und erst östlich des Chiemsees setzt sie wieder ein. Zwischen Bergen und Teisendorf ist die Grenze gegen die Molasse ganz steil; südlich von dieser liegt Oberkreide und Eozän; dann folgt eine Verwerfung, an welche Kreide herantritt, welche das Liegende einer Eozänmulde ist; darauf folgt ein Kreidesattel, dessen Kern sehr stark reduziert ist; ein weiterer Bruch (sollten das nicht Aufpressungslinien, Schubflächen sein?) trennt das Mitteleozän dieses Sattels von der liegenden Kreide des darauffolgenden Komplexes von Mittel- und Untereozän im südlichen Hangenden. Südlich von diesem kompliziert gebauten Gebiete, das bis Teisendorf hinzieht, liegen breite Komplexe von Nierentaler Schichten und von Flysch, welche letzterer mit einer fast senkrechten Störung an die Kalkalpen stößt. — Im Kressenberger Gebiete sind zwei durch Kreidemergel getrennte Hauptzonen mit Eozän im Hangenden vorhanden; hier ist keine Mulden- und Sattelbau mehr nachweisbar; alle mitteleozänen Einzelzüge sind durch Längsverwerfungen getrennt.

In der ganzen Zone von der Iller an gegen Salzburg tritt es klar hervor, daß man von der helvetischen Serie (Kreide-Eozän) den daraufliegenden überschobenen Flysch trennen muß. Der Flysch selbst ist durch isoklinale, gegen Süden verflachenden Schuppenbau charakterisiert; aufgelagert (?) sind dem Flysch an manchen Stellen Nierentaler Schichten und Eozän. — Bei Salzburg ist eine Unterbrechung der Flyschzone und Verschiebung gegen N vorhanden; es ist fraglich, ob man von einem Einbruch von Salzburg reden kann; vielleicht ist auch eine solche Senkung im Streichen vorhanden wie beim Rheintal<sup>71a</sup>.

Östlich von Salzburg hat die Flyschzone eine große Breite, ist aber stark durch Diluvium verhüllt. An einzelnen Stellen fand sich Eozän; der größte Teil aber ist (Muntigler) Kreideflysch. Im Profil von Mattsee liegen Nierentaler Schichten, Eozän und Flysch übereinander. Im Gschlifgraben bei Gmunden ist Flysch mit Nierentaler Schichten und Eozän verschuppt und verquetscht; das Eozän ist eine Wechsellagerung von Schieferton, glaukonitischem Sandstein, Kalksandstein, mit welchen Brauneisenstein oder Bohnerz führende Sandsteine verbunden sind,

<sup>1</sup> Siehe Nachtrag S. 141.



Konglomerate mit Geröllen von Granit usw. — Östlich vom Traunsee verringert sich die Breite der Flyschzone; es treten Züge von Kreideaptychenkalken auf. Am Kalkalpenrand liegen eigenartige Konglomerate mit exotischen Geröllen, welche an den Bolgen erinnern.

Sehr interessante Verhältnisse zeigt der Pechgraben bei Weyer, wo Grestener Schichten den Granit des L. von Buch-Denkmal umhüllen; in der Umgebung tritt eine Durchdringung von Flysch und Kalkzone auf. Auch Eozän ist im östlichen Teile der Flyschzone vorhanden; der Greifensteiner Sandstein wird zu diesem gestellt. — Weiter im Osten liegt bei Kilb ein großes Serpentinvorkommen, das von neokomem (?) Kalk umgeben wird; die tektonische Deutung des Serpentin ist durchaus unsicher. — Die sicheren Kenntnisse über die Flyschzone von der Enns gegen Osten sind minimal, da die größte Unsicherheit in der Stratigraphie herrscht. Im Gebiete des Wiener Waldes sind auch kretazische und eozäne Gesteine vorhanden, deren Abgrenzung aber unsicher ist. Der Bau scheint nicht gleichartig zu sein, da sowohl ruhiger Faltenbau als auch Überschiebungen vorhanden sind; auch gegen S. blickende Falten fehlen nicht<sup>72</sup>. Vielfach herrscht in der Flyschzone Schuppenbau, sowie in ihrer Fortsetzung jenseits der Donau. Besonders am Außenrand des östlichen Teils der Flyschzone herrschen bemerkenswerte Verhältnisse; es läßt sich im Tullner Becken über lebhaft gefalteten Gesteinen des Vorlandes (Buchbergkonglomerat, Melker Schichten) der flach darübergeschobene Flysch beobachten; im Flysch selbst herrscht Schuppenbau, in welchem noch die Braunkohle von Starzing und Melker-Schichten, d. h. also Tertiär des Vorlandes einbezogen ist. Die tektonische Stellung im W und O ist daher dem Vorland gegenüber dieselbe<sup>1</sup>.

Die Trennung des Flysches in einen beskidischen und einen subbeskidischen Anteil wie in den Karpathen ist in der Flyschzone der Ostalpen unmöglich. Im Flyschgebiet fehlt überall die Möglichkeit für die Beurteilung einer Detailtektonik; es ist daher ganz unmöglich, die Mächtigkeit der eigenartigen Flyschsedimente zu beurteilen. — In der Gesamtheit der Erscheinungen zeigt die Flyschzone eine Bewegung gegen Norden zu; daran ändern auch gegen Süden blickende Falten kaum etwas.

Die **nördlichen Kalkalpen** erscheinen an der Rheinlinie als ein neues Glied im Aufbau der Alpen. An der Rheinlinie sinken die autochthonen Schweizer Zentralmassive mit der ihnen auflastenden Deckenserie unter die Ostalpen hinab. Die Ostalpen liegen über den Westalpen; es kann daher zwischen beiden keine Grenze im Sinne früherer Abtrennungsversuche geben. Die allgemein tektonische Position der Kalkalpen hat die Deckentheorie unter dem Gesichtspunkte der Wurzellosigkeit betrachtet; die Hauptstütze ist dafür die bereits von F. v. RICHTHOFEN (1859) erkannte Tatsache, daß der Flysch im N, W und S unter den Rätikon einfällt. Vom ganzen Nordrande der Kalkalpen ist keine Tatsache bekannt, welche dem Satze ernstlich widersprechen würde: „Die Kalkalpen sind auf den Flysch geschoben.“ Scheinbare Ausnahmen (z. B. Gebiet von Weyer) bestätigen nur die Regel. — Der Rätikon wird auf drei Seiten von Flysch unterlagert, auf der vierten Seite liegt das Kristallin der Silvretta, das aber wieder von Mesozoikum unterlagert wird. — Die Kalkalpen sind im Sinne der Deckentheorie eine wurzellose Masse. Festzustellen ist, daß nur die kleinen Überschiebungen nachzuweisen sind. Die von der Deckentheorie postulierte tektonische Stellung der Kalkalpen als wurzellose Masse kann indirekt erschlossen werden, gleichsam aus der Summe der kleinen Bewegungen, nämlich aus der Stellung zum Flysch und aus der Auflagerung der Kalkalpen auf die Bewegungssysteme der Kalkalpen. Die Deckennatur der Kalkalpen ist nicht nachweisbar, sondern nur die Forderung der theoretischen Überlegung, welche annimmt, daß die Kalkalpen von einer weit im Süden gelegenen Wurzel abstammen. Im Sinne der Deckentheorie sind die Kalkalpen eine Decke

<sup>1</sup> Siehe Nachtrag S. 141.

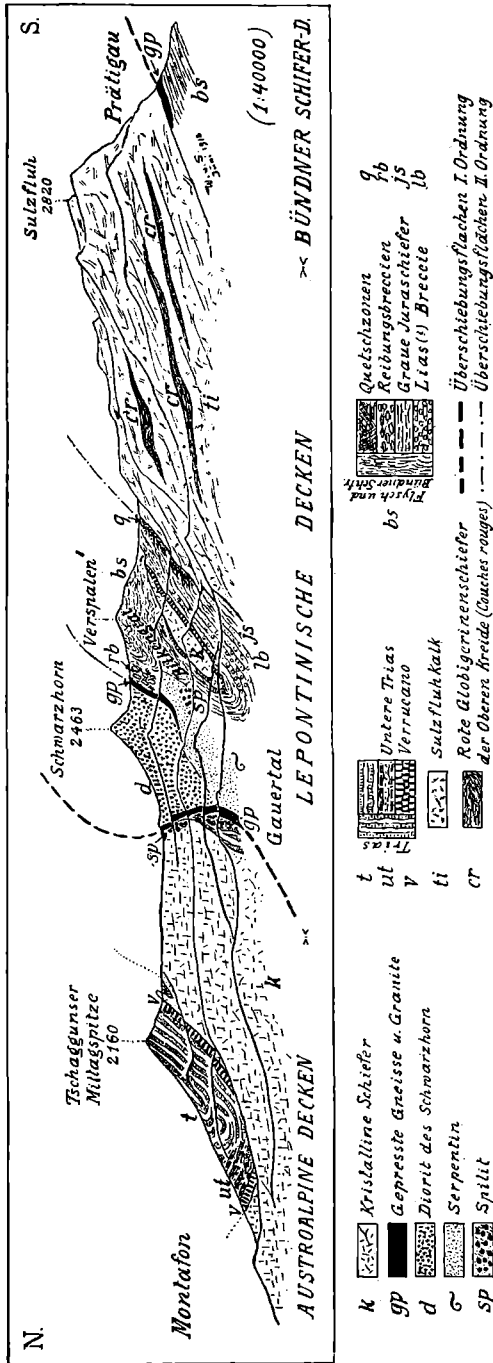


Fig. 5. Profil durch die Aufbruchzone des Rätikons bei Tilsuna. Nach v. Sennitz, Geol. Rundschau III.

I. Ordnung. Im Anschluß an die Studien von AMPFERER-HAHN werden hier unterschieden folgende Einheiten: die bajuvarische Einheit, welche in die Schuppen der Randkette, in die südlich folgende Hauptdolomitmasse und die Mulde von Thiersee zu gliedern ist, die tirolische Einheit, welche in die Wettersteinscholle und die Inntaldecke zerfällt, die juvavische Einheit<sup>73</sup>.

In regionaltektonischer Beziehung gliedert sich der Rätikon in die „Aufbruchzone“ am Südrand und in die darüber geschobene Triasmasse, in welcher Schuppenstruktur und Quetschzonen (Schollenfenster) eine Gliederung hervorbringen.

Der Schlüssel für das Verständnis der Aufbruchzone liegt bei Tilsuna<sup>74</sup>, wo zu drei in die Serie eingespießten kristallinen Zügen (Schubspänen) noch als Komponente in größtem Ausmaße die Masse der Silvretta tritt. Über den höchsten Bündnerschiefern (Globigerinschiefern) des Prättigau liegt eine Überschiebungsapophyse von Juliergranit, der die Basis eines Schuppen-systems von Sulzfluhkalk — couches rouges ist. In der Ecke der Aufbruchzone bei Tilsuna überschneidet die N-S streichende, wohl O-W bewegte Tithonkalkmasse der Weißplatte die W-O streichende Sulzfluh-schuppe ab. Das Tithon taucht unter eine wild zusammengeschobene Region, welche hauptsächlich aus Flysch (Bündner Schiefern) besteht; in diese Schieferzone sind mannigfache Gesteine, wie Radiolarit, Tiefsee-(?) Kalke des Malm, Gneis des Bilkengrates, Verrukano eingeschaltet; es herrscht eine karten-spielartige Durcheinandersteckung der Schichten. Dann folgt die Schubmasse des Diorits des Schwarzorns, begleitet von Quetschzonen, in deren Serpentin mannigfache Triasgesteine usw. eingewickelt sind. Die dritte, nicht antochthone kristalline Masse ist der Gneis des Walseralpgrates. — Mit N-S Streichen liegt im Gebiete der angrenzenden kristallinen Schiefer die ostalpine mesozoische Mulde der Mittagsspitze, die sich bis Plasseggen verfolgen läßt. Von Plasseggen an gegen S formt sich die Aufbruchzone so, wie sie lange bei Gargellen erscheint die Aufbruchzone

Strecken auf Schweizer Boden bleibt; über den darüber eine Quetschzone von Schiefern, Breccien, dann die kristallinen Schiefer der Silvretta. Bei



in einem Fenster wieder; es tauchen unter den Silvrettagneisen heraus der Flysch des Prättigau, Sulzfluhkalk, Verrukano, Ophikalzit usw.

Wie bei der Tilisunaalp die „Aufbruchszone“ eine Riesebreccie darstellt, so setzt sie sich am Südfall des Rätikon gegen W fort. In den Profilen der Drusenfluh und der Kirchlispitzen erscheinen noch die mächtigen Tithon-couches rouges-Schuppen; diese und die darüber liegenden Breccien, Radiolarienhornsteine usw. setzen in geringer Mächtigkeit in wilden Schuppen unter der Scesaplanamasse (ostalpine Trias) fort. Tithon, Unterkreide und couches rouges und Prättigauschiefer bilden im Falknis ein System von Falten und Schuppen, das eine bedeutende Mächtigkeit hat. Diese Schuppen liegen über der helvetischen Fazies des Fläscherbergs und unter der Masse der ostalpinen Trias des Rätikon. Dieselbe Stellung zeigt der Flysch, der sich aus dem Falknis in den Westrand des Rätikon fortsetzt; am Triesnerberg fällt der Flysch unter die ostalpine Trias ein; dasselbe ist der Fall am Nordrande des Rhätikon, wo der Flysch die helvetische Kreide von Feldkirch über-, die Trias der Drei Schwestern unterlagert. Die geschlossene Masse des Rätikon<sup>75</sup> liegt, durch Quetschzonen in Schollen getrennt, auf einem basalen Gebirge von Flysch, bezw. Bündner Schiefen; die Auflagerung ist derartig, daß an den Rändern meist die ältesten Schichten austreichen. Die Schuppen des Rätikons liegen wie Dachziegel übereinander, und die Dislokationen, welche die Schuppen trennen, laufen im Bogen aus WO in NS; die Bewegung der Schuppen ist in OW geschehen. Über die Abgrenzung und Zahl der Schuppen herrscht bei den Autoren keine Einheit. Im allgemeinen liegen die Schuppen so, daß die westlichere immer die tiefere ist. In einzelnen Teilen herrscht dazu noch intensiver Faltenbau; so hat die Drei-Schwestern-Scholle NS-streichende Falten, die Scesaplana (Panüler Schroffen) zeigt intensive NO-streichende Falten.

Von großer Bedeutung ist die Frage nach der Natur der die Schollen trennenden Quetschzonen, in welchen Flysch und an zahlreichen Punkten basische Eruptiva vorkommen. Diese Vorkommen sind nicht eingequetschte Auflagerungen des ostalpinen, sondern Aufpressungen des basalen Flysches; denn es handelt sich bei diesen Schollenfenstern um wildflyschähnliche Gesteine, wie um Ölquarzite usw., welche nur im tektonischen Liegenden der Kalkalpen vorkommen. Der basale Flysch und die als Schubfetzen an der Basis der ostalpinen Masse zu deutenden ophiolithischen Eruptiva zeigen, daß exotischer Flysch unter dem Rätikon vorhanden ist.

Zwischen dem unteren Montafon und dem Klostertal liegt im Davennagebirge ein kleines Stück der Kalkalpen, welches einen tiefgreifenden Faltenbau zeigt. Nördlich vom Klostertal setzen die Kalkalpen in geringer Breite ein, doch nimmt diese rasch zu. In dem sich bei Bludenz erhebenden Hohen Frassen herrscht Schuppenbau; mit steiler Schubbahn liegt Hauptdolomit auf dem Flysch des großen Walsertals.

In der Kalkzone zwischen Bludenz und dem Arlberg herrscht (nach v. RICHTHOFEN) eine auffallende Harmonie und Gesetzmäßigkeit des Aufbaues; in steter Gleichförmigkeit ziehen mächtige „Hebungswellen“ einander parallel und gleichgebildet von W nach O; meist sind sie überstürzt und überschoben auf die nördlich folgende Mulde, wobei dann nur der südliche Teil der Hebungswelle entwickelt ist (d. s. dann echte Überschiebungen). Die „Hebungswelle I“ ist das am Zentralalpenrand sich hinziehende aus tieferer Trias bestehende Rungelinge-wölbe; darauf baut sich die „Hebungswelle II“ auf. Vielfach sind die Grenzen nicht zu ziehen. Die tektonischen Verhältnisse in dem westlichen Teile der Lechtaler Alpen sind vielfach nicht geklärt, so daß eine tektonische Analyse unmöglich ist; doch herrschen sehr bedeutende Störungen (z. B. Umgebung der Roten Wand). Im Profil Klösterle-Lech hat man, wie an vielen andern Stellen, über dem Rungelinge-wölbe die normale Folge bis zum Lias (als Hebungswelle II); der Südschenkel der Liasmulde des Spullersees, wo auch Cenoman auftritt, ist in einer liegenden Falte (Kössener bis Fleckenmergel) über die Hauptmasse der Mulde gefaltet<sup>76</sup>. Dann komplizieren sich die Verhältnisse; die Ausführungen und Profile RICHTHOFENS lassen es ganz unzweifelhaft erscheinen, daß am Grat zwischen Pazieller-, Bock-, Krah- und Almejurbach eine Deckscholle von Trias vorliegt. (Nachtrag S.142.)

Eine genaue Analyse des Baues ist erst vom Meridian von Flirsch an möglich, wo AMPFERERS Querschnitt die tektonischen Elemente gliedert<sup>77</sup>. Die

Hebungswelle I hat wenigstens auf tirolischem Boden keine regelmäßige Gestalt, Verhältnisse, die bes. AMPFERER studiert hat.

Bei Flirsch ist die Trias I überkippt und so stark gestört, daß sich kein Schichtglied auf längere Strecken verfolgen läßt, sondern Linsen, Keile, Schollen bildet. Dann folgt eine Kreidezone, deren Bau einfach ist; östlich der Flirschklamm ist über Kreide ein Gewölbe von Fleckenmergeln und Jura geschoben, das in die Parseyerguppe übergreift. Zwischen dem Lechtal und der Kreidezone lassen sich zwei tektonische Komponenten unterscheiden, getrennt durch eine klare Schubfläche (Tfl. I. fig. 1); die nördliche Masse, welche bis zum Lechtal reicht, bildet ein Gewölbe, an welches sich im Süden eine von der Decksholle der Wildtalerspitze (Inntaldecke) überschobene Mulde anschließt. — In diesem Abschnitt der Lechtaler Alpen sind bedeutende Anzeichen von O-W-Verbiegungen vorhanden, welche jünger sind als die einzelnen tektonischen Komponenten. — Die mächtige Inntaldecke hat ihr unmittelbares Liegendes vor sich hergeschoben, so daß man mit AMPFERER von tektonischer Abtragung und tektonischer Ablagerung sprechen kann.

Zwischen dem Nordrande der Alpen und dem Lechtal ist — abgesehen von kleineren Störungen und Schiebungsflächen — eine sehr große tektonische Einheit, die Allgäuer Schubmasse, vorhanden, die auf einer langen vielgezackten Überschiebungslinie von der Lechtaldecke überschoben wird (Fig. 6; Tfl. I. Fig. 1). Unter der Überschiebung gibt es kompliziert gebaute Schubschollenlandschaften (Ussernalp usw. S. 65). Im Hinterhornbachtal erscheint die Allgäuerdecke (Fleckenmergel) in einem gegen W geöffneten Fenster. Die Fortsetzung der Schubmasse liegt im Allgäuer Hauptkamme, der also aus der Lechtaldecke (Hauptdolomit usw. über Fleckenmergel) sich aufbaut. Im Süden des Fensters senken sich die mächtigen Schichttafeln des Hauptdolomits steil gegen S, welche durch Einschaltungen (hier auch die Gosau des Hohen Lichtes) in Schuppen zerlegt werden. Die Schuppen werden lokal überschoben von dem früher erwähnten Gewölbe im Süden des Lechtals bei Holzgau; gegen O. geht diese Schubfläche in normale Verknüpfung über.

Im Bereiche des AMPFERERSchen Querschnittes lassen sich unterscheiden: die Schuppen der Randzone, die Allgäu- und Lechtaldecke und die Wettersteinscholle (nach HAHN). AMPFERER vergleicht die Allgäuer- und Lechtaler Alpen mit einer gewaltigen Steintreppe ohne Anstieg. In den großen Schubmassen ist es an zahlreichen Stellen zur Auffahrt kleinerer Schubschollen gekommen, oft sind ganze Bündel von Schubflächen vorhanden. Die Schubmassen sind nicht liegende Falten, wenn sie vielleicht auch faltenartig entstanden und so verknüpft sind; das setzt voraus eine ursprünglich einheitliche, flache, sehr ausgedehnte, dünne Schubplatte, die erst bei der Bewegung zerstückelt und wie ein Stoß von Brettern übereinander geschichtet wurde, wodurch eine Verstärkung des Schubkörpers eintrat, der dann leichter beweglich wurde. Es bilden die Kalkalpen des Querschnitts eine nach oben und unten klar abgeschlossene Decke, deren Unterfläche durch ein Geflecht von Bewegungsflächen oder durch eine einheitliche Fläche vom Untergrund abgetrennt sein muß. Es tauchen nicht nur die Schollen gegen S sondern auch gegen O unter, so daß in der Richtung O-W ein dachziegelartiges Übergreifen stattfindet. Am Südrande der Kalkalpen herrscht Überkippung und eine solche komplizierte Struktur, daß AMPFERER sie mit der Konstitution eines Augengeistes vergleicht; es ist wahrscheinlich, daß zwischen der südlichsten Schuppenzone der Kalkalpen und den Quarzphylliten am Rande der Zentralalpen eine primäre Verknüpfung vorhanden ist. Einen sehr komplizierten Bau hat die Randzone der Kalkalpen, welche eine Schuppungszone an der Basis der Kalkalpen darstellt.

Unter dem Zitterklapfen (Hauptdolomit) liegen couches rouges, Malm, Allgäuschiefer, Hauptdolomit; das ist eine von den tektonisch reduzierten und laminierten Schuppen, welche den ganzen Rand der Kalkalpen im W auszeichnen. Diese Randzone zieht mit kompliziertem Schuppenbau weiter; so liegt der Hauptdolomit des Heiterbergs über Flysch, in den Hauptdolomit des Widderstein-Eichelkopfes treten Schuppen von Jura ein, welche z. T. in Quetschonen übergehen. Alles das sind nur kleine Störungen in der Aufbrandungsregion der Allgäuer Decke, gleichsam aufzufassen als die tiefsten Schuppen derselben. Die Schuppungen bringen am Fideripaß Flysch und Seewenschichten als ein „Schollenfenster“ zwischen kalkalpine Schuppen; das sind Verhältnisse, welche auch als Einfaltung von obenher gedacht worden sind.

Südlich und östlich von Oberstdorf liegt die Schubfläche der Allgäuer Schubmasse ganz flach, was in großem Gegensatz zur Neigung der Schichten unter und über der Bewegungsfläche steht. Bei „Am Hof“ im Stillachtal liegt Jura-Kreide, bei Spielmannsau im Trettachtal Flysch und Seewerschichten (auch als Jurahornstein und Gosaukonglomerat, als ostalpine Quetschzone gedeutet) unter der Trias, also ein Fenster bildend. — Aus der Gegend von Oberstdorf bis Füssen macht die ostalpine Schubmasse einen großen Bogen, immer über Flysch liegend. Am Rande der Schubmasse ist eine Reihe von Gesteinen vorhanden, welche, in den Flysch eingewickelt, diesem exotischen (Wildflysch) Charakter verleihen. Überhaupt zeichnen den Kalkalpenrand viele Schubschollen aus, welche man zu einer „Klippenzone des Allgäu“ vereint hat. Einige Tatsachen der Randzone mögen erwähnt sein.

Im Warmatsgundertal stellt der „Alpenmelaphyr“ vielleicht einen in Flysch gewickelten Schubfetzen vor. Basische Eruptiva (Diabasporphyrite) sind vorhanden an mehreren Stellen bei Hindelang und auf der Gaisalp bei Oberstdorf, wo sie, gangförmig im Flysch aufsetzend, diesen kontaktmetamorph verändert haben<sup>78</sup>. Bei Hindelang tritt auch Ölzuarzit auf, wie überhaupt die Serie auf der Gaisalp mit den Quetschzonen des Rätikon zu vergleichen ist. Es besteht die Möglichkeit, daß die Eruptiva Schubfetzen sind. In derselben Weise sind die Reste von kristallinen Gesteinen am Kalkalpenrande zu deuten; der Gneis des Kühberges von Oberstdorf ist mit Flysch verfaltet und in solchen eingewickelt; im Rettenschwangental ist dieselbe Erscheinung viel großartiger; GÜMBEL spricht von Quarziten, Tonschiefern, Chloritschiefern und verrukanoähnlichem Konglomerat; es ist möglich, daß die kristallinen Gesteine der Grauwackenzone entnommen wurden (AMPFERER); auch kretazische Mergel (Kalke des Jura?) treten an der Schubfläche auf<sup>79</sup>.

Das komplizierte tektonische Bild des Schubflächenrandes wird durch mesozoische Gesteine vervollständigt. Bei Liebenstein liegt eine Klippe von Rudistenkalk und Seewenmergel; die Scholle ist in Flysch eingesenkt und von ihm von S her überschoben. Ein anderer Schubfetzen ist der Hauptdolomit der Ruine Flohenstein im Osterachtal. — Alles zusammen gibt wohl dasselbe Bild, wie es die Südseite des Rätikon und die Quetschzonen desselben bieten. Dazu kommt noch, daß der Kalkalpenrand ältere Trias zeigt, während sonst in der Allgäuer Schubmasse nur Hauptdolomit vorhanden ist. — Nördlich von Hindelang nimmt am Aufbau der äußersten Randzone der Kalkalpen das Cenoman in großer Verbreitung teil. Die versteinungsreichen Hierlatz- und Doggerkalke sind nicht auf die Randzone beschränkt, denn sie kommen auch im Innern der Kalkalpen vor, so z. B. die Doggeroolithe sogar noch in den Lechtaler Alpen, dann die Cenomankonglomerate. AMPFERER sagt, daß eben am Rande einer Geosynklinale andere Absatzvorgänge vorhanden sind als im Innern, man kann der Stellung dieser versteinungsreichen Bildungen auch ohne ihr Arrangement zu einer Decke gerecht werden, eben als Randbildungen der Geosynklinale. Das Auftreten von Gaultmergeln spricht für Beziehungen zur helvetischen Kreide und damit für den Umstand, daß zu seiner Bildungszeit das Helvetische und Ostalpine nicht weit entfernt waren.

Bei Hindelang liegt Cenoman auf Flysch; es wird vom Hauptdolomit des Spießers, Eislers, überdeckt; das ist Schuppung am Schubrände. Die äußeren Schubflächen sind steiler als die der Allgäuer Decke; so ist z. B. die Hauptdolomitplatte des Zinken scharf aufgerichtet; sie wird von Cenoman umlagert, welches Schüblinge von Hauptdolomit und Tithon enthält (Fig. 7). Die Grenze von Flysch und Cenoman ist eine Schubfläche, welche im Vilstal durch ein steiles Riff von Tithonkalk markiert ist.

Die Schuppen der Randzone werden von SO her vom Hauptdolomit der Allgäudecke überfahren, an deren Schubfläche meist Rauchwacken, stellenweise auch Schollen von Buntsandstein vorhanden sind. Die flachwellig verbogene Hauptdolomitplatte bildet die Unterlage der Lechtalschubmasse, welcher der Einsstein angehört wie die Schubschollenlandschaft der Ussernalpe und Strindenbergs; hier ist der unter dem Schutze der Deckenzeugen der Lechtaler Decke ein reichlicherer Bestand der Allgäudecke (Radiolarite, Aptychenschichten, Neokommmergel, Cenoman, vielleicht auch senone Schichten) vorhanden; darüber liegen die Schubschollen der Lechtaler Decke; für diese komplizierte Art der Tektonik hat AMPFERER den Namen Reibungssteppich geprägt. Im Liegenden der Lechtaldecke, welche zwischen Tannheim und Reutte ein Halbfenster bildet, ähnlich jenem vom Hornbachtal, herrscht eine außerordentliche Verfaltung, Verknetung, Spießung von Aptychenkalken und Kreide (auch Gosau), welche tektonische Verwebung eben nur verständ-

lich ist an der Basis einer großen Schubmasse; in der Gegend von Reutte schließt sich das Halbfenster der Allgäudecke unter der geschlossenen Hauptdolomitmasse der Lechtaler Schubmasse.

Die Randzone der Kalkalpen streicht von der steil aufgefahrenen Schuppe des Zinken in die Vilser Alpen fort; die aus diesem Gebiete dann weiter gegen Osten streichende Randzone zeigt mehr oder weniger stark vordringende Überschiebungen; sie ist markiert durch die Punkte Klammspitz, Teufelsstattkopf, Ettaler Mandl, Simmersberg, Benediktenwand, Hirschgröhrkopf, Breitenstein, Wendelstein. Die Profile sind kompliziert gebaut; vielfach grenzt unmittelbar an den Flysch eine Schuppe von Jura und Kreide; dann folgt Trias, auch tiefere Trias ist vorhanden.

Die Vilser Alpen<sup>80</sup> sind wie der ganze Rand der bayrischen Kalkalpen ausgezeichnet durch eine viel vollständigere Entwicklung der höheren mesozoischen Schichten, ferner durch bedeutende Faziesdifferenzierung; im Rät beginnt bereits die Verschiedenheit der Entwicklung, im Lias gibt es eine Kalkfazies zwischen Fleckenmergelzonen; der Gault ist dem Neokom nicht aufgelagert und tritt nach S zurück. Der Bau der Vilser Alpen wurde durch Schollen erklärt; eine sichere Umdeutung ist unmöglich. An der Grenze gegen den Flysch Cenoman, stellenweise schiebt dazwischen Tithon. In den Hohenschwangauer Alpen tritt an den Rand der Kalkalpen Gault hinaus, der an Flysch stößt; im übrigen herrscht bei steiler Schichtstellung Schuppenbau. Im Ammergebirge sind auch Falten vorhanden; vom Flysch an (die Grenze gegen diesen ist ganz steil) folgen gegen Süden: ein breiter Streifen von Aptychenschichten, dann steil aufgefahrene Schuppen von Trias bis Cenoman; diese Profile sind ungemein kompliziert gebaut und ausgezeichnet durch zahlreiche Züge von Cenoman, welche durch die verschiedensten Gesteine getrennt werden; die tektonische Zersplitterung geht so weit, daß es fast zur Bildung von Quetschzonen kommt; die Tektonik macht den Eindruck, daß das Ganze von Süden her durch Hauptdolomit überfahren wird. Die durch steil aufgefahrene Schuppen beherrschte Tektonik beherrscht auch das Labergebirge. In der Herzogsstand-Heimgarten-Gruppe ist dem im Süden der Randzone mächtig entwickelten Hauptdolomit eine Reihe von Falten und Schuppen aus Trias, Lias, Jura vorgelagert, welche abgetragen, von Cenoman übergriffen und nochmals gestört wurden, die äußersten Randgebiete gegen den Flysch sind am meisten gestört; die Grenze gegen den Flysch ist senkrecht; an zwei Stellen fand KNAUER kleine Partien eines dunkelgrauen, fast schwarzen schieferigen Mergels, der als fraglich in den Dogger gestellt wurde; es besteht eine Ähnlichkeit mit der Opalinuszone von Arva in den Karpathen; doch ist die Zuteilung zum Dogger problematisch. Die Benediktenwand besteht aus zwei tektonisch getrennten Teilen; der untere tief bajuvarische Teil ist durch jurassische Mergelfazies und Reichtum an jüngeren Schichten und durch enge Schuppung ausgezeichnet; er wird von der hochbajuvarischen (tiefere Trias, Rätkalke, kieseliger Lias) als Schubmasse überlagert; die Decke ist muldenförmig eingesenkt; intensive Ausdünnung einzelner Schichten (z. B. Hauptdolomit) ist zu beobachten. — Über den Fockenstein setzt die Randzone in das Gebiet von Schliersee fort; knapp an der Flyschzone liegt eine richtige Schuppungs- und Quetschungszone, dann folgen nach S zu unregelmäßig gebaute Falten, die auch durch die Reduktion einzelner Glieder, z. B. des Hauptdolomits, ausgezeichnet sind; am Rande der Flyschzone verläuft ein Streifen jurassisch-neokomer Gesteine; das Cenoman liegt nicht über Neokom, sondern diskordant über älteren Gesteinen, woraus auch hier der Schluß auf eine vorcenomane Störungsphase abzuleiten ist. Auch hier ist durch Überschiebung eine triadische Serie auf eine tiefbajuvarische Mulde hinaufgetragen worden. Im Wendelsteingebiete liegt südlich einer sehr gestörten rätisch-jurassischen Zone eine „zentrale Mulde“, die aber auch sehr schwer gestört ist und einen vorbewegten, z. T. abgespaltenen Deckenrand darstellt, worauf eine Zone von Jura in sehr komplizierten Lagerungsverhältnissen und dann eine zerhackte Zone von Wettersteinkalk, der Basis des südlichen Hauptdolomits, folgt. An das Inntal selbst tritt der Hauptdolomit des Riesenkopfes samt seiner Auflagerung (Cenoman) heran. Und jenseits des Inn liegt die Fortsetzung der Randzone (S. 70).

Die gesamte Randzone ist ein Gebiet steiler Aufpressung; zur Vervollständigung dieses Bildes kommen neben den „Klippen“ noch die Schubfetzen kristalliner Gesteine in Betracht. Die Randzone westlich von Vils und die Allgäuer Schubmasse sind tektonisch einander nicht gegenüberzustellen, das zeigen die Schubfetzen, die an der Basis von beiden auftreten. Auch die Allgäudecke hat am Rande gegen den Flysch einen lebhaften Faltenbau. Von Vils an gegen Osten ist zwischen der Randkette und der Allgäudecke nicht mehr zu trennen, die beiden scheinen

vereint weiterzustreichen. Auf den tiefbajuvarischen Anteil der Randzone ist tiefere Trias der hochbajuvarischen Serie in einer Reihe von Deckschollen hinaufgetragen. Die Überschiebung des Hochbajuvarischen (Lechtaldecke) auf das Tiefbajuvarische (Allgäudecke) hat, wie die Verhältnisse von Reutte-Tannheim zeigen und wie die Faziesverhältnisse aufweisen, nur eine Weite von etwa 7 km. Jeder Fernschub ist abzulehnen. Das Überschobene und das Liegende ist in Falten und Schuppen gelegt.

Die Lechtaldecke zeigt auf der Strecke von Reutte nach Weißenbach ein Profil aus der tieferen Trias bis in den Hauptdolomit, in welchem das Lechtal lange verläuft. In die großen Hauptdolomitmassen östlich vom Lechtal bringen nur Streifen von Lias-Jura Abwechslung, so zwischen Griesau und Elmen, wo über diesen Schichten wieder Hauptdolomit liegt; dieser letztere ist die Basis einer wichtigen Zone junger (jurassisch-neokomer) Gesteine, welche von der Ruitelspitze über Boden, Namlos, Gramais in das Becken von Leermoos zu verfolgen ist. An diese junge Zone stößt im Süden die höchste tektonische Einheit der Tiroler Kalkalpen an, die Inntaldecke; sie ist, der Nomenklatur HAHNS folgend, als hochtirolisch zu bezeichnen. Die Inntaldecke ist jene große Schubmasse, welche vom Buntsandstein bis zum Hauptdolomit reicht, unter welche die Lechtal- und Wettersteindecke einsinken; die Wettersteindecke verschwindet westlich vom Alperschontal unter der Inntaldecke; zur Wettersteindecke ist auch die sehr stark tektonisch beanspruchte südlichste Zone der Kalkalpen zu stellen; diese Zone greift in komplizierter Bauart zwischen Imst und Landeck auf das rechte Ufer des Inn hinüber. Nördlich davon liegt die Inntaldecke, welche in geschlossener Masse bis Schwaz reicht. Wo ihre Grenze gegen die andern Einheiten gerade verläuft, herrscht steile Stellung der Schichten und der Überschiebungslinie, sonst aber flach ausgreifende Überschiebung. Auf der Strecke Ötzmündung-Innsbruck findet im Inntal ein schiefes Abschneiden der Faltenzüge statt (z. B. Seefelder Gebirge); es ist daher hier unter dem Schutt des Inntals ein Zusammenstoßen der Stubai-Ötztaler Masse mit den Kalkalpen an einer steil einschießenden Bewegungsfläche wahrscheinlich; dem hier vorliegenden starken Vorstoße der kristallinen Massen entspricht ein Niederbeugen der Kalkalpen und eine große Bewegungsfläche, wofür auch die Exotika der Muttekopfgosau, welche durch Blocklagen ausgezeichnet ist und eine Mulde bildet, in Betracht kommen; diese Exotika sind von einer Grauwackenzone abzuleiten, die aber dort fehlt, die zur Gosauzeit jedenfalls vorhanden war und dann tektonisch beseitigt wurde. (Nachtrag S. 142.)

Der Wettersteinkalk der Heiterwand, der über der jungen Zone von Gramais liegt, gehört zur Inntaldecke, deren Fortsetzung weiterhin im Wanneck- und im Mieminger Gebirge liegt (Fig. 7). Dieselbe Überschiebung wie am Wanneck zieht unter dem Wettersteinkalk des Mieminger Gebirges durch; dieser Wettersteinkalk liegt, mehrfach mit Muschelkalk geschuppt, auf Jura; das Ostende des Mieminger Gebirges, die Hohe Munde, taucht aus dem Hauptdolomit von Seefeld-Leutasch hervor. Die Mieminger Kette fällt steil gegen N, gegen das Gaistal, wo sie die junge Zone von Gramais fortsetzt als ein Halbfenster der Lechtaldecke, einen ziemlich regelmäßigen Sattel bildend. Das Wettersteingebirge ist auch eine Schubmasse, liegend auf der Lechtaldecke, aber eine tiefere Einheit darstellend als die Inntaldecke. An den Nordrand des Wettersteingebirges legt sich eine Sattelscholle an, die mehrere Teilwölbungen von Muschelkalk zeigt, die Wölbungen sind von Parthnachschichten umgeben; es ist dies die Wamberg-Parthnach-Hammersbacher Scholle, die so von Raibler Schichten und Hauptdolomit umgeben ist, daß es fast wie eine normale Sattelung aussieht; doch liegt zweifellos ein Fenster vor, und bei konsequenter Anwendung der Deckenhypothese könnte man an die Allgäuer Decke denken. Um so schwieriger wird die Sache, da man die Wettersteinscholle an ihrem



Nordrande nicht oder kaum von der Lechtaldecke abtrennen kann, während die von W zur Loisach ziehenden Hauptdolomite der Lechtaldecke samt ihrer lias-sisch-jurassischen Auflagerung unter den Westrand des Wettersteingebirges mit einer klaren Überschiebung untertauchen. Möglicherweise ist das mit O-W-Bewegungen zu erklären<sup>81</sup>. (Nachtrag S. 142.)

Nördlich vom Wettersteingebirge hat bis zur Randzone der Kalkalpen der Hauptdolomit (Lechtaldecke) die größte Verbreitung, in welchem jüngere Ge-

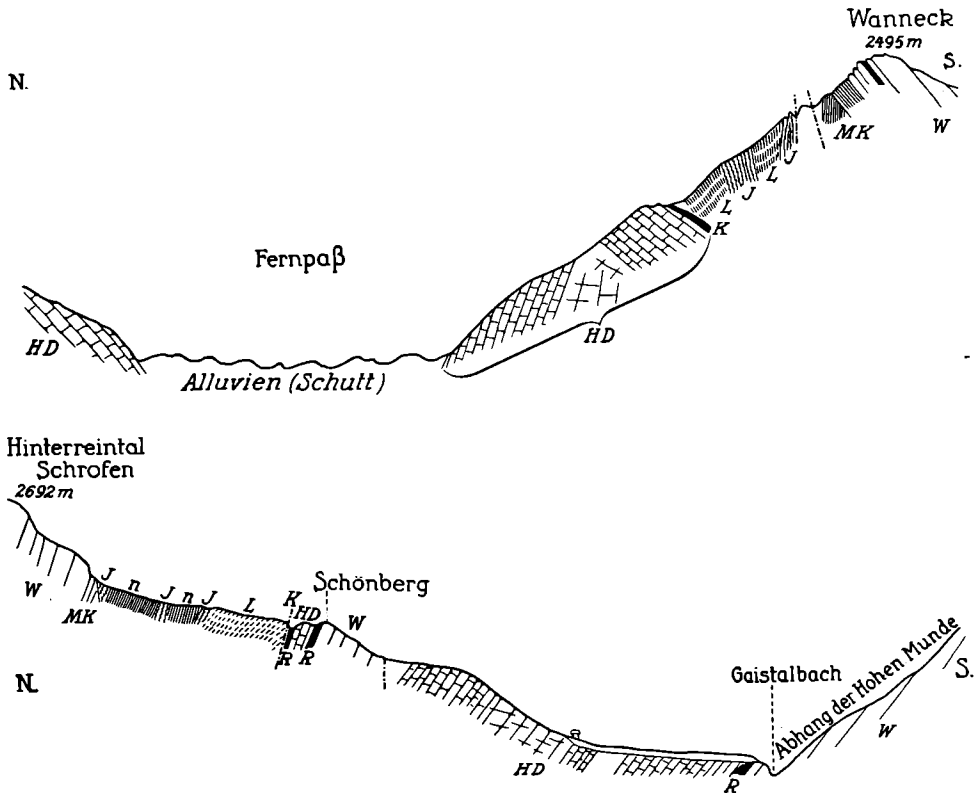


Fig. 7. Profile Wanneck und Gaistal, nach AMPFERER. 1905.

- |                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| H D = Hauptdolomit. | n = Neokom.            |
| K = Kössener Sch.   | Mk = Muschelkalk.      |
| L = Lias.           | R = Raibler Schichten. |
| J = Oberer Jura.    | W = Wettersteinkalk.   |

steine (Jura) eingemuldet erscheinen; gegen die Randzone herrscht Südfallen; in Breite zieht der Hauptdolomit bis zum Inn durch. Seine Südgrenze ist die Mulde von Thiersee (S. 69). Es ist möglich, das Wamberger Fenster mit einer Störung, Schuppung im vorliegenden Hochbajuvarischen in Zusammenhang zu bringen, so daß eine Verbindung mit dem Tiefbajuvarischen unnötig wird.

Die Wettersteintektonik setzt in das Karwendel fort. Am Inntal schräg abschneidender, O-W streichender Hauptdolomit setzt die Seefeld-Leutascher Hochfläche zusammen; aus dem gefalteten Hauptdolomit bricht gegen Osten der Wettersteinkalk der Solsteinkette heraus, die südlichste Kette des Karwendelgebirges, dessen südlicher Teil der Inntal-, dessen nördlicher Teil der Wettersteindecke angehört.

Aus dem Karwendel<sup>82</sup> mögen einige Angaben gegeben werden. Der in der Fortsetzung des Wettersteins liegende Ahrnsitzenkamm ist ausgezeichnet durch schuppenförmige Überschiebung gegen N; unter den Schuppen liegt bei Scharnitz Oberjura, wohl ein Schubsetzen. Die Solsteinkette ist eine unvollständige Wettersteinkalkantiklinale; nahe dem Ostende der Kette liegt bei Hall ein Salzvorkommen. Nördlich von der Solsteinkette liegt die aus Wettersteinkalk bestehende Gleirsch-Bettelwurfkette, die einen gebrochenen Gewölbebau mit steilerem Nordschenkel zeigt; nördlich davon liegt eine Mulde von Raibler Schichten und Hauptdolomit. Nördlich davon liegt die Birkkar-Ödgar-Hochnisslkette, die von Schwaz bis Scharnitz reicht und einen Gewölbebau hat derart, daß sie von S aufsteigend mit dem flachliegenden Teile der breiten Wölbung auf jüngere Schichten im N hinaufgeschoben ist. Am Südrande des Karwendels erscheint von Innsbruck an gegen O ein schmaler Streifen von Trias-Jura, ein wirres Schuppensystem, das sich erst in der Gegend von Hall zu einer zusammenhängenden Zone entwickelt; das Ganze liegt unter der Inntaldecke des Karwendels und ist wahrscheinlich als Äquivalente der Wettersteinscholle (trotz der Analogie zum Puitentalfenster) anzusehen. Die Zone jüngerer Gesteine zieht nördlich der Birkkarkette so durch, daß sie von dieser überschoben wird, und liegt auf einer Zone durch Schuppen usw. sehr kompliziert gebauter Berge, welche zur Wettersteinscholle zu rechnen sind; zu diesen gehört auch der Karwendelkamm, der bes. aus Wettersteinkalk besteht und einen scharf gegen N vordringenden Schuppenbau zeigt.

Der südliche Teil des Karwendelgebirges gehört zur Inntaldecke, und zwar bis zu jener Überschiebung, welche Trias über den früher erwähnten schmalen Jura-streifen befördert hat. Nördlich davon liegt dann die Wettersteindecke, an deren Nordgrenze eine Verknüpfung mit der Lechtaldecke vorhanden ist; diese Verknüpfung kann bestehen, denn es braucht ein anomaler Kontakt nicht auf die ganze Strecke durchzugehen<sup>83</sup>.

Das Vorgebirge des Karwendels gehört der Lechtaldecke an; über Hauptdolomit liegt eine Serie, welche noch untere Kreide umfaßt; diese Serie bildet eine große Mulde, welche im Marmorgraben bei Mittenwald beginnt und bis zum Inn und weiterhin zu verfolgen ist; ihre Flügel sind nach S geneigt oder stehen saiger; abgesehen von einer Verschiebung bei der Vereinsalpe ist die Umbiegung an der Dürrach zu erwähnen, wobei eine Reihe von Brüchen auftritt; am Juifen wendet sich die Mulde wieder nach Osten; bei Achenkirchen wird sie durch den Dolomitkeil des Plickerkopfes in zwei Parallelmulden zerlegt, welche beide nach N überkippt sind. In der Umbiegung (Fig. 6) ist die Mulde von SO her von Hauptdolomit überschoben, auf welchem der Wettersteinkalk des Unnutz-Guffert liegt, der entweder eine Deckscholle oder eine ausgesprungene Überschiebung ist<sup>84</sup>. (Nachtrag S. 142.) Auf der Strecke Achenkirchen-Thiersee ist die Mulde gegen S überkippt, indem beide Flügel gegen S fallen. — N. von der großen Mulde ist Hauptdolomit herrschend, in welchen Synklinalen jüngerer Gesteine eingemuldet sind; das Ganze tritt an die Randzone heran.

Der Hauptdolomit, welcher den Wettersteinkalk des Unnutz-Guffert trägt, ist die Basis des Sonnwendgebirges<sup>85</sup>, von welchem der Vorderer als Bestandteil der Inntaldecke abzutrennen ist. Das stratigraphische Hauptproblem des Sonnwendgebirges ist die Hornsteinbreccie.

Die durch verworrene Lagerung ausgezeichnete, in der Mächtigkeit sehr schwankende Hornsteinbreccie ist nicht selten mit den Radiolariengesteinen durch Übergänge verbunden, selten liegt sie auf Lias oder Rät; nach oben ist sie innig mit jurassischen Hornsteinen verknüpft; aufgearbeitet sind in der Breccie Gesteine bis zum Plattenkalk. Viele Erscheinungen sprechen dafür, daß es eine Transgressionsbreccie ist; es sind aber auch Gesteine aus dem Hangenden aufgearbeitet. Die Breccie ist in Tiefseebildungen eingeschaltet. WÄNNER zieht daher den Schluß, daß es eine Dislokationsbreccie ist. AMPFERER sieht in ihr ein Sediment und erklärt ihre Entstehung durch eine Hebung und Verstellung der Radiolarianschichten; auch Konglomerate fand AMPFERER; die stratigraphische Einordnung, die Wechsellagerung, das lagenweise Auftreten von Breccien und Konglomeraten, das Fehlen des engen Zusammenhangs mit der benachbarten Tektonik u. a. m. sprechen für die sedimentäre Entstehung, die wohl mit untermeerischen Gleitungen ohne bedeutende Hebung in Zusammenhang zu bringen ist.

Im Gipfelgebiete des Sonnwendgebirges herrschen sehr klar aufgeschlossene liegende Falten; so besteht das Haiderjoch aus vier übereinander gefalteten Riffkalkmassen. WÄHNER hat auseinandergesetzt, daß die Überschiebungs- und Überfaltungsrichtung im S gegen SW, im N gegen W oder WNW gerichtet ist. — Gegen Osten hört der Faltenbau auf; die Geschlossenheit des Gebirges wird durch die hereindringende Gosau (Pletzach, Ladoi) zerstört, welche im Gegensatz zu der vom Vorderer überschobenen Gosau des Schichthalses tektonisch nicht umgeformt ist; der Ablagerung der Gosau ist Gebirgsbildung und Erosion vorausgegangen, welche ein dem Sonnwendgebirge in groben Umrissen ähnliches Terrain geschaffen hat. Die Bewegungsrichtung der nachgosauischen Störung ist senkrecht zur vorgosauischen Faltung. Auch östlich des Sonnwendgebirges gibt es Gosau, so bei Brandenberg, die schüsselartig zusammengepreßt ist. — Auch südlich des Inns ist ein sehr kompliziert gebauter Streifen der Kalkalpen vorhanden, dessen Basis Schwazer Kalk und Wildschönauer Schiefer (S. 109) bilden; dieses Stück der Kalk-

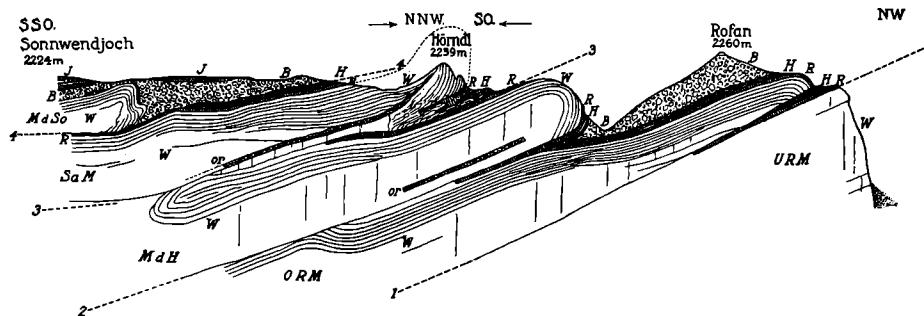


Fig. 8. Profil durch Sonnwendjoch-Rofan, nach WÄHNER, Sonnwendgebirge 1903.

|                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| W = Weißer Riffkalk.           | I = Untere Rofanmasse.         |
| or = oberrätischer Mergelkalk. | II = Obere Rofanmasse.         |
| R = Roter Liaskalk.            | III = Masse der Hörndlschneid. |
| H = Radiolariengesteine.       | IV = Sagzahnmasse.             |
| B = Hornsteinbreccie.          | V = Masse des Sonnwendjochs.   |
| J = Oberjurakalk.              |                                |

alpen ist wohl in Schuppen aufzulösen; bemerkenswert ist, daß hier Trias der Berchtesgadener Fazies auftritt. — Im Inntal ist an einer Reihe von Stellen Alttertiär vorhanden (Häringer Schichten).

Im Durchbruch des Inn bei Kufstein ist eine leichte Horizontalverschiebung der Kalkalpen gegen N, eine sigmoide Wendung im Streichen vorhanden; auch scheint eine Erniedrigung der Falten, schon bei der vorgosauischen Anlage des Baues, vorhanden zu sein, wobei auch Staffelbrüche (Riesenkopf usw.) mitwirkten. Das Kalkgebirge zwischen Inn und Salzach zeigt folgenden Aufbau: im N sind lange Züge jüngerer Gesteine in Hauptdolomit eingemuldet, im S in breiter Entwicklung ein Triasgebirge. — Die Mulde von Thiersee findet ihre Fortsetzung in einer Syncline, die bis an den Nordabfall des Kienberges hinzieht und nördlich vom Rauschberg unter diesem verschwindet. Nördlich von diesem großen Zuge junger Gesteine herrscht neben Hauptdolomit eine Reihe von Mulden, deren Füllung bis in die Kreide hinaufreicht.

Bei Nußdorf im Inntal erhebt sich der Heuberg, der eine ziemlich stark gegen W geneigte Mulde bildet; ein weiteres Muldensystem ist in der Kindwand usw. vorgelagert; die weitere Fortsetzung der Einmuldungstektonik jüngerer Gesteine in Hauptdolomit liegt im Laubenstein bei Hohenaschau, dem bei Niederaschau ein Zug von Neokom vorgeagert ist, welcher sich gegen den Inn fortsetzt; es ist die Masse des Hauptdolomits samt seinen jungen Einmuldungen auf die schmale Randzone aufgeschoben; im Prialtal südlich von Hohenaschau erscheinen Aptychenschichten, überschoben von Muschelkalk, der die Basis der Kampenwandscholle<sup>65a</sup> ist. Im Gebiete der Kampenwand unterscheidet

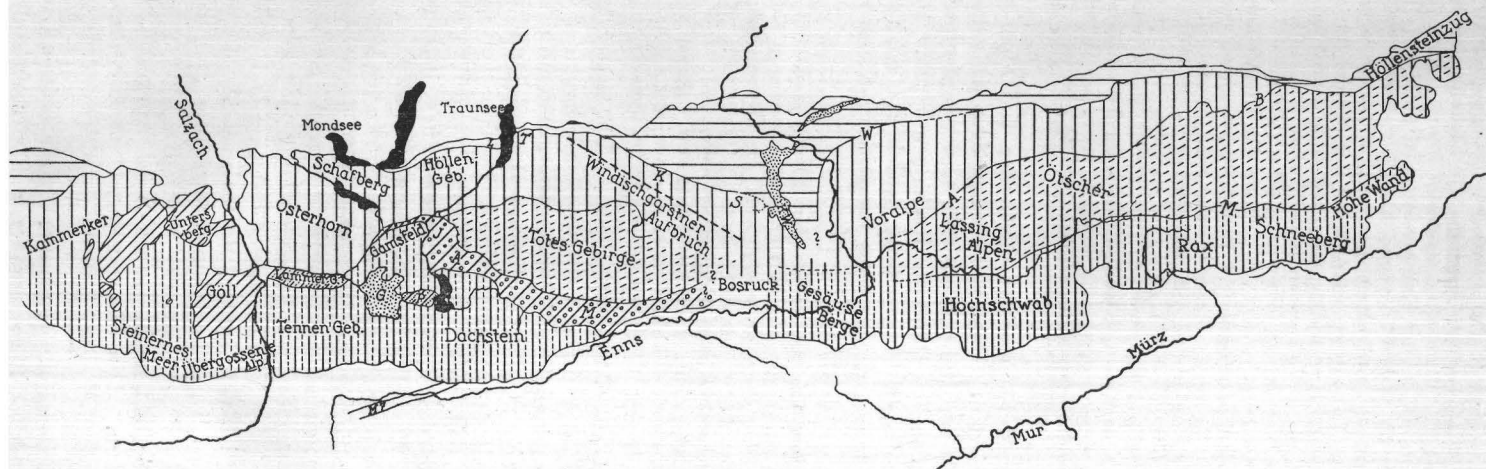









Fig. 9. Tektonische Übersichtskarte der östlichen Kalkalpen.

- |                                                                                   |                                                                                                                                     |                                                                                   |                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|  | Bajuvarisch.                                                                                                                        |  | Hochtirolisch (mit Berchtesgadener Fazies).                      |
|  | Tieftirolisch (mit Nordtirol-bayrischer Fazies).                                                                                    |  | Hallstätter Entwicklung, zwischen tirolischen Einheiten liegend. |
|  | „Mitteltirolisch“ (Mischung der obigen mit Berchtesgadener Fazies; Tekton. Mittelstellung zwischen dem früheren und dem folgenden). |  | Juvavische Masse.                                                |
|                                                                                   |                                                                                                                                     |  | Juvavische Hallstätter Serie.                                    |

G = Gosau von Gosau.

P = Hallstätter Salzberg-Plassen.

J-A-M = Ischl-Ausee-Mitterndorfer „Kanal“.

L = Langbathscholle.

T = Traunstein.

K = Kremsmauer.

S = Sengengebirge.

KW = Kreidefjord von Weyer.

W = Weyerer Kanal.

A-B = Altenmarkt-Brühler Aufbruch.

M = Mariazeller Linie.

MZ = Mandling-Zug.

man ein nördliches, O-W streichendes Gebirge (tiefbajuvarisch), das eine gestörte Falten-tektonik hat und noch Cenoman umfaßt. Darüber liegt die Deckscholle der Kampenwand, aus Trias aufgebaut; basales (tiefbajuvarisches) Gebirge kommt südlich davon im Hochplattenzug usw. heraus; die Deckscholle der Kampenwand ist nicht aus der Ferne zu beziehen, sondern etwa 4 km weiter im S anzuknüpfen; die Überschiebungsfläche ist nachcenoman gefaltet. — In der Kampenwandgruppe herrscht, wie vielfach zwischen Inn- und Priental, NO-Streichen; am auffallendsten ist dies bei der Mulde, die aus dem Spitzsteingebiet bis Nideraschau streicht. Hier treten (wie auch an andern Stellen, z. B. Fuschlsee) direkt Faltenzüge spitz an die Flyschgrenze heran; diese Falten sind hochbajuvarisch; die tiefbajuvarische Zone scheint da einen ganz schmalen Saum am Kalkalpenrande darzustellen. Das NO-Streichen schwenkt im Gebiete des Hochfellen in WO-Streichen ein, um in der Gegend von Ruhpolding in WNW einzuschwenken. Dort wird dann das Ganze durch die vorstoßende tirolische Masse überfahren. In der Gruppe der Kampenwand spielt der Wettersteinkalk eine große Rolle, während er in der Hochfellen-Gruppe fast vollständig fehlt. In der letztgenannten sind fünf Streifen jüngerer Gesteine vorhanden, deren südlichster die Mulde von Thiersee ist. Im Profil Bergen-Haselberg-Eisenberg liegt über Flysch ein gegen N drängendes, südfallendes, mit isoklinalen Mulden ausgestattetes System Trias-Neokom, dessen zerrissene Mulden z. T. zu Schubflächen (Schuppen) geworden sind; Cenoman und Gosau transgrediert darüber und ist z. T. in die Schuppen noch einbezogen.

Die Fortsetzung der Thierseer Mulde streicht ONO, der Kalkalpenrand bei Ruhpolding aber fast SO; daher spitzt das Gebirge zwischen dem Kalkalpenrande und der Mulde von Thiersee östlich von Ruhpolding aus, und die Hauptdolomitmasse im S (Wettersteindecke) tritt an den Rand der Kalkalpen heran. Die Fortsetzung der Gesteinszüge des Hochfellen-Hochgern liegt östlich von Ruhpolding in einer Entwicklung niedriger Vorberge, welche vom Rauschberg-Kienberg überschoben werden<sup>86</sup>.

Die Vorberge streichen WNW; ihre Grenzen gegen den Flysch sind steil gestellt; es sind vier sehr gestörte Faltenzüge vorhanden. Das Gebiet der Vorberge zieht unter den Rauschberg hinein, dessen Trias (Werfener-Wettersteinkalk) sie überschiebt; hier ist die Wettersteindecke bereits fast an den Rand der Kalkalpen hinausgerückt. Auch hier läßt das Cenoman eine Störungsphase vor seiner Ablagerung erkennen. Die Vorzone zieht unter die Trias des Rauschenbergs hinein, auch die Mulde von Thiersee verschwindet damit unter der Wettersteindecke, deren Schubfläche sich, je weiter sie nach S sich zieht, desto mehr sich versteilend, bis an den Nordrand des Kaisergebirges verfolgen läßt.

Das Kaisergebirge<sup>87</sup> gehört zur Wettersteindecke. Wettersteinkalk, bei Kufstein in schmalen Zuge beginnend und rasch anschwellend, baut den Zahmen Kaiser auf; er ist vielleicht über den nördlich vorliegenden Hauptdolomit geschoben; südlich vom Zahmen Kaiser liegt eine gestörte Mulde von Hauptdolomit, und aus dieser erhebt sich der Wettersteinkalk des Wilden Kaisers. Der Muschelkalk an der Basis des Wilden Kaisers begrenzt das Becken von Eiberg, das, erfüllt von Rät, Liasfleckenmergel, Aptychenkalk, Senonkonglomerat, zwar an ein Fenster gemahnt, aber wohl eine Bruchscholle ist. Bezüglich der Stellung des Wettersteinkalks des Wilden Kaisers zum Hauptdolomit sind viele Fragen ungelöst; der Wilde Kaiser zeigt durch Brüche, Verschiebungsflächen im Wettersteinkalk, durch Aufpressen von Muschelkalk komplizierten Bau; ein solcher beherrscht auch die Südseite durch mannigfache Schuppungen, durch tektonische Unterdrückung einzelner Schichtglieder; die Störungszone im Süden des Wilden Kaiser hat eine bedeutende Ähnlichkeit mit der Kalkalpenzone südlich vom Inn bei Rattenberg. An der Basis des Buntsandsteins (z. B. bei Scheffau) liegt eine Grundbreccie des Buntsandsteins diskordant über Grauwackenschiefern<sup>88</sup>. — Am Nordrand des Kaisergebirges ist Trias über junge, sogar tertiäre Schichten ein kurzes Stück vorgeschoben, d. h. Tirolisches liegt auf Bajuvarischem. Das Kaisergebirge ist der Anfang des tirolischen Bogens.

Gegen Osten folgt die Kalkstein-Kirchberggruppe, die ein breites Übergangsgebiet zwischen der bayrischen und der Berchtesgadener Fazies darstellt.

Östlich des von der Kössener Ache durchströmten Leukentals hat die Trias eine große Entwicklung in den Loferer und Leoganger Steinbergen (s. unten), und nördlich von der Waidringer Talung liegt die breit entwickelte Kammerkergruppe, die mit Kienberg-Rauschberg-Staufen zusammenhängt. Es hat also hier die Wettersteindecke eine gewaltige Größe; sie und die Inntaldecke „verschmelzen zwischen St. Johann, Kössen und Werfen-Salzburg zu einem mächtigen Schollenbau; der lebhaft Vordrang der Inntaldecke kompensiert sich in der nicht minder wirkungsvollen Stauffen-Höllengebirgsüberschiebung.“<sup>89</sup>

Am Kienberg hat der nach W auskeilende Wettersteinkalk eine bedeutende Breite, welche er bis zum Stauffen behält; südlich davon liegt Hauptdolomit. Vom Rauschberg bis zum Sonntagshorn herrschen massige Faltenzüge mit WSW-ONO-Streichen, welche Richtung mit den Vorbergen bedeutend differiert. Der Wettersteinkalk des Stauffen, unter dem noch Vilsenkalk und Oberkreide liegt, ist bis an die Flyschzone vorgedrungen. Der Hauptdolomit südlich des Rauschberges wird in der Kammerkar-Sonntagshorngruppe<sup>90</sup> von mächtig entwickelten jungen Schichten bedeckt; deren flach eingesenkte Schüssel vermittelt in stratigraphischer und tektonischer Beziehung zwischen dem Plateau- und Kettentypus der Kalkalpen. Westlich der Gruppe liegt die als Fortsetzung der Synklinale des Kaisergebirges aufzufassende Mulde des Fellhorns, südlich liegt die flach gegen NNO geneigte Platte des Kalksteines und der Loferer Steinberge; im N bildet die Unterlage der Kammerkermulde eine Wölbung, im O ist ein scharfer Abbruch, der Saalachwestbruch, vorhanden, zwischen welchem und der Reiteralm die 3—4 km breite Saalachsenkscholle liegt. Über das ganze Gebiet greift dann im Osten eine höhere Schubmasse, die juvavische Einheit.

In der Mulde der Kammerkergruppe, welche noch Unterkreide umfaßt, sind auch Störungen vorhanden; das Fallen ist meist gegen die Muldenmitte gerichtet, die Störungen aber (Quer- und Längssprünge) bedingen vielfach ein buntes Sedimentmosaik. Von der größten Wichtigkeit ist der Umstand, daß die triadische Unterlage der Kammerkermulde verschiedene Fazies der Trias zeigt, welche gewöhnlich auf verschiedene Faziesgebiete bezogen werden; der Nordrand der Mulde hat Hauptdolomit-Plattenkalk, der nördliche Teil des Westrandes Plattenkalk, der südliche aber Dachsteinkalk vom Typus der Loferer Steinberge, der Südrand zeigt ein Profil Dachsteindolomit, Dachsteinkalk, bunte norisch-rätische Grenzkalke; das Ganze gibt den faziellen Übergang von der „bajuvarischen“ in die Berchtesgadener Fazies.

Im Saalachgebiet ist eine Reihe von Schollen längs steiler oder saigerer Brüche in die Tiefe gesunken, aber der versunkene Teil besteht aus zwei Teilen, welche sich wie basales und Deckgebirge zueinander verhalten. Das basale Gebirge, dem außerhalb der Bruchregion des Saalachtals die Steinberge und die Kammerkerplatte usw. angehören, zeigt auch die Berchtesgadener Fazies; darüber liegt die Berchtesgadener Fazies (dazu Lias) der juvavischen Masse. Der Deckenrand kommt auf lange Strecken nicht zum Ausstrich, da auch die überschobenen Massen an Brüchen versunken sind; die Überschiebung ist am Unkener Kalvarienberge zu sehen, wo Trias über Neokom liegt. — Im mittleren Teile der Saalach (von Loferer aufwärts) herrscht das Gesetz, daß die Trias der tirolischen Unterlage bereits ganz der Berchtesgadener Fazies angehört. In der tirolischen Unterlage findet sich auch im mittleren Saalachgebiet eine Jura-Neokommulde, welche als westliche Umrahmung und Unterlage die Loferer und Leoganger Steinberge, im S die Ausläufer des Steinernen Meeres hat, welches von den Ausläufern dieser NW - SO streichenden Mulde im Seehorn erklommen wird; die Ostgrenze der Mulde ist die Hochkaltermasse; Störungen (Schuppung) lassen es als sehr wahrscheinlich erscheinen, daß auch eine aus NO schiebende Kraft, ein Austausch aus dieser Richtung wirksam war

Über die Mulde ragen Deckschollen der juvavischen Masse auf. In der Deckentrias ist eine Vorzone zu erkennen, deren Kontakt zur Hauptzone den Charakter einer steilen Aufpressung hat; der Vorzone gehört der Hochkranz, Gerhardstein, Lerchkogel usw. an. In dem kompliziert gebauten Streifen Perhorn, Hundshorn (Hauptzone) ist neben anderen Komplikationen auch noch eine intensive Reduktion des normalen Schichtverbandes in den ziegelartig übereinander liegenden Schollen vorhanden. Dann folgt die Masse der Reiteralm. Der Einschub des Juvavischen ist kretazisch erfolgt.

Die zur tirolischen Unterlage gehörenden Loferer und Leoganger Steinberge zeigen die einfache Triasgliederung der Berchtesgadener Trias (Werfener, Muschelkalk, Ramsaudolomit, Carditaniveau, Dachsteinkalk). Die Hauptmasse der Loferer Steinberge ist eine große gegen N oder NO geneigte Tafel; die Fortsetzung liegt in den Leoganger Steinbergen; ebenso auch im Steinernen Meere, dessen Südabstürze ein typisches Profil der Berchtesgadener Fazies zeigen (Profil Lichtenberg-Breithorn bei Saalfelden: Werfener Schichten; Rauchwacke; Guttensteiner Kalk und Dolomit; heller klotziger Kalk

mit Diploporen; dunkle, kieselige Knollenkalke vom Aussehen der Reiflinger Kalke, gegen oben rötliche und grünliche Farben, enthaltend grüne kieselige Zwischenlagen sehr ähnlich der *pietra verde*, erinnern sehr lebhaft an die Buchensteiner Schichten von Südtirol; darüber Wettersteindolomit, Halobienchiefer und Carditaoolith, Dachsteindolomit, Dachsteinkalk). Es ist unmöglich, diese Folge mit HAUG in drei Decken zu zerlegen. Der ganze Südrand der Kalkalpen vom Kaiser an bis zum Tennengebirge ist einheitlich, der Südrand der Autochthonen; über die Grauwackenzone transgredieren die mesozoischen Sedimente. Das Plateau des Steinernen Meeres besteht aus flachliegenden Dachsteinkalken mit aufgelagertem Lias; ähnliche Verhältnisse zeigt die Übergossene Alpe, in deren Hochgebirgsriffkalken Einlagerungen von Hallstätter Kalken auftreten; im unteren Blühbachtal, am Imlaubach, bei Werfen sind eigenartige Störungen vorhanden, so bei Werfen eine drei- bis vierfach geschuppte Serie von Werfener, Guttensteiner Schichten, Reingrabener Schiefern und ganz geringem oder fehlendem Ramsaudolomit; mit HAHN muß man diese Schuppen als autochthon ansehen und feststellen, daß sie von Norden her vom Hochgebirge überschoben sind. Im Hagengebirge wie am Königssee liegt an zahlreichen Stellen Lias über der Trias, deren Dachsteinkalke im Paß Luegg sowie im gegenüberliegenden Tennengebirge in grandiosem Abschwung gegen N niedergehen. Zur tirolischen Serie gehört auch der Watzmann, von welchem ein Absinken der Schichten gegen N stattfindet, und in derselben Weise fallen die Dachsteinkalke des Hochkalter mit ihrer Auflagerung von Lias usw. unter die Masse der Reiteralm ein; so sinken am Hirschbüchel Neokom, Jura und die Gesteine des Hochkalter unter die Reiteralm (Werfener) ein.

Reiteralpe, Lattengebirge, Untersberg und Göll<sup>91</sup> bildet die Reste einer Schubmasse, welche die höchste kalkalpine Schubmasse, die juvavische, ist; sie gehört der Berchtesgadener Fazies der Trias an und hat als höchstes Glied noch Hierlatzlias. Von der Reiteralm-Schubmasse läßt sich eine Vorzone (S. 73) abtrennen, welche zwar faziell verschieden ist, aber doch so eng mit der Hauptzone verbunden ist, daß sie dieser nicht als eigene Decke gegenübergestellt werden kann. Im Lattengebirge tritt dazu noch Gosau, deren Lagerung recht einfach ist. Bemerkenswert ist es, daß es auf der Höhe des Lattengebirges auch Nierentaler Schichten gibt, welche in der nahen Umgebung in der Taltiefe liegen; man muß daraus auf ganz bedeutende Verstellungen nach der Gosau schließen. — Am Untersberg liegt über Trias spärlicher Lias und dann Plassenkalk; auf der Strecke Berchtesgadener Schelleberg fallen Hallstätter Kalke unter den Untersberg ein, nördlich von Schelleberg nimmt Neokom dieselbe Stellung ein. Die Lagerung der Gosau zeigt überall den vorgosauischen Bau an. Kleine Deckenzeugen der juvavischen Einheit gibt es im Gebiete des Steinernen Meeres (z. B. Funtenseetauern). Im Göll nimmt die juvavische Decke in einer stirnartigen Falte eine mächtige Entfaltung; Dachsteinkalk liegt auf Lias und Jura, und im Liegenden der Göllmasse ist am Torrener Joch eine förmliche Quetschzone vorhanden. (Nachtrag S. 142.)

Im N kommt unter dem Göll das Roßfeld mit Jura-Neokom und einem Deckenzeugen von Trias (juvavisch) heraus; das Ganze sinkt unter den Untersberg, was auch die Hallstätter Kalke von Hallein tun. Haselgebirge (Berchtesgadener und Hallein) und Hallstätter Gesteine haben hier eine gewisse Selbständigkeit; das Liegende des Berchtesgadener Salzlagere ist Lias, der auf der Watzmanntrias liegt; im Haselgebirge finden sich Schüblinge von Ramsaudolomit, Hallstätter Kalk, Lias usw., alle sehr stark verquetscht. Das Haselgebirge von Dürnberg und Göttschen bei Hallein liegt auf dem Neokom des Roßfeldes; die Gestalt des Lagers und die Stauchungen sprechen für eine Bewegung in N-S; über dem Haselgebirge liegt eine reiche Entfaltung von Hallstätter Kalken von Hallein.

Wenn man im östlichen Teile der Inn-Salzachgruppe die juvavischen Deckschollen abhebt, dann bleibt ein basales tirolisches Gebirge übrig, das im N „bajuvarische“, im S Berchtesgadener Fazies aufweist. Darüber liegt die Berchtesgadener Schubmasse, die juvavische Einheit, deren Überschiebung eine Massenübergleitung auf flachgeneigter Förderbahn ist.

Östlich der Salzach gliedern sich die tektonischen Einheiten in das im N gegen N stirnartig absinkende Tennengebirge, das die Fortsetzung der Übergossenen Alpe ist, in eine nördlich davon liegende, von Hallstätter Gesteinen ausgefüllte Senke, in die daraus emporsteigende Osterhorngruppe, unter welcher die Schafbergfalten emportauschen.

Der größte Teil des Tennengebirges besteht aus Dachsteinkalk; an den Südabstürzen erscheinen unter diesem Schuppen von tieferer Trias. Unklar ist das Verhältnis des Ostendes zum Dachsteinstock; von der Hauptmasse des Tennengebirges ist der Traun- und Schoberstein abgetrennt; beide stellen sehr steile, oft senkrecht fallende

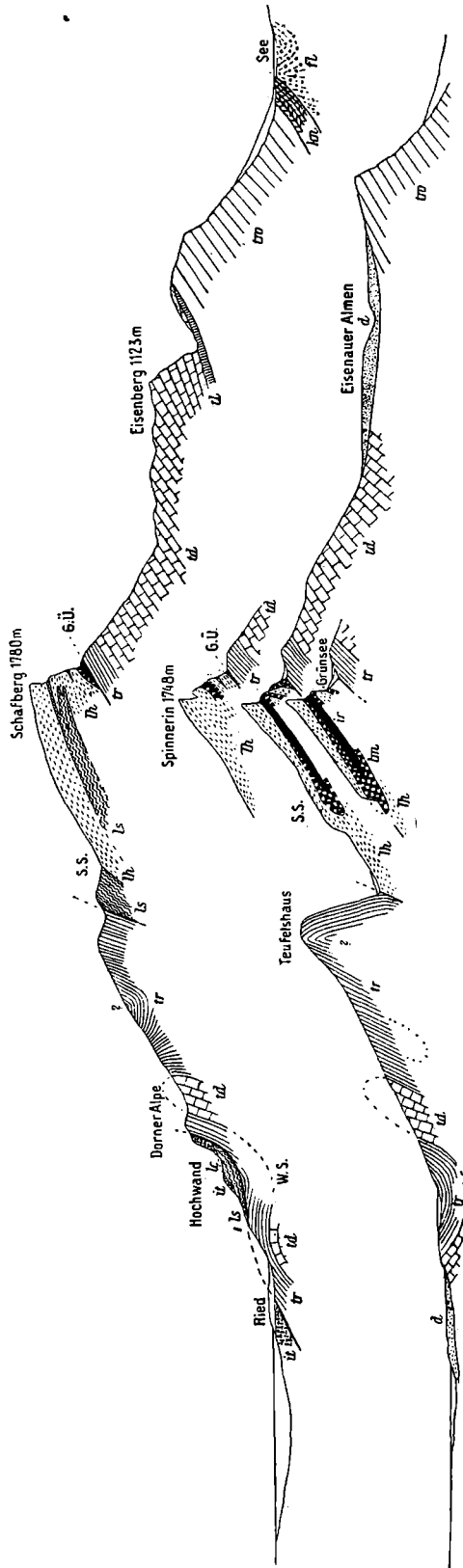


Fig. 10. Profile durch die Schafberggruppe, nach E. SPENGLER, Mittell. d. Wien. Geologischen Gesellschaft IV.

d = Moränen.  
 fl = Kreideflysch.  
 kn = Neokom-Fleckenmergel.  
 th = Plassenkalk.  
 tr = Radiolariengesteine.  
 S.S. = Schafbergersynklinale.

lm = Rote Cephalopoden und Crinoidenkalk d. Mittelias.  
 lh = Hieriatfazies der unteren Lias und oberer Dachsteinkalk.  
 lc = Übergangsgebilde zwischen Spongien- und Crinoidenfazies.

ls = Spongienfazies des Lias.  
 tr = Plattenkalke u. Kössnerschichten.  
 td = Hauptdolomit.  
 tw = Wettersteinkalk und Dolomit.  
 G.U. = Grünsescherfläche.  
 W.S. = St. Wolfgang'scher Synklinale.

Schuppen von Werfener, Muschelkalk und Dachsteinkalk vor. Die Dachsteinkalke des Tennengebirges fallen unter die älteren Schichten des Lammergebietes ein, das mit seinen Hallstätter Gesteinen im allgemeinen wohl eine Synklinale bildet; über die Lagerungsverhältnisse ist, bes. im Gebiete des Schwarzen Berges, nichts Sicheres bekannt. In der Weitenau liegt Neokom, transgredierend (wie solches auch weiter im Osten bekannt ist). Nördlich von diesem kompliziert gebauten Gebiete liegt die breit entwickelte Osterhorngruppe, ausgezeichnet durch ruhige Lagerung, wie sie in dieser Form an keiner Stelle der nördlichen Kalkalpen vorhanden ist; vom Hauptdolomit bis in das Neokom ist ruhige, kuppelförmige Lagerung der Schichten bis ins Neokom vorhanden. Bemerkenswert sind die Grenzen der Osterhorngruppe; an der Südgrenze ist eine Aufschubung von Rätalk und Hauptdolomit vorhanden, die Westgrenze ist das Salzachtal, die Ostgrenze fällt mit einem schmalen Gosaukanal zusammen, der das Untersinken der Osterhorngruppe unter die Gamsfelddecke ummantelt; die Nordostgrenze ist eine Schub- oder Scheerfläche, vorgosauischen Alters; im N und bes. im NW bildet eine breitentwickelte Hauptdolomitmasse die Unterlage der Osterhorngruppe, über welcher wahrscheinlich nie höhere Decken lagen.

Im Westen von Salzburg tritt auf eine lange Strecke an die Flyschgrenze Hauptdolomit heran; dann folgt gegen Osten die Schafberggruppe<sup>92</sup>, von der Osterhorngruppe durch die früher erwähnte Schubfläche getrennt. Die Schafberggruppe liegt tektonisch tiefer als die Osterhorngruppe, welche über ihre Vorlage bewegt wurde; zwischen beiden Gruppen liegt die von Gosau erfüllte Senke des Wolfgangseetals; zwischen beiden Gruppen be-



steht ein bedeutender Fazieskontrast, doch liegt ein Übergangsgebiet von Oberalmer Schichten und Plassenkalk in der Blechwand. Über der aus Trias bestehenden Sockelregion des Schafberges (Fig. 10) liegen mehrere Synklinalen (Jura) und Antiklinalen (Trias), und zwischen der tektonischen Einheit der Schafberggruppe und der Flyschzone liegt, von der ersteren überschoben, die letztere überschiebend, ein schmaler Streifen von Neokommern, der in die Langbathscholle fortsetzt. Die Tektonik der Schafbergsynklinalen setzt einen intensiven Schub von Süden voraus. Die Falten werden durchschnitten von einer Scherfläche, welche jünger ist als die Falten und flacher gegen S fällt als die Falten. Eine sekundäre Schubmasse bilden die Plassenkalke, die mit allen Gesteinen bis zum Hauptdolomit herab in Berührung kommen; es ist die vorgosauische Plassenkalküberschiebung mit dem Vorschub der Osterhorngruppe in einen Zusammenhang zu bringen. Ganz sicher ist das Faltenbündel des Schafberges vorgosauisch.

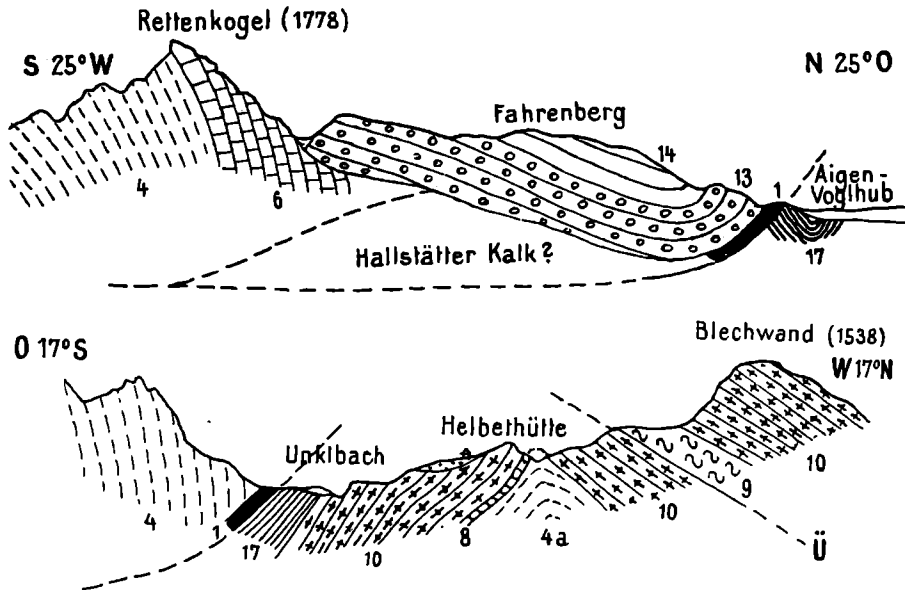


Fig. 11. Profile Rettenkogel und Blechwand, nach E. SPENGLER, Sitzungsberichte Akad. Wien. 1912.

- |                                         |                               |
|-----------------------------------------|-------------------------------|
| 1 = Werfener Schichten und Hasegebirge. | 9 = Lias der Osterhorngruppe. |
| 4 = Ramsaudolomit.                      | 10 = Oberalmer Schichten.     |
| 4 a = Hauptdolomit.                     | 13 = Konglomerate             |
| 6 = Dachsteinkalk.                      | 14 = Ammonitenmergel          |
| 8 = Kössener Schichten.                 | 17 = Nierentaler Schichten    |
- } Gosau.

Der Sockel des Schafberges setzt in seiner streichenden Fortsetzung das Höllengebirge<sup>93</sup> zusammen. Unter dem Höllengebirge ist zwischen dem liegenden Flysch und dem hangenden Höllengebirge die Langbathscholle vorhanden, deren komplizierter Bau wohl auch die lückenhafte Schichtfolge erklärt, da intensive Quetschung und Knetung in S—N vorhanden ist. Über der Langbathscholle liegt der Wettersteinkalk des Höllengebirges; dazu treten Deckschollen auf der Langbathscholle (Loskogel usw.). Im Osten, bei Ebensee wird das Höllengebirge von einer Bruchlinie abgeschnitten, an welcher Wettersteinkalk an Hauptdolomit und Plattenkalk stößt; die Ränder des Bruches klaffen teilweise, und in der Spalte erscheint Jura-krinoidenkalk und Gosaukonglomerat. Im N der Langbathscholle bildet Hauptdolomit die Grenze gegen den Flysch; es ist unklar, ob der Hauptdolomit tektonisch zur Höllengebirgsmasse gehört.

Auf dem Wettersteinkalk des Höllengebirges liegt eine normale Serie bis zum Plassenkalk; das Ganze senkt sich gegen die gosauerfüllte Strecke Ischl-Wolfgangsee<sup>94</sup>, südlich deren sich das Katergebirge usw., die Gamsfelddecke erhebt.

Ein schmaler Streifen von Gosau trennt die Gamsfelddecke von der Osterhorngruppe; von dieser Gosau ist die konglomeratisch entwickelte Gamsfeld-Gosau zu trennen; das gegenseitige Lagerungsverhältnis zeigt Fig. 11, aus welcher eine vor- und eine nachgosauische Störung klar hervorgeht; die postgosauische Störung hat Schuppenstruktur in der Gosau bewirkt (z. B. am Rigausbach). In der Gamsfeldeinheit sind zwei Abteilungen zu unterscheiden, eine untere mit Hallstätter Gesteinen, eine obere in „Dachsteinentwicklung“, welche vorgosauisch übereinander bewegt wurden. Der Faziesunterschied dieser „Dachsteinentwicklung“ zur Schafbergtrias ist sehr gering. Die Überschiebung der Gamsfeldeinheit ist auch im Kaiser Franz-Josef-Erbstollen bei Ischl zu sehen, wo Haselgebirge über Oberalmer und Roßfeldschichten liegt. — Zwischen dem Abtenauer Becken und der Enge des Gosautals bildet (bei Gosau) die Gamsfelddecke die normale Unterlage der großen Entwicklung der oberen Kreide im Becken von Gosau; am Nordrand des Gosaubeckens herrscht Auflagerung, wobei auch überkippte Lagerung nicht den Eindruck der Transgression über die Trias stört; bei Südfällen folgen gegen S immer höhere Schichten; über den Nierentaler Schichten erscheint bei der Zwieselalpe ein Konglomerat mit zentralalpiner Geröll (Tertiär?). Über dem Ganzen liegt die Trias der Donnerkogel, welche zum Dachstein gehören, doch ist nicht überall die Trias des letzteren über die Gosau geschoben. Das Plateau des Dachsteingebirges, zum größten Teil aufgebaut aus Dachsteinkalk, ist durch zahlreiche Brüche zerrissen, durch welche die eigenartige Stellung der Hierlatzkalke etwas klarer wird; auch Klaussschichten liegen auf Dachsteinkalk. Zum Dachstein gehört auch der Sarstein, der im N über Hallstätter Kalke geschoben ist. (Nachtrag S. 142.)

Besonders komplizierte Verhältnisse zeigt der Hallstätter Salzberg, der vom Tithon des Plassen überhöht wird; an dem Aufbau des Gebiets beteiligen sich außer Haselgebirge, Tithon, noch Dogger, Zlambachschichten, Schreyeralmkalk usw.; das Ganze ist wahrscheinlich eine juvavische Deckscholle von Hallstätter Gesteinen auf dem Dachsteinkalk des Dachsteins. Auffallend ist der im Salzgebirge steckende Melaphyr, der von Gips und Salz durchtränkt und wohl als Schubsetzen aufzufassen ist; er stellt sich vielleicht in eine Reihe mit anderen basischen Eruptiva, z. B. Arikogel, Ischl usw. — Erwähnt seien die sogen. Augensteingerölle des Dachsteinplateaus; d. s. Urgebirgsgerölle, Quarz, Bohnerz, welche sich nesterweise auf dem Dachsteinplateau und auch auf anderen Kalkalpenplateaus finden als Spuren von alten Flußläufen. — Das östliche Dachsteingebiet, an dessen Südabsturz zwischen Gröbming und Wörschach die Grauwackenzone wenigstens z. T. fehlt, besteht aus Dachsteinkalk; auf der Stoderalp (1700 m) und im Ennstal findet sich Jungtertiär. Der östlichste Ausläufer des Dachsteinstockes, der Grimming, macht mit seinen Dachsteinkalken eine deutliche Stirnwölbung gegen N, gegen das Becken von Mitterndorf.

Die Senke Wolfgangsee-Ischl findet ihre Fortsetzung über Aussee-Mitterndorf-Liezen; in der vom Dachsteinmassiv und dem Toten Gebirge überragten Senke liegen Hallstätter Gesteine, welche auf Jura-Neokom von Ischl-Perneck usw. liegen. Es scheint das Tote Gebirge über dem Höllengebirge und dessen Fortsetzung zu liegen, und darauf scheint das durch Hallstätter Fazies ausgezeichnete Gebirge von Ischl-Aussee-Mitterndorf zu liegen. Das Berchtesgadener Fazies aufweisende Tote Gebirge ist tirolisch sowie der Dachstein, der über den Hallstätter Gesteinen von Aussee usw. liegt.

Dazu einige Details. An der Jochwand bei Goisern, im K.-Franz-Josef-Erbstollen usw., liegt Jura oder Neokom unter der Gamsfelddecke; der Jura usw. ist stratigraphisches Hangendes zum Hauptdolomit des Hohen Schrott und damit zum Höllengebirge. Über demselben Jura liegt am Ostrande der Depression der Dachsteinkalk der Ausläufer des Toten Gebirges, welcher z. B. auch über Lias, Rät usw. der Hohen Schrott liegt. Die Stellung der Toten-Gebirgs-Decke ist dadurch festgelegt, daß die Dachsteinkalke der Unterlage des Losers (= Totes Gebirge) gegen SW untersinken und samt ihrer Auflagerung (Jura) unter Haselgebirge und Hallstätter Kalke einsinken. Die Lagerungsstörungen sind so gewaltig, daß im Ischler Salzberg das Haselgebirge in Jura-Neokom eingewickelt ist. Auch ist die Stellung der Hallstätter Kalke im Detail sehr kompliziert; solche Gesteine haben bes. im Raschberg usw. eine große Verbreitung. Hallstätter Kalke fallen auf der

Nordseite des Sarsteins unter die Masse des Dachsteins ein, welche also darüber überschoben ist. (Nachtreg S. 142.)

Die Depression von Aussee setzt über Mitterndorf nach Liezen fort, im N überragt vom Toten Gebirge. Es ist den geschlossenen Massen von Hauptdolomit und Dachsteinkalk des Hochmöbling und Warschenecks bei Liezen usw. gegen das Ennstal zu eine kettenförmig angeordnete Reihe von Riffkalkklippen vorgelagert, welche aus einer breiten Zone gefalteter Gosau hervortaut; diese Gosau führt keine Gerölle von zentralalpinen Gesteinen, obwohl jetzt keine Trennung von den Zentralalpen vorhanden ist, da heute Gosau z. T. direkt an das Ennstal grenzt; daraus muß man auf eine lebhaftere Veränderung von bedeutenden tektonischen Komplexen nach der Gosau und vor der Ablagerung des Ennstaler Tertiärs, das den heutigen ähnliche Verhältnisse schon angetroffen hat, schließen. Die Störungszone Paß Pyhrn-Grundsee trennt die Zone der Trias-, „Klippen“ vom Toten Gebirge; aus der allgemeinen Gosauhülle tauchen nur einzelne Inseln von roten Werfern und Haselgebirge heraus; dazu treten an der Basis des Riffkalkes noch andere Triasglieder (Guttensteiner Kalk, Reiflinger? Hornsteinkalk, Ramsaudolomit) und Liasfleckenmergel.

Das Tote Gebirge zeigt eine gewaltige Ausbreitung von Dachsteinkalk, im allgemeinen ruhig gelagert; die Steilabfälle gegen W und O sind Flexuren (z. B. Loser, Stodertal); an zahlreichen Stellen des Plateaus gibt es Hierlitzkalke, dann auch spärlichen Jura; Gosau reicht im Stodertal, zu welchem das Tote Gebirge mit einer Flexur niedergeht, um sich zum Warscheneck wieder aufzubiegen, bis 1100 m, im Teichlursprung bis 1600 m. In der Warscheneckgruppe wird der bankige Dachsteinkalk oft von Riffkalk unterlagert.

Der sich gegen den Paß Pyhrn senkende SO-Teil der Warscheneckgruppe zeigt über Dachsteinkalk Lias, Klauskalk, Oberalmerschichten, Plassenkalk, Gosau; Haselgebirge tritt dabei in einem solchen Verhältnis dazu, daß es als gangförmig aufgepreßt erklärt wird<sup>95</sup>; die Deutung als Deckscholle ist vielleicht nicht ganz unmöglich.

Im westlichen Teil des Nordabsturzes des Toten Gebirges grenzt der steil gegen N einschließende Dachsteinkalk (Stirnfalte?) an den Lias der Hohen Schrott. In der Gegend des Offensees ändert sich die Tektonik des Nordabfalles vollständig, indem flaches Südfallen bei normaler Folge herrscht. Darunter tauchen dann tiefere Schuppen heraus (Kasberg usw.); der Hauptdolomit unter der liegenden Falte des Kasberges entspricht wahrscheinlich dem Höllengebirge; die Schubmasse des Kasberges läßt sich gegen Osten als zusammenhängender Zug von Muschelkalk (Käferspitz) bis zur Mündung des Stodertals verfolgen. N. von dem erwähnten Hauptdolomit liegt der Wettersteinkalkzug Kremsmauer-Janskogel-Traunstein, zu dem auch das Sengsengebirge gehört; im Sengsengebirge ist eine vollständige Antiklinale vorhanden, gegen NW zu tritt eine Störung auf, so daß der Wettersteinkalk auf den nördlich davon liegenden Hauptdolomit hinaufgeschoben ist (Fig. 12); der Zug der Kremsmauer wird von einem von Windisch-Garsten bis Grünau (wo Gosau über tiefer Trias transgrediert) zu verfolgenden Bruch vom Hauptdolomit des Steyerlingtals getrennt, d. i. jener Hauptdolomit, auf welchem der Kasberg liegt. Die Fortsetzung der Kremsmauer liegt im Traunstein, der gegenüber dem linken Traunseeufer mit der ganzen Kalkzone verschoben ist<sup>96</sup>. An seiner Basis im Gschlifgraben erscheinen Grestener Schichten, Nierentaler Schichten, Eozän und Flysch. Die Flyschgrenze ist natürlich überall eine Überschiebung; über den Flysch sind hier auch Werfener direkt überschoben, worüber sich über Guttensteiner Kalk, Reiflinger Kalk zum Wettersteinkalk des Steineck eine normale Reihe legt. Die Nordgrenze des Wettersteinkalkzuges Traunstein-Kremsmauer-Sengsengebirge ist eine bedeutsame tektonische Grenze; als Fortsetzung der Höllengebirgs-Schafberg-Überschiebung über die Langbathscholle entspricht das südlich von ihr liegende Gebirge der Wettersteinscholle, das nördlich davon liegende ist bajuvarisch, entsprechend dem, was unter Kienberg und Rauschberg verschwindet.

Zwischen der Gegend von Ruhpolding und dem Traunsee (d. h. der Langbathscholle) liegt das Bajuvarische unter dem gewaltigen Vorstoß des Tirolischen, den Äquivalenten der Wettersteineinheit. Im Bajuvarischen des Almgebiets und der östlicheren Gegenden herrscht Hauptdolomit mit einer ganzen Reihe von eingefalteten Synklinalen jüngerer Gesteine<sup>97</sup>.

Auf der Strecke zwischen Alm und Micheldorf streichen die Randsynklinalen wie die Kremsmauer in NW; im W sind die Falten zusammengepreßt, gegen O treten sie auseinander; bei Micheldorf liegt ein Faltenknie und zwischen diesem und dem von Großramming liegt ein gegen N konvexer Bogen. Das Faltenknie von Micheldorf wird bes. durch den äußerst synklin eingefalteten Zug Schabenreithstein-Hirschwaldstein markiert, parallel der Flyschgrenze verlaufend. Der Faltenzug des Landsberges bei Pernzell zeigt OW-Streichen; auch Gosau tritt in diese Syncline ein, welche im Westen quer von der Flyschgrenze abgeschnitten wird was an einer Art von Blatt geschieht; dieses und Parallelstörungen bewirken ein treppenartiges Zurückweichen der Kalkalpen gegen den Flysch der Kirchdorfer Bucht. Weiter im Westen gibt es Klippen im Flysch (z. B. oberjurassische Hornstein- und Kieselkalke und Neokom am Kornsteinsattel usw.).

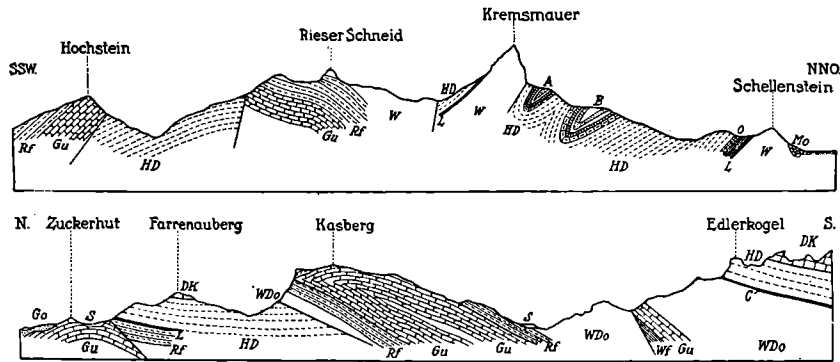


Fig. 12. Profile durch das Gebiet von Kasberg-Kremsmauer, nach GEYER, V. 1910, bezw. 1911.

- |                           |                        |                               |
|---------------------------|------------------------|-------------------------------|
| W = Werfener Sch.         | RL = Lunzer Sandstein. | A = Synklinale von Rät, Lias, |
| G = Guttensteinerkalk.    | RO = Opponitzerkalk.   | B = Synklinale von Rät, Lias, |
| R = Reiflingerkalk.       | HD = Hauptdolomit.     | Jura, Neokom, Kreideflysch.   |
| W = Wettersteinkalk.      | DK = Dachsteinkalk.    |                               |
| WDo = Wettersteindolomit. | Go = Gosau.            |                               |

Westlich der Steyr sind dieselben tektonischen Zonen vorhanden; der Muschelkalkaufbruch Kasberg-Keferspitzen-Riesenberg, der die NW—SO-Störung Windisch Garsten-Grünau markiert, verschwindet bei Dirnbach durch Ausgleichen der Störung. Von Windisch-Garsten zur Kalkalpengrenze hat man folgende Glieder: Wettersteinkalkantiklinale des Sengsengebirges (= Kremsmauer); Hauptdolomitgebiet südlich von Molln; Untertriasaufbruch Moller-Reichramming; Faltenzüge des Schobersteins.

Das Sengsengebirge ist eine einseitig gegen N blickende Antiklinale von Wettersteinkalk, welche sich, ohne daß eine Störung im N vorhanden wäre, im Gebiete des Großen Baches bei Groß-Ramming durch Vermittlung von Lunzer Sandstein und Opponitzer Kalk unter Hauptdolomit senkt. Abgesehen vom Ostende ist der Nordflügel der Antiklinale überkippt. Nördlich vom Sengsengebirge befindet sich eine breite, mehrfach gefaltete und schuppenartig zusammengesobene Hauptdolomitregion, mit antiklinalen Aufbrüchen von Wettersteinkalk und Synklinalen, erfüllt bis Unterkreide; diese Züge brechen mit der Hauptdolomitmasse scharf ab an jenem auffallenden Zug von Gosau und Kreideflysch, welcher, aus der Gegend von Reichramming gegen S ziehend, tief in das Gebirge eingreift. — Nördlich vom Hauptdolomitgebiet liegt der Muschelkalkaufbruch von Molln-Reichramming, der tief in das Gebirge eingreift; an einer scharf markierten Längsstörung, der Mollner Linie, stößt der unmittelbar nördlich folgende Hauptdolomit an Reiflinger Kalk, unter welchen der erstere einfällt; über dem Reiflinger Kalk liegt Lunzer Sandstein und Opponitzer Kalk, die Basis des südlichen Hauptdolomits.

Das Gebiet nördlich der Mollner Linie umfaßt Synklinen oder Schuppensysteme mit einer gegen N gerichteten Bewegungstendenz; es liegt hier geradezu Dachziegelstruktur vor; so gibt es z. B. im Profil Schoberstein-Trettenbach vier Schuppenzüge von Jura, Tithon, Neokom, z. T. auch Oberkreide; diese Schuppen sind sehr unbeständig, denn gegen Osten vereinigen sie sich, worauf wieder eine Teilung eintritt, welche bis zum Pechgraben verfolgt werden kann; bemerkenswert ist der Umstand, daß auch Kreideflysch in die Schuppen eintritt. — Aus dem Schuppensystem taucht dann die Wettersteinantiklinale der Großen Dirn heraus, die über die nördlich davon liegende, aus Jura-Neokom bestehende Synklinale vorgreift; schuppenförmig zerlegte Falten wiederholen sich bis zur Flyschgrenze. N. von Losenstein ist der äußerste Teil der Kalkalpen hauptsächlich von Hauptdolomit aufgebaut; der gegen den Pechgraben zu spitz abschneidet. Überall dringt Flysch in den Bau der Kalkalpen ein und beteiligt sich am Faltenbau.

In einem flachen Bogen brechen aus der Gegend von Groß-Ramming bis südlich über die Mooshöhe hinaus die Kalkalpen an jenem früher erwähnten eigenartigen Streifen von Gosau und Kreideflysch ab; es handelt sich da um die Transgression der oberen Kreide über einem W-O streichenden vorgosauischen Falten- und Schuppenbau (S. 44).

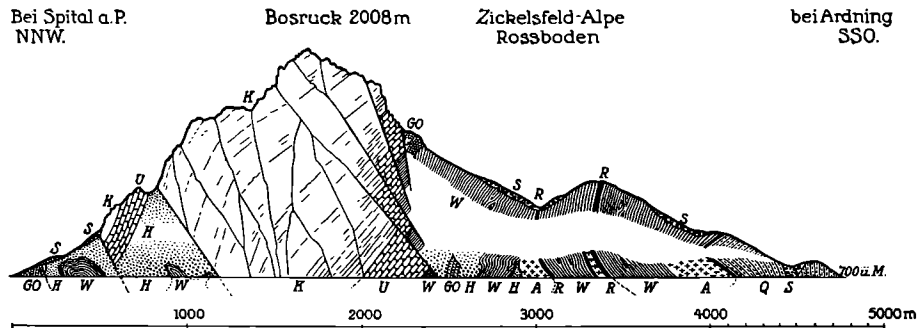


Fig. 13. Profil durch den Bosruck, nach GEYER, Denkschr. Wien. Akad. 82. Bd.

Q = Quarzitischer Sandstein der Werfener Schichten. H = Haselgebirge mit Anhydrit, Gips und Steinsalz. W = Werfener Schichten. U = Unterer Dolomit und Guttensteiner Kalk. R = Rauchwacken und Kalke. A = Anhydrit mit Dolomit. K = Hochgebirgs-Korallenkalk, Riffkalk. Go = Gosauschichten. S = Grundmoräne und Gehängeschutt.

Der Zug der Hochalpen ist durch die Senke von Windisch-Garsten (Werfener, Guttensteiner Kalk, Gosau) unterbrochen. Sengsenengebirge, Warscheneck und Bosruck haben eine gegen das Becken geneigte Lagerung. Am Gunstberg bei Windisch-Garsten gibt es auch Hauptdolomit, Klaus- und Vilsenkalk, Tithonflaserkalke usw., also eine Folge wie am Rande der Voralpen. Es ist aber ausgeschlossen, an ein Fenster zu denken. Östlich vom Paß Pyhrn erhebt sich der Bosruck, d. i. eine Fortsetzung der Kalkklippen in den Vorlagen der Warscheneckgruppe (S.78). Die Kalkmasse des Bosruck<sup>1</sup> besteht aus keilförmig, treppenartig gegeneinander verschobenen Gesteinskörpern, welche in ihrer Gesamtheit in die plastische Untertrias eingesunken sind; an der Grenze von beiden liegt unter der Südwand ein Band von Gosau. Über den Paß Pyhrn zieht jedenfalls eine Störung, welche die Masse des Bosruck samt der Gosau von der flachliegenden Trias der Warscheneckgruppe trennt. Die Störungen des Bosruck ziehen in die Haller Mauern fort, welche durch Carditaschichten eine Gliederung haben; im allgemeinen herrscht hier wie in den Gesäusebergen die Berchtesgadener Fazies der Trias, doch gibt es auch faziell (und tektonisch) abweichende Gebiete; es zeigt der Grabnerstein Opponitzer Kalk und Reiflinger Kalk. Auch sonst ist der Bau nicht einfach, wie „Aufbrüche“ von Werfener Schichten am Südabfall der Haller Mauern zeigen. — Die Gruppe der Haller Mauern ist gegen N durch die Windisch-Garstener Stö-

<sup>1</sup> Siehe Nachtrag S. 142.

rungszone begrenzt, welche, durch Werfener Schichten und z. T. durch Gosau markiert, sich auf der Nordseite der Gesäuseberge (Buchstein, Tamischbachturm) verfolgen läßt. Die nördlich von dieser Störung liegenden Laussazüge zeigen Trias (Hauptdolomit, Lunzer Sandstein, Reiflinger Kalk usw.) in sehr steiler, meist senkrechter Stellung. Das Verhalten der tektonischen Elemente nördlich der Gesäuseberge zueinander ist unklar.

Die Gesäuseberge werden durch eine von Hieflau genau gegen W ziehende Störungslinie in zwei Hälften zerlegt; in der nördlichen (Buchstein-Tamischbachturm) herrscht gegen die Linie zu Südfallen; südlich der Linie herrschen Lagerungen, welche wahrscheinlich durch Verstellungen in vertikaler Richtung, am Südrande durch Schuppen zu erklären sind; an Störungen eingesenkt erscheinen jüngere Sedimente (Hierlatzkalk, liass. Spongienmergel, Hornsteinkalke usw.). Am Südrande ist auch eine fazielle Änderung vorhanden, indem an der Stadelfeldschneid und der Hüpflinger Mauer unter Reingrabener Schiefeln Partnachschichten erscheinen. Im SO-Teile der Gesäuseberge herrscht NO-Streichen (Lugauer); zugleich stellen sich gegen den Südrand zu, in der Radmer, Schuppen ein. Es ist fraglich, welche Stellung zu diesen Schuppen der Kaiserschild bei Eisenerz einnimmt, der die Entwicklung Ramsaudolomit-Carditaschichten-Dachsteinkalk flach gegen N fallend, dem erzführenden Kalk von Eisenerz und Werfener Schiefeln aufgelagert zeigt. Der Kaiserschild ist die durch den Erzbach abgetrennte Fortsetzung des Hochschwabs.

Der Hochschwab zeigt herrschende Entwicklung von Riffkalcken, welche schwer zu gliedern sind und Einlagerungen von Hallstätter Kalken führen. Die Tektonik dieses Hochplateaustocks ist nicht einfach, denn es treten (Sackwiesensee) auf dem Plateau Werfener Schichten auf; auch sind auf der Südseite Schuppen vorhanden, welche z. T. eine abweichende Fazies haben<sup>98</sup>. Gegen Osten bricht der Hochschwab mit jähem Abfall in die Tiefe, was zur Annahme einer Transversalstörung geführt hat<sup>99</sup> (auch Erdbebenlinie Kindberg-Mariazell-Scheibbs). Im N wird der Hochschwab wie die ganze Zone der Hochalpen durch eine bedeutende Störungslinie abgeschnitten, deren westlichster Teil etwas unsicher ist; sie hat folgenden Verlauf: Schwabental-Winterhöhe-Siebenseen-Brunnsee-Rotmoos-Mariazell und ist durch das scharfe Aufeinanderstoßen verschiedenartiger obertriadischer Kalke, teils durch Aufbrüche von älterer Trias als Störungslinie hinreichend gekennzeichnet; die aneinander grenzenden Gebirgsteile fallen gegeneinander ein; dazwischen bricht oft Untertrias auf; an der großen Störungslinie und in der Nähe derselben tritt oft Gosau auf. Die Störung zieht dann weiter bis Buchberg-Herrnstein. An der Störung sind vielfach Werfener Schichten vorhanden, unter welche z. B. im Hallbachtal der Hauptdolomit und seine jüngere Auflagerung einfällt; auch Gosau tritt an der Störung auf. Südlich der Störung erheben sich zwischen der Bucht von Gollrad, über welche die Kenntnisse sehr dürftig sind, und der Mürz einige kleine Plateaustöcke, die, vielfach durch Störungen gegeneinander abgetrennt, aus Obertrias bestehen, so besteht die Sauwand aus Korallenriffkalk, aus dem sich gegen N Dachsteinkalk entwickelt; ferner sei die horizontale Dachsteinplatte des Student, der von Dolomit und Dachsteinkalk überschobene Hallstätter Kalk der Wildalpe genannt. Die sehr verwickelten Lagerungsverhältnisse sind nicht genügend bekannt, und die an zahlreichen Stellen auftretende Gosau verschleiern vielfach die Verhältnisse. Eine Störungslinie durchzieht die Dobrein, südlich welcher sich die Veitsch erhebt (Korallenriffkalk; dieser hat im Gebiete der Schnealpe eine enge Beziehung zu Hallstätter Kalken). Hallstätter Gesteine haben am S und W Abfall der Schnealpe, in der Krampen und im Mürztal bis Frein eine große Entwicklung; es sind die Hallstätter Gesteine zweimal übereinander geschoben; KOBER<sup>100</sup> unterscheidet daher die Mürzsteger und die höhere Freiner Decke, von-

einander durch Werfener Schichten getrennt. Über dem Ganzen liegt die in Berchtesgadener Fazies entwickelte hochalpine Decke.

An vielen Stellen sind die Überschiebungen sehr klar zu sehen. Das Profil der Mürzschlucht mit der Überschiebung ist schon sehr lange bekannt (Stur, 1871); auch im Höllgraben bei Mürzsteg ist die doppelte Schichtfolge zu sehen; auch Deckschollen gibt es, z. B. am Gipfel der Lachalpe, im Naßköhr usw. Auch nördlich der Linie Maria-Zell-Puchberg ist eine Deckscholle (Lahnsattel) vorhanden, und in der Fortsetzung derselben liegt im Preintal ein Rest von Grundgebirge, nämlich schwarze Bänderkalke und Phyllite, Graphitschiefer, Serpentin<sup>101</sup>; es ist sicher, daß es sich um Grauwackengesteine handelt, welche auf der „voralpinen Decke“ schwimmen.

Die Rax hat einen ähnlichen Aufbau; über oft verdoppelten Hallstätter Gesteinen liegt die „hochalpine Decke“, vom Liegenden getrennt durch Werfener Schichten. Es sind z. B. vom Predigtstuhl bis zum Waxriegel beide Serien übereinander: Werfener-Hallstätterkalk-Werfener-Ramsaudolomit-Dachsteinkalk; diese Überschiebung läßt sich bis Sieding in Niederösterreich verfolgen, wobei auf einzelnen Strecken Gosau erscheint. Am Törlweg liegen in den tiefsten Lagen des Werfener Schiefers frische Quarzporphyre. — Der Schneeberg zeigt Dachsteinkalkentwicklung; BITTNER hat die außerordentliche Ähnlichkeit mit dem Kalk der Hohen Wand hervorgehoben<sup>102</sup>. Die an der nördlichen Basis des Schneebergs liegenden Werfener Schichten sind auf die Schuppen des Gebirges nördlich der Mariazeller Linie hinaufgeschoben. Vielfach fehlen die Hallstätter Gesteine (z. B. Ostseite des Schneebergs). Im Osten des Schneebergs ist am Hengst ein Fenster vorhanden, in welchem die an der Mariazeller Linie untertauchenden Gesteine in einer WO streichenden Antiklinale an darüber geschoben Werfener und Muschelkalk, der Basis des Schneebergs, stoßen. Bei Sieding liegt ein kleines Vorkommen von Silurkalken und Silurschiefen, unterlagert von Verrukano, Werfener Schichten und Rauchwacken<sup>103</sup>.

Die Kalke der Hohen Wand<sup>104</sup> werden als Hallstätter Kalke angesprochen und der gleichnamigen Decke zugerechnet; im Profil Hohe Wand-Gressenberg ist diese Decke mächtig entwickelt und zeigt einen synklinalen Bau, wobei die Ränder im N und S etwas überstürzt sind; auf der Ostseite übergreift Gosau stark die Hallstätter Kalke, und auch dem Steilabsturz der Wand ist noch überstürzte Gosau angelagert. — Die Gosau der Neuen Welt ist im allgemeinen muldenförmig gelagert; sie setzt über Grünbach in das Puchberger Tal fort, wo Breccien die Hauptmasse bilden. — Hallstätter Kalk gibt es auch im Piestingtal, und bei Herrnstein liegen die letzten Reste der Hallstätter Kalke, welche fast rings von Jura umgeben sind.

Das Ganze wird wie alle Züge der Kalkalpen von der Thermenlinie abgeschnitten. „Ein scharfer, fast geradliniger Abfall, der aus der Gegend von Gloggnitz über Baden und Mödling bis Wien verläuft, schneidet die gesamte Kalkzone diagonal auf ihr Streichen ab.“ An dieser Linie treten warme Quellen aus; die Kalkzone ist in die Tiefe gesunken, und die Thermenlinie bezeichnet den tektonischen Rand des inneralpinen Beckens von Wien, dessen Jungtertiär vielfach auf die Kalkalpen übergreift.

Der Mariazeller Aufbruch ist eine tiefgreifende Störungslinie, an welcher auch Überschiebung eingetreten ist; aber als die Grenze einer Decke kann diese Störung nicht angesehen werden, denn es fehlt auf dem größten Teile des Verlaufs eine Überschiebung. Zwischen dem Aufbruch von Mariazell und der im N folgenden Aufbruchslinie liegt ein dadurch eben wohl begrenztes Stück der Kalkalpen, das faziell nicht einheitlich ist; denn im östlichen Teile gibt es eine Annäherung an die Lunzer Fazies, der mittlere Teil nähert sich der Fazies der Hochalpen. Hieher gehören die Lassingalpen<sup>105</sup>, die durch Schuppenstruktur ausgezeichnet sind.

Der bes. aus Dachsteinkalk bestehende südliche Abschnitt bildet u. a. den Zug der Kräuterin; bei dem S- oder SO-Fallen kommen die jüngsten Schichten des Dachsteinkalks, wie die Starhemberger Zwischenlagen mit dem Mariazeller Aufbruch in Kontakt. Der mittlere Abschnitt wird meist von Hauptdolomit von Abbrenn aufgebaut, der die Fortsetzung des Hauptdolomits von Rohr, Mariazell und Neuhaus ist und unter den südlichen Abschnitt einfällt. Der nördliche, durch die Dachsteinkalke des Hochkar, Dürrenstein und Ötscher gebildete Abschnitt taucht unter dem Hauptdolomit von Abbrenn hervor; der Stock des Dürrenstein-Ötscher zeigt sog. Gipfelfaltungen<sup>106</sup> im Dachsteinkalk.

Das Streichen der einzelnen tektonischen Elemente der Lassingalpen deutet darauf hin, daß sie an der Mariazeller Linie schief abscheiden.

Die tektonische Fortsetzung der Lassingalpen liegt jenseits der Salza in den Bergen, welche die Gosau von Gams<sup>107</sup> umgeben; doch ist der Anschluß unklar. Von der Salza bis zum Südrande der Gosau von Gams herrscht Südfallen; unter der Gosau von Gams liegen Hauptdolomit, Dachsteinkalk, Kössener Schichten, Krinoidenlias, Gesteine mit *Pos. alpina*, Aptychenschichten, Plassenkalk. Der Südrand der Gosau fällt z. T. mit Überschiebungen zusammen; so liegt der Zug der Aibelmauer über Nierentaler Schichten, es wurde da eben die Gosau nicht zu einer Mulde gestaut, sondern von S her überfahren; am Südrand ist eine Serie von Schuppen vorhanden, zwischen welche die Gosau eindringt.

Wie schon früher erwähnt wurde, ist für diesen Teil der Kalkalpen die Störung Altenmarkt-Brühl die Nordgrenze; sie entwickelt sich aus bescheidenen Anfängen bei Altenmarkt und zieht als Werfener Aufbruch an der Südseite des Gamssteins durch; ihr weiterer Verlauf ist markiert durch die Punkte Mendlingtal-Offenau bei Göstling; zwischen Göstling und Lunz herrschen regelmäßige Verhältnisse, die Grenze ist scharf markiert; von Lunz zieht die Grenze gegen Osten, markiert durch Werfener und Gips. Dagegen zeigt die Grenze bei Kleinzell eine bedeutende Über-

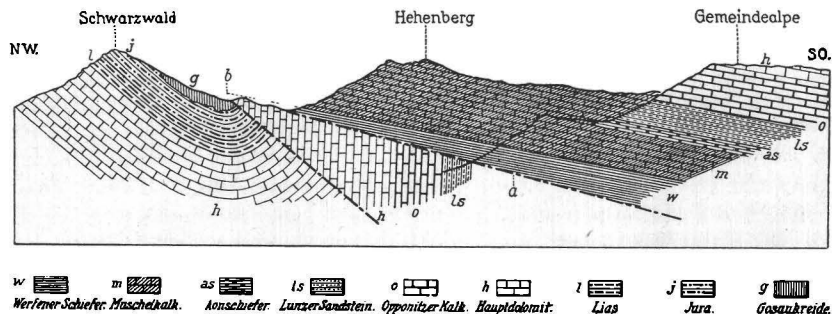


Fig. 14. Profil durch die Überschiebung von Kleinzell, nach BITTNER.

- |                        |                       |            |
|------------------------|-----------------------|------------|
| 1 = Werfener Schichten | 4 = Lunzer Sandstein. | 7 = Lias.  |
| 2 = Reiflinger Kalk.   | 5 = Opponitzer Kalk.  | 8 = Jura.  |
| 3 = Aonschiefer.       | 6 = Hauptdolomit.     | 9 = Gosau. |

schiebung; das ist dort der Fall, wo die gesamte Masse dieses Kalkalpenquerschnitts scharf gegen Norden vorstößt. Es geht der Altenmarkt-Brühler Linie auf die größten Strecken ihres Verlaufs der Charakter einer Überschiebung und damit eines Deckenkontakts ab<sup>108</sup>.

Östlich von Mariazell fehlt ein Äquivalent für die Zone des Ötscher, wohl aber findet der Hauptdolomit seine Fortsetzung in breiter Ausdehnung, markiert durch die Orte Rohr und St. Aegy; am Nordrande treten ältere Schichten auf, so die Muschel- und Reiflinger Kalke von Annaberg, welche die Brühler Alpe und das Hocheck zusammensetzen. Tieftriadische Bildungen ziehen am Rande der Brühler Antiklinale gegen Türnitz, zwischen welchem Orte und Annaberg der Werfener Aufbruch nicht zu sehen ist; es tritt an seine Stelle eine mächtige Aufwölbung untertriadischer Kalke, und erst östlich von Türnitz kommt bei einseitiger Aufschichtung von Muschelkalk wieder Werfener Schiefer zum Vorschein. An der Brühler Linie liegen Werfener auf der Strecke Lehenrotte-Kleinzell-Ramsau unter den Muschelkalcken des Freilander Hochkogels, der Klosteralpe, Reisalpe usw. Bei Kleinzell ist die tiefere Trias in sehr deutlicher Weise über die Vorlage geschoben; hier ist der Altenmarkt-Brühler Aufbruch eine Überschiebung; unter der Überschiebung liegt ein Schubfetzen, den BITTNER als den Flügel der überschobenen Falte anspricht. Der Muschelkalk der Reisalpe streicht gegen Osten bis in die Gegend südlich von Altenmarkt an der Triesting fort.



Auch im Innern des großen Hauptdolomitgebiets von Rohr herrscht keine einfache Lagerung; durch Züge von Muschelkalk usw. wird Schuppenbau markiert. Der Hauptdolomit erstreckt sich bis zum Hocheck und wird auf der Strecke Altenmarkt-Furth-Guttenstein von tieferer Trias abgelöst. — Den Südrand des Hauptdolomitgebiets gegen die Linie von Mariazell zu bildet Dachsteinkalk, der mit Südfallen auf Hauptdolomit liegt; diese Dachsteinkalke des Göller, Gippel, Hanlesbergs usw. neigen sich mit Südfallen unter die Mariazeller Linie und werden hier von S her im allgemeinen überschoben; doch gibt es auch hier Ausnahmen. Die Dachsteinkalke samt ihrer jüngeren Auflagerung sind selbst wieder geschuppt; solche Schuppen neigen sich unter die Hohe Wand.

Zwischen dem Hauptdolomit des Hocheckzugs und der Unterlage der Mandlingketten liegt auf der Strecke Altenmarkt-Furth ein Streifen von tieferen Triasbildungen; diese Furth Linie BITTNERs ist ausgezeichnet durch das Aufbrechen von hellen Muschelkalken; bei Guttenstein erscheinen Werfener Schichten, auf welchen im S regelmäßige Trias bis zum Hauptdolomit folgt. Auch hier herrscht Schuppenbau, ein Profil von der Schönbodenhöhe zum Kl. Neukogel zeigt steil auffahrende Schuppen von Karnischem und Hauptdolomit<sup>109</sup>. Der Hauptdolomit südlich vom Furth Aufbruch streicht weiter in die Gruppe des Hohen Lindkogels. — Nach KOBER erscheint in einem schmalen, vom Schwechattal bis zur Piesting zu verfolgenden Streifen unter der „Ötscher Decke“ (d. i. der tektonischen Einheit südlich der Brühler Linie), deren inverser Liegendenschenkel (Lunzer Sandstein, Hauptdolomit, Rät, Liasfleckenmergel, Tithon-Hornstein) im Osten eine flache Antiklinale bildet, während im Westen ein nach N überstürzter Schuppenbau vorhanden ist. BITTNER hat die Tektonik dieses ganzen Stückes der niederösterreichischen Kalkalpen durch Schuppenstruktur erklärt. Der früher erwähnte Hohe Lindkogel hat seine Fortsetzung im Aninger, dessen Dachsteinkalk durch Hauptdolomit überschoben wird, wie überhaupt auch am Ostrand Schuppenstruktur herrscht (Helenental bei Baden usw., wo Kössener Bänder in Dachsteinkalk liegen usw.).

Im östlichen Teile der Brühl-Altenmarkter Störung ist reichlich Gosau entwickelt; diese Gosau zeigt im N Auflagerung auf die Randkette, im S aber herrscht nach KOBER gegen die Kalkalpen südlich der Brühler Linie anomaler Kontakt. Gosau dringt auch in das Furthertal ein. Westlich von Alland gabelt sich die Gosau in zwei Äste, denn der Zug des Hocheck schickt eine Reihe von isolierten Schollen von Muschelkalk voraus, welche nach KOBER, sowie der Hocheckzug, anomale Kontakte haben. Im östlichen Teile der Gosau schauen aus dieser in der Umgebung von Brühl Triasgesteine (Brühler Antiklinale) heraus, welche die altbekannten Aufbrüche von Werfener Schichten auf der Linie Mödling-Brühl-Altenmarkt bilden<sup>110</sup>. Die Gosau richtet sich gegen die Brühler Antiklinale hin steiler auf, es ist ein steiler Kontakt mit dem Aninger vorhanden. Die Brühler Linie ist die einzige Linie des östlichsten Gebiets, an der im Tertiär noch Gebirgsbewegung stattgefunden hat. Es ist schließlich noch zu erwähnen, daß über die Randgebiete der Kalkalpen vom inneralpinen Wiener Becken her das Jungtertiär transgrediert.

Von dem außerhalb der Linie von Brühl-Altenmarkt<sup>1</sup> liegenden Teil der Kalkalpen läßt sich abtrennen eine Einheit, die bis zur Neokomzone von Frankensfels reicht; diese „Lunzer Decke“ läßt sich — allerdings nicht überall — gegenüberstellen der eigentlichen Randzone, der stellenweise noch eine Klippenzone vorgelagert ist. Alle diese Gesteinszonen biegen gegen das Ennstal, gegen den großen Kreidefjord von Groß Ramming (S. 79) um; hier macht das Streichen eine Wendung von 90°, hier dringt Flysch tief in den Leib der Kalkalpen ein. Da der Zusammenhang im Streichen unterbrochen ist, so ist es schwierig, die durch die Kreide getrennten Teile miteinander zu parallelisieren. Wenn man bedenkt, daß die Kalkketten westlich von dem Kreidestreifen abbrechen und die Kreide transgressiv über sie greift, wenn man berücksichtigt, daß die Kalkketten im Osten gegen die Kreide zu überfaltet sind, dann kommt man zu der Vorstellung, daß hier der östliche Teil der Kalkalpen gegen den angrenzenden westlichen Teil bewegt worden ist; es beweisen diese Lagebeziehungen eine vorgosauische Störung und schließen einen Fernschub nach der oberen Kreide aus, nach welcher von O oder SO her eine leichte Überschiebung oder Überfaltung eingetreten ist. Der Abbruch

<sup>1</sup> Zum folgenden siehe Taf. I, Fig. 2.

der Kalkalpen im Streichen, die Schwenkung des östlichen Kalkalpentails ist bereits vorgosauisch; das Ganze ist undenkbar ohne eine Bewegungskomponente in O—W<sup>111</sup>. Der südliche Teil des Kreidefjordes und sein Zusammenhang mit den Störungslinien von St. Gallen, Altenmarkt, Windisch-Garsten ist unbekannt.

In die Gegend von Altenmarkt a. d. Enns tritt mit unklaren Verhältnissen die Aufbruchslinie von Brühl-Altenmarkt heran; es treffen in dieser Gegend von N her die dem mittleren Ennslaufe parallelen Falten und Frakturen des Almkogels mit den gegen Lunz, also gegen NO, streichenden Falten der Voralpe und mit der Brühl-Altenmarkter Störung zusammen. Das Detail ist unbekannt.

Bei Altenmarkt erhebt sich mit NO-Streichen der Zug der Voralpe-Gamsstein<sup>112</sup>, auf dessen steil augerichteten Wettersteinkalk von S her der Werfener Schiefer der Altenmarkt-Brühler Linie aufgeschoben ist. Die Voralpe ist eine in sich mehrfach zusammengefaltete Synklinale, in welcher Rät und Lias liegen; das Rät der Voralpe ist die Grenzregion zwischen der südlichen Entwicklung heller Megalodontenkalk mit rätischen (Starhemberger) Fossilien und der nördlichen Mergelregion des Rät. Das nördlich vorliegende Terrain ist bei Kleinreifling, an der Weyerer Linie, über den äußeren Teil der Kalkalpen überschoben. Die eine Überschiebungslinie darstellende Weyerer Linie verliert sich im Schleifenbachgraben in N-S streichenden antiklinal gebauten Muschelkalk; doch tritt im Schüttbaurgraben als Fortsetzung eine ähnliche Störung auf. Von Klein-Reifling an gegen O ist die Störung ebenfalls zu verfolgen; Trias überschiebt die äußere Zone der Kalkalpen. — Die Falten der Voralpe setzen sich im Königsbergprofil fort und ziehen, sich vereinfachend, in das ruhigen Faltenbau zeigende Profil von Lunz. Nördlich vom Lunzer Profil ist eine große Ausbreitung von Hauptdolomit und liassisch-jurassischen Auflagerungen, vielfach verwickelt durch Schuppenstruktur, vorhanden. Das Ganze ist an der Weyerer Linie über den Kalkalpenrand überschoben. — In der Fortsetzung des Lunzer Profils geht dessen einfacher Bau im Gebiete der Gfälleralpe in Schuppenbau, ähnlich wie im Königsberg, über; das System der Gfälleralpe wird im O von einer Transversalstörung abgeschnitten, jenseits welcher eine große Masse von Muschelkalk liegt, die im S an die Linie von Altenmarkt-Brühl grenzt.

Die Kalkalpen außer der Linie von Weyer machen die des öfters erwähnte Drehung im Streichen so, daß etwa Klein Reifling in der Mitte des Bogens liegt. Es ist in diesem Teile der Kalkalpen eine sedimentäre Einschüttung der Kalkalpen durch Flysch erfolgt, worauf das ganze System in energische Falten gelegt wurde (Taf. I, Fig. 2). Die große Kreidebucht selbst ist eine Synklinale, an deren Rändern Neokom<sup>113</sup> liegt. Es liegt hier also eine stratigraphische und tektonische Verzahnung von Flysch und Kalkalpen vor; es dringen Synklinalen von Flysch in die Kalkalpen ein, und Kalkalpenantiklinalen tauchen aus der Flyschzone auf und versinken in ihr. — Das ganze Faltengebiet zwischen Groß-Ramming und Waidhofen besteht aus einer Schichtplatte; aber es ist quer auf das Streichen Fazieswechsel zu beobachten; es sind stratigraphische Lücken im Jura vorhanden, es verschwinden nach Innen die Fleckenmergel, so daß der obere Jura unmittelbar über Rät oder Hauptdolomit liegt; auch im Streichen zeigen sich Unterschiede; GEYER sagt, daß diese Verhältnisse an die Ablagerungsbedingungen angegliederten Küsten erinnern. — SO. von Waidhofen scheint sich diese außer der Weyerer Linie liegende Zone in Klippen aufzulösen; zwischen Gresten und dem Austritt der Erlaf aus den Kalkalpen ist in diese tektonische Zone Hauptdolomit zu rechnen, der von den südlich liegenden Kalkalpen durch einen Arm der Frankenfeser Neokomzone (S. 86) abgetrennt wird.

Den Kalkalpen ist eine vom Pechgraben an deutlicher zu verfolgende Zone vorgelagert, welche man Klippenzone nennt, deren Fazies subalpin (S. 40) ist<sup>114</sup>. Zwischen dem Pechgraben und Waidhofen werden die subalpinen Juramergel von den alpinen Juragesteinen und ihrem Hauptdolomitsockel überschoben. Im Pechgraben liegt ein Vorkommen von Granit (S. 11), umgeben von Konglomeraten und Arkosen der Grestener Schichten; der Granit stimmt mit böhmischem überein. Der Granit und die Grestener Schichten sind sowie der subalpine Jura in Flysch eingehüllt und wohl auch tektonisch in ihn eingewickelt; es herrscht in der ganzen Klippenzone eine außerordentliche Störung, welche im isolierten Auftreten der

Klippen im Flysch einen scharfen Ausdruck findet. Unter den Klippen findet sich auch Trias.

Aus Flysch tauchen die Grestener Schichten der Großau heraus, wo sich auch Jura und Eozän findet. Es seien erwähnt die Klippen östlich von Waidhofen, wo auch Dogger, durchsetzt von Minette, liegt; bei Gstad liegt im Flysch Serpentin. Bei Gresten liegt eine Partie von Grestener Schichten in Oberjurakalk eingeklemmt. Grestener Schichten finden sich ferner bei Reinsberg (darüber Lias, Fleckenmergel und Kalke mit *Pos. alpina*); bei Scheibbs liegen dunkle Kalke mit *Gryphaea arcuata*, ferner Granitschollen; Grestener Schichten treten bei Eschenau auf, bei Bernreut liegt kohleführender Lias als Klippe im Flysch.

Zwischen Hainfeld und Alland fehlt die Klippenzone, dann tritt sie wieder auf. Vielleicht gehört die Kieselkalkzone des Höllensteinzugs zu ihr, doch geht zwischen dieser durch große Verbreitung des Lias ausgezeichneten Zone und der südlich folgenden Randantiklinale keine große Schubfläche durch. — Es sind ferner zu erwähnen die von Flysch umgebenen, aus Rät, Grestener Schichten, Dogger (mit *Pos. alpina*) und Tithonkalk bestehenden Klippen vom k. k. Tiergarten, dann die Klippen von St. Veit bei Wien, welche wahrscheinlich mehrere gegeneinander gepreßte Schollen, steil aufsteigend aus Flysch, bildete.

In der Zone der Kalkalpen außer der Weyerer Linie fällt die „Neokombucht“ von Frankenfels auf, deren Verbindung mit der Flyschzone fraglich ist; im „Neokom“ ist hier auch Lias, Dogger, Oberkreide usw. vertreten. Die „Neokomzone von Frankenfels“ zieht aus dem Erlauftal über Frankenfels und Kirchberg gegen Eschenau und vereinigt sich scheinbar mit dem Flysch bzw. der Klippenzone; der südlichste Teil der Flyschzone, der bisher meist als Neokom kartiert worden ist, enthält daher sehr differente Glieder.

Nördlich von der Neokomzone<sup>115</sup> liegt ein schmaler Streifen Kalkalpen, bei strengem Südfallen typische Schuppenstruktur zeigend; die Zahl der Schuppen wechselt; das Schuppensystem endet bei Eschenau, ohne daß es klar ist, wie das geschieht. Eine Fortsetzung dieser äußersten Schuppen liegt vielleicht in den südlichen von St. Veit an der Gölsen und von Hainfeld durch ein Neokomband abgetrennten äußersten Kalkalpentellen und z. T. im Höllensteinzug. Auch südlich der Frankenfeler Neokomzone herrscht Schuppenstruktur.

Der äußerste Muschelkalkzug des inneren Pielachgebiets liegt auf dem Frankenfeler Neokom; darüber folgen höhere Triasglieder, worauf wieder Muschelkalk folgt usw.; so sind im Profil Pielachtal-Schnabelberg-Eisenstein-Türnitzschneid drei gegen SO fallende, Muschelkalk an der Basis führende Triasschuppen vorhanden; doch gehen die Schuppen im Streichen z. T. in schiefe Antiklinalen über. Diese Tektonik reicht bis zur Brühl-Altenmarkter Störung<sup>116</sup>, an welcher zwischen Türnitz und Annaberg keine Werfener Schichten vorhanden sind (S. 83). Im Traisental findet sich dieselbe Tektonik, auch durch Muschelkalkzüge markiert wie im Pielachtal; im S. liegt darüber die Überschiebungsmasse der Reis- und Klosteralpe. Vom Traisental gegen O findet eine rapide Verschmälerung des ganzen Systems statt, bedingt durch den Vorstoß der Altenmarkt-Brühler Linie, welcher massenhaft Gosau angelagert ist; schließlich verschwindet jenseits des Ramsautals der Zug fast vollständig; von Kaumburg bis Altenmarkt an der Triesting ist nur ein schmaler Streifen vorhanden, an den sich im S. Gosau lehnt; doch ist auch in dem schmalen Zuge (z. B. zwischen Schwechat und Pöllabach) Schuppenbau vorhanden. — In der Fortsetzung liegt dann der Höllensteinzug (Taf. 1, Fig. 3), mit dem die äußerste Kette der Kalkalpen endet. Der Höllensteinzug zeichnet sich durch „Unalpinwerden“ des Lias und der Gosau aus; er bildet das stratigraphische Zwischenglied zwischen den Kalkalpen und der Klippenzone, in welcher viele Sedimente die Tendenz zeigen, flyschähnlich zu werden.

Besonders sei betont, daß die Linie von Weyer, welche schließlich den Kalkalpenrand fast erreicht, kein Deckenkontakt ist<sup>117</sup>. Südlich von Klein-Reifling hört sie überhaupt auf, dasselbe ist der Fall im Höllensteinzug; dazwischen hat die Störung z. T. den Charakter eines Bruches oder einer Überschiebung. Ähnlich muß das Verhältnis der „Klippenzone“ zum Kalkalpenrand gedeutet werden; die subalpine Zone wird von den alpinen Gesteinen überschoben, die Schubfläche steht steil, die horizontale Verlagerung kann daher keine große sein; die besondere Fazies der subalpinen Zone erklärt sich dadurch, daß es eben ein Randgebiet der alpinen

Geosynklinale ist; dafür spricht die in den Kalkalpen auftretende Mächtigkeitsabnahme gegen N. Es ist auch klar, daß die geringmächtigen Litoralbildungen von den mächtigen Sedimenten der Kalkalpen überfahren werden mußten.

Es ist zur Frage Stellung zu nehmen, ob die Faziesgebiete auf tektonische Elemente beschränkt sind, d. h. ob sich die tektonischen Einheiten stratigraphisch definieren lassen (Tab. VII, S. 88—91)<sup>118</sup>. Bei der Klippenzone ist jedenfalls die Trennung eines pieninischen von einem subpieninischen Teil ganz unmöglich. Es ist überhaupt die Klippenzone nicht von den Kalkalpen abzutrennen und diesen als Decke gegenüberzustellen; sondern es ist die Randzone als solche durch ihre Stellung bereits charakterisiert, sie muß schon eo ipso schwächere Schichtbestände und eine faziell anders entwickelte Reihe haben und mußte auch unter der Wucht der ostalpinen Decke überwältigt oder sogar zu Schubspänen umgewandelt werden; AMPFERERS Querschnitt (Taf. I, Fig. 1) gibt eine Vorstellung. Nicht Decken, sondern tektonisch modifizierte und laminierte Teile der Kalkalpen selbst rufen durch fazielle Sonderausbildung den Eindruck tektonischer Selbständigkeit hervor. Nicht nur die als Klippenzone zusammengefaßte Zone, sondern die Randgebiete der Kalkzone tiefer einwärts haben bes. fazielle Verhältnisse. Dies zeigen die bayr. Alpen<sup>119</sup>; der Wettersteinkalk zeigt die halbe oder noch geringere Mächtigkeit als im Tirolischen; die karnischen Schichten sind sehr mächtig und extrem litoral; im Rät gibt es Lücken; die Mergelfazies des Dogger ist an den nördlichsten kalkalpinen Saum geknüpft.

Die Fazies der Klippenzone (am Rande der östlichen Kalkalpen) nähert sich der ostalpinen; Hauptdolomit und Rät ist beiden gemeinsam; Grestener Schichten sind nicht nur auf die Randzone beschränkt; auch in den höheren Stufen sind die Unterschiede gering; so unterscheidet sich das Tithon-Neokom der Klippen nur durch seinen Hornsteinreichtum, der aber auch den Kalkalpen nicht fehlt; die Vilser Schichten sind auch nicht auf die Randzone beschränkt usw. Es bleiben also für die Klippenzone nur der Gault und die Posidoniengesteine übrig, welche gewiß nicht zur Charakterisierung einer Decke ausreichen. — Über die Randkette transgrediert Kreide (z. B. bayrische Voralpen), bezw. es findet eine enge Verknüpfung mit Flysch statt. Randkette und Flyschbildungsstätte müssen daher zur oberen Kreide nahe aneinander gelegen sein.

Wie die Tabelle VII zeigt, fallen die großen faziellen Differenzen nicht mit den Grenzen der tektonischen Einheiten zusammen<sup>120</sup>. Faziesübergänge sind in den Kalkalpen selten zu beobachten, weil eben die Faziesgebiete unendlich viel größer sind als die Übergangsbezirke. Gewöhnlich wird einander gegenübergestellt die Faziesentwicklung der Kalkalpen in Nordtirol, Bayern (bayrische Fazies) der Dachstein-Berchtesgadener Entwicklung; das geschieht zu Unrecht, denn im Saalachgebiet ist ein stratigraphisches Übergangsgebiet vorhanden von der karnischen Stufe bis zum Lias; auch an anderen Stellen wurden solche Übergänge beobachtet. Aus diesen Verhältnissen geht klar hervor, daß eine Definition einer Decke durch Fazies unmöglich ist.

Auch die Hallstätter Entwicklung kann nicht als Decke der anderen Triasfazies gegenübergestellt werden. Hallstätter Gesteine treten in der Form von Schubfetzen an der Basis der juvavischen Schubmasse des Saalachgebiets auf; ihre Deutung als abgerissene, mitgeschleifte und gelegentlich aufgepreßte Fetzen erscheint dort natürlicher als die Deutung als Decke. Es sind die Hallstätter Kalke keine Bildung aus sehr großer Tiefe, denn im nördlichen Teile des Saalachgebiets haben die Hallstätter Kalke den Charakter von Flachseesedimenten<sup>121</sup>. Die Hallstätter Kalke des Feuerkogels haben den Charakter von Globigerinenschlamm<sup>122</sup>. — Es ist aber festzustellen, daß an anderen Stellen die Hallstätter Kalke eine tektonische und stratigraphische Selbständigkeit zeigen; das ist der Fall bei Hallein, im Salzkammergut usw.; es ist da (z. B. Gamsfeldgebiet) tatsächlich eine Zweiteilung gegeben. — Die Hallstätter Fazies ist nahe verwandt und verbunden mit der Dachsteinkalk-Riffkalk-Entwicklung (S. 35); erst in der karnischen Stufe beginnt die fazielle Differenzierung. Aus der Verbindung von Hallstätter Kalk und Riffkalk geht hervor, daß die Hallstätter Gesteine und die andere Fazies nicht als Decken einander gegenüberzustellen sind, sondern einem Ablagerungsbecken entspringen. Man kommt bei der Betrachtung der Verteilung der Hallstätter Gesteine zur Vorstellung, daß diese zwischen der Dachsteinkalk-Riffkalk-Fazies, jedenfalls in etwas tieferem, ruhigerem Wasser, keineswegs aber in der Tiefsee abgelagert wurde; daraus erklären sich auch die Einschaltungen von Hallstätter Kalk in Riffkalk. Wenn dann das Ganze zusammengeschoben und überschoben wurde, dann mußten die hochaufragenden Dachsteinkalkmassen die Hallstätter „Kanäle“ überschieben; es brauchte nicht zur unbedingt regelmäßigen Überlagerung zu kommen (im Salzkammergut gibt es zwei „Hallstätter Decken“; die eine unter der Gamsfelddecke, S. 78, die andere — Hallstätter Salzberg — über ihr; das hängt damit zusammen, daß da zwei Dachsteinkalk-Riffkalk-Massen übereinander liegen, nämlich hochtirolisch und juvavisch). Vielfach mußte das Hallstätter Gebiet wie eine Art von Vortiefe wirken. So kann die verschiedene tektonische Position der Hallstätter Gesteine erklärt werden.

TABELLE VII. Die Faziesgebiete

|                  | » Hallstätter Decke «                         |                                               |                                                                                  |                                                                                 |
|------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Obere Kreide     | Gosau                                         |                                               |                                                                                  |                                                                                 |
| Untere Kreide    |                                               |                                               |                                                                                  |                                                                                 |
| Malm             | Plassenkalk                                   |                                               |                                                                                  |                                                                                 |
| Dogger           |                                               |                                               |                                                                                  |                                                                                 |
| Lias             | Oberliaskalk                                  |                                               |                                                                                  |                                                                                 |
|                  | Hierlatzkalk                                  | Fleckenmergel                                 |                                                                                  |                                                                                 |
| Rät              | Zlambachmergel                                | Rät in Starhembergfazies                      |                                                                                  |                                                                                 |
| Norische Stufe   | Lerchkogel Dachsteinkalk<br>Loferer Schichten | Dachstein-<br>Kalk des<br>Reiteralm-<br>typus | Obenorischer Hallstätter Kalk,<br>Zlambach-Schichten, lichte Dach-<br>steinkalke | Untenorischer Hallstätter Kalk                                                  |
| Karnische Stufe  | Dolomit mit Hall-<br>stätter Kalklinsen       | Hallstätter Kalk<br>Draxlehner Kalk           | Cardita-Schichten<br>Reingrabener<br>Schichten                                   | Schwarze Hall-<br>stätter Kalke mit<br>Hornstein<br>Halobia rugosa-<br>Schiefer |
| Ladinische Stufe | Ramsaudolomit                                 | Kieselknollenkalk                             | Wettersteinkalk<br>Unterer Dolomit                                               | Lichte Dolomite,<br>welche in das Kar-<br>nische und anis-<br>sische reichen    |
| Anisische Stufe  | Schreyeralmkalk<br>Helle Dolomite             | Dolomit<br>Guttensteiner Kalk<br>und Dolomit  | Dolomit                                                                          | Graue knollige<br>Kalke vom Typus<br>d. Reifflinger Kalke                       |
| Skytische Stufe  | Werfener Schichten und Haselgebirge           |                                               |                                                                                  |                                                                                 |

der nördlichen Kalkalpen.

| Juvavische (Dachstein-, Hochalpine pr. p.) Decke        |                                                     |                                   |                                                               | Inntaldecke                    |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Gosau                                                   |                                                     |                                   |                                                               | Gosau                          |
|                                                         |                                                     |                                   |                                                               |                                |
|                                                         |                                                     |                                   |                                                               |                                |
|                                                         |                                                     |                                   |                                                               |                                |
|                                                         |                                                     |                                   |                                                               |                                |
|                                                         |                                                     |                                   |                                                               |                                |
| Rätischer Dachsteinkalk mit Andeutung von Kössener Sch. |                                                     |                                   |                                                               |                                |
| Dachsteinkalk                                           | Dachsteinkalk mit Einschaltung von Hallstätter Kalk | Dachsteinkalk<br>Dachsteindolomit | Hochgebirgskorallenkalk mit Einschaltung von Hallstätter Kalk | Hauptdolomit                   |
| Dolomit                                                 | Dolomit<br>Cardita-Sch.                             | Cardita-Sch.                      | Hochgebirgskorallenkalk                                       | Carditaschichten               |
| Ramsaudolomit                                           | Unterer Dolomit                                     |                                   |                                                               | Ramsaudolomit                  |
| Ramsaudolomit<br>Reichenhaller Dolomit                  | Dunkle Kalke ev. mit Hornstein                      |                                   | Ramsaudolomit, z. T. mit Einschaltung v. Hallstätter Kalken   | Muschelkalk                    |
| Reichenhaller Dolomit                                   |                                                     |                                   |                                                               |                                |
| Werfener Schichten und Haselgebirge                     |                                                     |                                   |                                                               | Buntsandstein und Haselgebirge |

|                  | Tirolische Einheit östlich vom Salzachdurchbruch                                                                                                     | Wettersteinscholle (tirolische Einheit) westlich vom Salzachdurchbruch                                                                                                |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Obere Kreide     | Gosau, z. T. flyschähnlich                                                                                                                           | Gosau                                                                                                                                                                 |
| Untere Kreide    | Neokommergel und Aptychenkalk<br>Roßfeldschichten<br>Schrammbachschichten                                                                            | Neokommergel und Aptychenkalke                                                                                                                                        |
| Malm             | Plassenkalk<br>Oberalmer Schichten<br>Aptychenkalk                                                                                                   | Aptychenkalk<br>Hornstein und Nerneenkalk<br>Oberalmer Schichten<br>Bunte Aptychenschichten des Tithon<br>Aptychensch.<br>Rote Acanthiucalke<br>Radiolarien-hornstein |
| Dogger           | Konglomerate, Kalke. Kieselschiefer<br>Kieselkalke<br>Radiolarite<br>Klausschichten<br>Kieselmergel<br>Fleckenmergel                                 | Radiolariengesteine, Radiolarit                                                                                                                                       |
| Lias             | Fleckenmergel<br>Adner Sch. (Mittellias)<br>Liaskalk<br>Rote Cephalop.-Kalke<br>Graue Brachiopodenkalke<br>Hierlatzkalke<br>Spongienkalk, Adner Kalk | Adner Sch.<br>Kieselknollenkalk<br>Spongienkalk<br>Cephalop.-Kalk<br>Bunter Hierlatz-ähnliche Kalke<br>Schwarz. Lias (γ-Dogger)<br>Roter u. grauer Lias (α-δ)         |
| Rät              | Rät. Dachsteinkalk<br>Kössener Schichten<br>Plattenkalk                                                                                              | Riffkalk = Ob. Dachsteinkalk<br>Kössener Sch.<br>Plattenkalk<br>Riffkalk<br>Kössener Sch.<br>Plattenkalk<br>Starhemberger Lagen im Dachsteinkalk                      |
| Norische Stufe   | Hauptdolomit<br>Dachsteinkalk<br>Hauptdolomit<br>Dachsteinkalk                                                                                       | Hauptdolomit<br>Dachsteinkalk<br>Dachsteindolomit<br>Dachsteinkalk<br>Dachsteinkalk und Einlagerungen von Hallstätter Kalk                                            |
| Karnische Stufe  | Opponitzer Kalk<br>Lunzer Sandstein<br>Reingrabener Schiefer<br>Reingrabener Schiefer                                                                | Raibler Sch.<br>Raibler Dolomit mit schwarzen Kalen, ev. Reingrabener Schiefen, auch Carditaoolithen<br>Dolomit<br>Kalke u. Schiefer                                  |
| Ladinische Stufe | Wetterstein dolomit<br>Reiflinger Kalk<br>Wettersteinkalk<br>Wettersteinkalk<br>Wettersteinkalk                                                      | Wettersteinkalk oder Arlbergschichten<br>Partnachschichten<br>Ramsaudolomit<br>Reiflinger Kalk<br>Ramsaudolomit                                                       |
| Anisische Stufe  | Reiflinger Kalk<br>Guttensteiner Kalk und Dolomit                                                                                                    | Muschelkalk<br>Ramsaudolomit<br>Reichenhaller Dolomit<br>Kalke vom Aussehen der Reiflinger Kalke<br>Guttensteiner Dolomit                                             |
| Skytische Stufe  | Werfener Schichten und Haselgebirge                                                                                                                  | Buntsandstein<br>Werfener Schichten mit Gips                                                                                                                          |

| Randkette in Bayern und von der Traun gegen Osten                                                       |                                                       |                                                   |                                      |                                                                                                |                                                                                       | Subalpine Zone                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gosau, Konglomerate mit exotischen Geröllen, Gosaubreccie (event. Cenoman), flyschähnliche Gosau        |                                                       |                                                   |                                      |                                                                                                |                                                                                       | Gosau in Flysch oder couches rouges-Fazies                                                                  |
| Cenomanbreccie, Mergelschiefer mit Kalken, Konglomerat, Kalke, Sandstein                                |                                                       |                                                   |                                      |                                                                                                |                                                                                       | Cenomankonglomerat                                                                                          |
| Gaultmergel Fleckenmergel des Neokom; Neokomkalke mit Konglomeratbänken; Neokommergel und Aptychenkalke |                                                       |                                                   |                                      |                                                                                                |                                                                                       | Neokom- Weiße u. Apt.-Kalk graue Kalke u. Mergel mit den Kreidemergeln wechselnd.                           |
| Aptychensch. Weiße u. rote Hornsteine                                                                   | Aptychenkalke und Mergel Hornsteinoolithe d. Malm     | Graue u. rote knollige Kalke des Acanthicus-Niv.  | Kieselige Aptychenkalke              | Rote Kalke mit Krin. od. Hornstein Aptychenkalk                                                | Roter Tithon-Flaserkalk Weiße und rote Jurakalke                                      | Rotbraune und weiße Thithonkalke Weißer konglomeratischer Acanthiuskalk mit Hornstein                       |
| Vilser Kalk                                                                                             |                                                       |                                                   |                                      |                                                                                                |                                                                                       | Vilser Kalk Schiefer                                                                                        |
| Rote Kalke des mittleren und unteren Dogger                                                             | Kalke des mittl. Dogger u. rote Kalke des unt. Dogger | Oolithe des mittl. Dogger Oolithe des unt. Dogger | Weißer Kalke mit Krinoidenkalke      | Pos. alpina; Klauskalk; Kieselkalk, roter Breccienkalk                                         |                                                                                       | Klausschichten graublau Bajocienkalke                                                                       |
| Rote Oberlias-kalke                                                                                     | Weiße und rote Mittel-lias-kalke                      | Hierlatz-kalke                                    | Kalke und Mergel                     | Kiesel- oder Spongitenk. Graue und braune Kalke mit Hornstein; weiche Kiesel u. Krinoidenkalke | Mergel-schiefer u. Kalke — δ. Schwarze Kieselkalk. — γ. Fleckenmergel α-β Rote Liask. | Rote Ammonitenkalke des Mittel- u. Oberlias Schwarze u. gelbe Unter-lias.                                   |
|                                                                                                         |                                                       |                                                   |                                      |                                                                                                |                                                                                       | Rote Cephalop.-Kalke Fleckenmergel Adneter Kalke Grestener Sch. Cardinien-lias                              |
|                                                                                                         |                                                       |                                                   |                                      |                                                                                                |                                                                                       | Schiefer mit Pos. Bronni Fleckenmergel des Mittelias Arkosen und Sandsteine d. Grestener Sch. Arietien-lias |
| Ob. Dachsteinkalk                                                                                       | Kössener Sch.                                         | Kössener Sch.                                     | Ob. Dachsteinkalk Kössener Schichten |                                                                                                |                                                                                       | Kössener Schichten                                                                                          |
| Kössener Schichten Plattenkalk                                                                          | Plattenkalk                                           |                                                   |                                      |                                                                                                |                                                                                       |                                                                                                             |
| Hauptdolomit, z. T. mit Einschaltung von Mergel- und Kalkbänken, z. T. mit Asphalt-schiefern            |                                                       |                                                   |                                      | Hauptdolomit mit „buntem Keuper“                                                               |                                                                                       | Hauptdolomit                                                                                                |
| Kalke, Schiefertone, Sandstein, Gips, Rauchwacke                                                        |                                                       |                                                   |                                      | Opponitzer Niveau Lunzer Sandstein Reingrabener Schiefer                                       |                                                                                       |                                                                                                             |
| Wettersteinkalk                                                                                         |                                                       | Wettersteinkalk Partnachschiefer                  |                                      | Reiflinger Kalk                                                                                |                                                                                       |                                                                                                             |
| Muschelkalk                                                                                             |                                                       |                                                   |                                      | Reiflinger Kalk                                                                                |                                                                                       |                                                                                                             |
|                                                                                                         |                                                       |                                                   |                                      | Guttensteiner Sch.                                                                             |                                                                                       |                                                                                                             |



Aus der Tabelle VII geht das Verfließen der Fazies zwischen den einzelnen tektonischen Einheiten klar hervor. Wenn man die Hauptmasse der Entwicklungen in Betracht zieht, dann beobachtet man bedeutende Unterschiede. Diese Unterschiede der Fazies lassen sich restlos erklären ohne Zerlegung in Decken. Es sind die Einheiten der Kalkalpen nicht übereinandergeschoben aus einzelnen Wurzeln, sondern ohne Fernschub nebeneinandergedreht und z. T. übereinandergeschoben. — Gegen eine Ableitung der nördlichen Kalkalpen aus den Gailtaler Alpen-Karawanken lassen sich bedeutsame Einwände erheben, welche die Aufstellungen der Deckentheorie annullieren.

Für den Bau der Kalkalpen kommen die „aufgehängten Überschiebungsbögen“ in erster Linie in Betracht<sup>122a</sup>. An zahlreichen Stellen der Kalkalpen zeigt es sich, daß Störungen dort, wo sie stark gegen N vorstoßen, zu Überschiebungen mit flacher oder mäßig geneigter Schubbahn werden. Dort aber, wo sie in das Innere des Gebirges zurücktreten, stellt sich die Störung steil und schließlich senkrecht, und bei verschiedenen Beispielen sieht man, daß die Störung überhaupt aufhört; dazu sei angeführt die Weyerer Linie bei Altenmarkt; sie hat da einen Aufhängepunkt. Die Störung, welche das Tirolische vom Bajuvarischen an der NO-Seite von Kremsmauer und Sengsengebirge trennt, wird an der Nordseite des Sengsengebirges geringer und erlischt schließlich (S. 79). Dieselbe tektonische Linie ändert ihren Charakter auf der Strecke: Nordseite des Kaisergebirges-Stauffen. Die tirolische Einheit hat zwei große Aufhängepunkte, nämlich auf der Nordseite des Kaisergebirges und im Gebiete des Sengsengebirges. Dazwischen wird die Überschiebung um so größer und die Schubbahn um so flacher, je weiter die Punkte sich gegen N entfernen. Das zeigen auch die Verhältnisse zum Hochbajuvarischen NW. von der Überschiebung; dort herrscht zuerst Parallelismus zum Streichen, dann dreht sich das Streichen des Bajuvarischen gegen O und schließlich gegen OSO und fährt so unter das Tirolische des Kienberges hinein, anzeigend, daß hier zwei einander fremde Gebirgstteile übereinander befördert wurden. — Ein anderes Beispiel für eine steilstehende Störung, die beim Vorspringen gegen N eine flache Schubbahn bekommt, bietet die Brühler Störung in der Gegenüberstellung der Profile von Lunz und von Kleinzell.

Störungen springen im Gebirge auf; wo eine kräftige Bewegung mit deutlicher S-N-Tendenz sich einstellt, dort werden die aus einem Bruche oder einer übertriebenen Falte sich herausbildenden Störungen zu einer steil auffahrenden Bewegungsfläche; daraus wird bei konsequent weiter wirkendem Schube eine flache Schubbahn resultieren durch das Hinüberreten der nachrückenden Masse über das vorliegende Gebirge. Daß Überschiebungen durchstreichen, ist nur eine nicht haltbare Forderung der Deckentheorie; diese Forderung ist unmöglich, denn die Überschiebungen haben Aufhängepunkte.

Es sei weiterhin noch kurz bemerkt, daß nirgends die Kalkalpen Anlaß bieten zu einer Auflösung in Decken im landläufigen Sinne; eine tektonische Erklärung mit Hilfe von liegenden Falten ist abzulehnen; die Überschiebungen zeigen keine bedeutende Schubweite; das größte Überschiebungsphänomen ist die juvavische Schubmasse, deren „Wurzel“ — infolge des Faziesvergleichs — im Süden vom Steinernen Meere - Dachstein, unmittelbar anschließend an beide, gesucht werden muß; die juvavische Masse ist eine Übergleitungsscholle.

In gewaltiger Breite überschreitet die **Zentralzone** die österreichische Grenze von der Schweiz und Italien her und zeigt hier eine Gliederung in ein kristallines Massiv (Silvretta), in eine Verbreitung mesozoischer Gesteine (Unterengadin, Müntertal) und in eine breite kristalline Zone südlich davon, in welcher bereits jenseits der sogenannten alpino-dinarischen Grenze der gewaltige Stock des Adamello liegt. Durch das starke Vordringen der Judikarielinie tritt in Tirol eine starke Verengung der Zentralzone ein, welche auf der Strecke Meran-Innsbruck auf die Hälfte der früheren Breite reduziert ist.

Die z. T. nicht mehr in Österreich liegende Silvretta besteht aus Gneis mit langen Zügen von Hornblendegesteinen, welche lange Sättel und Mulden bilden. Das Streichen schwankt im N um W—O, im Pischagebiet usw. wendet sich das Streichen analog den rätischen Bögen (S. 131). Im inneren Bau ist zwischen der Silvretta und der Schladminger Masse eine Analogie vorhanden. In Österreich trägt die Silvretta keine sedimentäre Bedeckung, wohl ist dies aber der Fall in der Schweiz. Die Grenze der Silvretta gegen die „Kalktonphyllite des Unterengadin“ ist eine Überschiebungslinie; gegen den Prättigau ist dasselbe der Fall. Am Nordrand ist eine Überkipfung gegen die Kalkalpen vorhanden.

Die Wurzellosigkeit der Silvretta am Westrande wird scharf markiert durch die Bänder des Sulzfluhkalks, der auf lange Strecken (Scheienfluh-Klosters) unter das Kristalline einfällt, und durch das Fenster von Gargellen (S. 61). Es ist wohl sicher, daß die Silvretta schwimmt<sup>123</sup>; auf Schweizer Boden wird sie von kleineren Einheiten unterteuft.

In der Fortsetzung, von Arlberglinie, Paznaun und Montafon begrenzt, liegt die Ferwallgruppe, aus sehr steilstehenden Gneisen bestehend; am Nordrande zieht ein Streifen von Tonglimmerschiefern hin, der durch Graphitführung und Serpentin, Diabas, Grauwacken usw. ausgezeichnet, wahrscheinlich mit der Grauwackenzone zu vergleichen ist. Am Rande der Kalkalpen herrscht Überkipfung des Kristallinen. Die Berge der Ferwall-Samnaungruppe haben mit der Ötzmasse die Augen- und Flasergneise eruptiver Herkunft gemeinsam, doch sind Unterschiede vorhanden (nördl. des Untereggadin Zweiglimmergneise mit Amphiboliten, südlich Biotitgneise und Biotitschiefer herrschend).

Die riesige Ötzmasse ist fast ganz von Talfurchen umgeben, nur zwischen Meran und Sterzing ist der periadriatische Randbruch die Grenze, welche hier durch das Brixener Massiv scharf markiert ist. Die Ötzmasse besteht zum großen Teil aus Glimmerschiefern und Schiefergneisen, vergleichbar den Schiefen zwischen Ahrn- und Pustertal; granitische Gesteine treten ganz zurück; eine Eigentümlichkeit sind die Amphibolite, Granatamphibolite und Eklogite, d. s. veränderte gabbroide Magmen. „Die Gesamtheit der Beobachtungen scheint darauf hinzudeuten, daß in der Ötztaler Masse ein tieferes Niveau der kristallinen Schiefer zutage tritt als in den Hohen Tauern<sup>124</sup>. Das gilt nicht für die ganze Ötztaler Gruppe; denn im SW der Gebirgsgruppe (Ratschinges, Pfunders usw.) treten Gesteine auf, welche mit der Schieferhülle der Tauern zu parallelisieren sind (S. 93). S. von jener Fortsetzung der Tauern ist eine Zone von Gneis und Quarzphyllit vorhanden, welche S. vom Jaufen über die Hohe Warte ziehen und das Passeyertal kreuzt; diese Zone wendet sich dann mehr gegen SW und bildet über Schlanders das Nordgehänge des Etschtals; diese Zone ist anzuschließen an die Zone Ahrntal-Bruneck; es kommt auch hier (Tschigat bei Meran) Granitgneis, gleichzustellen dem Antholzer Granitgneis, vor. — Alle Zonen der Ötztaler Alpen machen eine Bogenwendung im Streichen durch, welche der großen Beugung der Judikarienlinie entspricht.

In dem schmalen Verbindungsstück der Ötzmasse mit der Silvretta bei Landeck-Prutz ist am Kalkalpenrand ein überkippter Streifen von Tonglimmerschiefer zu beobachten<sup>125</sup>; südlich liegt Altkristallin, welches über die Quarzphyllite überschoben ist. — Die Phyllite lassen sich am Rande der Ötzmasse gegen Osten (Öztal) verfolgen; Quarzphyllite mit Einlagerung von Bänderkalken, Chloritschiefern, Porphyroiden (wohl ein Äquivalent der Grauwackenzone) sind aus der Hochedergruppe bekannt. — Über den Aufbau der zentralen Ötztaler Alpen ist man nur in groben Umrissen unterrichtet; an verschiedenen Stellen steht Granit an; in der Nähe von Umhausen z. B. steht der „Taufere Gneis“, ein Augen- und Flasergneis mit aplitischer Randfazies an; am Kamm Glockturm-Klopaierspitz treten z. T. tonalitische Gesteine auf. — Im Kauner- und Langtaufere Tal (z. größten Teile Gneis) herrscht bei ganz steiler Schichtstellung, welche überhaupt für das ganze Gebiet sehr charakteristisch ist, O-W-Streichen; das Streichen dreht sich dann gegen ONO, welches z. B. die Zwölferspitzgruppe beherrscht, in der reichlich z. T. jugendliche Ganggesteine (Porphyrite usw.) auftreten; unter dem Gneis der Zwölferspitzgruppe tritt das Mesozoikum der Lischanna hervor. — Der sw. Teil der Ötzmasse streicht O-W; neben enggepreßten Falten gibt es auch Überschiebungen (Biotitglimmerschiefer auf Granatphyllite). Die sonenseitigen Hänge des Vintschgaues unterhalb von Biotitglimmerschiefern gehören einer Zone intensiver tektonischer Beanspruchung an, welche die Gebiete nördlich der Etsch von jenen südlich derselben abtrennt; diese Störung kann mit der Trafoier- oder mit der Schliniger Linie in Verbindung gesetzt werden. — Die Gruppe des Stubai ist — abgesehen von den mesozoischen Gesteinen (S. 102) die Fortsetzung der Ötztaler Gesteine.

Im Süden der Hauptmasse der Ötztaler-Stubai Berge erscheint die Fortsetzung der Schieferhülle der Tauern, im N und S begrenzt von Gneis. Die Gneiszone im S der Fortsetzung der Schieferhülle steht in engem Zusammenhange mit dem Brixener Massiv, aus welchem Gänge in den Gneis entsendet werden. Die Fortsetzung der Schieferhülle der Tauern setzt sich aus Kalkglimmerschiefern, Bänderkalken, Marmoren, Granatenglimmerschiefern, Amphibolgesteinen usw. zusammen; Kalke und Schiefer greifen vielfach ineinander. Die ganze Serie fällt in der Gletscherregion, welche zum Gurglerferner abdacht, unter 30—70° gegen NW, also gegen die zentralen Ötztaler Gneise, ein. Wie in der Texel-

gruppe das Ende dieser „Kalkphyllitzone“ beschaffen ist, ist nicht festgestellt. An mehreren Punkten (z. B. St. Martin am Schneeberg) sind am Rande dieser Zone gegen das Stubai Triasmare vorhanden, welche den Anschluß an die Telfer Weiße (S. 102) herstellen<sup>126</sup>.

Das von kristallinen Gesteinen und ostalpinem Mesozoikum überragte und überschobene Unterengadin wird von den Bündner Schieferen (S. 48) gebildet; diese bilden eine Antiklinale, deren Liegendes vielleicht der bei Ardez aufgeschlossene Tasnagranit ist, unter welchem aber wieder Bündner Schiefer liegen. Vielfach gleicht der Bau des Unterengadin dem Prättigau, bes. dort, wo auf den Bündner Schieferen noch Gesteine der „bunten“ Bündner Schiefer liegen. Das ganze Unterengadin wird von dem Gesetz beherrscht, daß der Komplex der Bündner Schiefer unter die Ränder des Fensters hinabtaucht; das Bild des Fensters wird noch durch Deckschollen ausgestattet.

Bei Ardez tritt Liaskalk (Steinsberger Kalk) mit Triasdolomiten über verschiedenen Gliedern, nämlich Tasnagranit, Spilit, Serizitphylliten, Grauen Bündner Schieferen usw. auf; das Ganze macht den Eindruck einer Riesenbreccie. — Mitten im Bündner Schiefergebiete sitzt als Deckenzeuge der Stammerspitz mit der Folge: Bündner Schiefer, Rät, Hauptdolomit, Rät, Liaskalk; es gehen daher auch im Deckenzeugen Schubflächen durch. Der Stammerspitz wird wohl an die Basis der ostalpinen Decke zu versetzen sein. Solche Reste der ostalpinen Decke gibt es noch an verschiedenen Stellen, entwickelt als Keile von Triasdolomit, als Gipsvorkommen. — An der Ostgrenze der Silvretta fallen tertiäre bis kretazische Schiefer unter die Silvrettagneise ein; solche Flyschschiefer erscheinen sogar in einem Fenster, im Futschöltal, unter Gneis. Im Samnaun (Profil des Bürkelkopfes) liegen übereinander: Graue Bündnerschiefer, flyschartige Schiefer, bunte Bündner Schiefer; dann folgt ein wirres Übereinander von flyschartigen Schieferen, Liaskalk, Verrukano, Gneis, Breccien, darüber dann Diabase mit einer Schuppe von Gneis, dann eine Schuppe von ostalpiner Trias; das Ganze taucht unter die Gneise der Vesulspitze. Über dem Liaskalk, der in diesem Profil mehrmals auftritt, liegt ein Komplex von feinblättrigen Tonschiefern, Kalkschiefern, Kalken, Krinoidenbreccien (in den letzteren *Diplopora Mühlbergi* und Orbitolinen); es ist untere Kreide (Urgo-Aptien)<sup>127</sup>. — Am rechten Ufer des Inn liegen südlich von Fetan und Schuls Bündner Schiefer, von den früher erwähnten basischen Eruptiven injiziert. — So wie unter die Silvretta und das Samnaun fallen die Bündner Schiefer auch unter die Ötzmase. — Die schon früher erwähnte Antiklinale der Bündner Schiefer verläuft näher dem Südrande; an den Rändern liegen die Quetschzonen, die durch Schuppen mesozoischer Gesteine ausgezeichnet sind; dem Südflügel der Antiklinale fehlt eine solche Entwicklung von Schuppen. — Das Unterengadin wird auf allen Seiten von kristallinen Massen überschoben; es ist also ein Fenster vorhanden; an dieser Tatsache wird nichts geändert durch den Umstand, daß die überschobene Masse selbst wieder Teilungen durch Bewegungsflächen zeigt; eine solche wäre die Überschiebung der Ötzmase auf die Quarzphyllite von Landeck - Pitz (d. i. die Pitztaler Überschiebung S. 93). Eine andere Linie streicht aus dem Oberengadin über den Stragliavitapaß in das Unterengadin. Das kann ausgelegt werden als ein Zeichen dafür, daß die kristallinen Gesteine und die ostalpine Trias des Münstertals nicht als einheitliche Decke über das Bündner Terrain bewegt wurde; das verbindende Glied ist die Deckscholle des Stammerspitz. Man kann im Gebiete des Unterengadiner Fensters die Bündner Schiefer, die ostalpine Umrahmung und eine Mischungs(Schuppungs)zone dazwischen unterscheiden<sup>128</sup>; die tektonische Mischungszone (d. i. die Serie der sogenannten lepontinischen Decken) läßt sich lückenlos in Bündner- und ostalpine Bestandteile trennen.

Bemerkenswert ist das O-W-Streichen der Silvretta im Hinblick auf das Streichen im Fenster; das legt den Gedanken an eine Interferenz eines älteren Streichens mit einem jüngeren nahe<sup>129</sup>; die Anlage des Streichens ist wohl älter als der ostalpine Deckenschub.

Im Prättigau sind die Prättigauschiefer die Basis der Aufbruchzone. Die eigentlich von den Bündner Schieferen zu trennenden weniger metamorphen Bündner Schiefer liegen tektonisch höher als die Schamser Decken<sup>130</sup>, welche man früher mit der Aufbruchzone des Rätikon parallelisiert hat.

Von dem Mesozoikum der Münstertaler Alpen und des Ortler liegt nur ein geringer Teil in Österreich. In der Lischannagruppe und in den Münstertaler Alpen ist eine gegen W gerichtete Bewegungsrichtung sicher (S. 131). Wenn man bedenkt, daß diese Region wahrscheinlich von vornherein eine Senkungsregion in der ostalpinen Decke darstellt, dann mußte dieses Gebiet bei einer in horizontalem Sinn erfolgenden Bewegung naturgemäß von der höheren Ötzmase überwältigt werden;

dabei entstand Faltung und Schubbewegung und in die Tektonik des Mesozoikums tritt Kristallin ein<sup>131</sup>. (Siehe Taf. II, Fig. 1.)

Das Triasgebiet der Lischanna ist eine mächtige Scholle, deren Glieder in sich gefaltet, verschoben, zerrissen und von einer altkristallinen Decke überschoben sind; das ist die Überschiebung der Öztaler Masse; sehr komplizierter Faltenbau zeichnet das Gebiet der Lischanna aus, und von der überschobenen Masse des Öztals finden sich auf dem Mesozoikum Deckschollen. Unter dem Gneis finden sich z. B. im Uinatal förmliche Quetschzonen. Die Tektonik der Lischanna setzt in den ebenfalls aus Mesozoikum aufgebauten Piz Lad bei Nauders fort; das Gebiet des Piz Lad ist eine allerdings sehr kompliziert gebaute, schiefe Mulde, in welcher Falten, Ausquetschungen, Überschiebungen im SO mit SW-NO gerichtetem Streichen eine bedeutende Rolle spielen; unter dem Mesozoikum liegen gegen das Unterengadin zu Gneise, darunter eine an Serpentin reiche Zone (S. 49), und dann die Bündner Schiefer. Wo die Mulde des Piz Lad-Mesozoikums stark liegend wird, wird sie auch von Ötzgneis überlagert. Das Ende des mesozoischen Gebirges ist dadurch bedingt, daß der ganze Bau gegen N aushebt.

Das Gebirge zwischen der Etsch (zwischen Glurns und dem Reschenscheideck), der Lischanna-Piz Ladgruppe, der österreichischen Grenze vom Schlinigpaß bis Münster und dem untersten Münstertal wird zum größten Teil aus kristallinen Gesteinen aufgebaut. Dieses kristalline Gebirge zerfällt sehr deutlich in zwei tektonisch und petrographisch geschiedene Teile; deren Grenze ist eine große Überschiebungslinie, die Fortsetzung der Überschiebung der Ötzmasse auf das Lischanna-Mesozoikum; diese Überschiebung schneidet durch das Schlinigtal durch; was über der Schubfläche liegt, ist die randlich aufgeschobene Ötzmasse; südlich der Überschiebungslinie breitet sich die Münstertaler Gneismasse aus. Diese ist ein gewaltiger Aufbruch von Orthogneisen, unter welchen Augengneise vorherrschen; der Augengneis gehört seiner Zusammensetzung nach den an der oberen Etsch sehr weit verbreiteten Muskowitorthogneisen an. Von der Münstertaler Gneismasse besteht der nördliche Teil aus Porphyrganit (Sesvenna, Scharljöchl) und Gesteinen von tonalitischem Charakter, der mittlere Teil ist feinkörniger Muskowitgranit, der östliche Teil besteht aus grauen Augengneisen<sup>132</sup>. Die ausgedehnten Lager stehen im Verhältnis der Konkordanz zu den übrigen kristallinen Schiefen; es handelt sich wohl um Effusivdecken und intrusive Nachschübe. Jedenfalls ist die Masse vorpermisch. — Über die granitischen Gesteine der Münstertaler Gneismasse transgredieren die serizitischen Sandsteine und Arkosen usw. des Verrukano, deren Abtrennung vom Grundgebirge sehr schwer ist.

Längs der Linie, auf welcher die Ötzmasse überschoben ist, ist im Schlinigtal eine fast fortlaufende Kette von Trias erschlossen, welche auf der Münstertaler Gneismasse liegt und von den Gneisen usw. der Ötzmasse überschoben wird; stellenweise ist eine intensive Verfaltung unter Ineinanderschiebung mit dem unterlagernden Granitgneis vorhanden; in der Gegend der Pforzheimer Hütte nimmt die Trias eine große Entfaltung und fällt unter das Kristalline eine; am Schlinigpaß fallen Tithonkalkschiefer unter die Trias hinein; an der Überschiebung kommt es zur Bildung von Schuppen und von Quetschzonen (Uinatal, s. oben). — Im Rojental erscheinen unter dem Ötzgneis wieder mesozoische Schichten, welche eine dem Fenster von Gargellen analoge tektonische Erscheinung bilden; es sind Triasdolomite, Breccien und Kalke des Lias und Tithonkalkschiefer, welche in ihrer Gesamtheit eine Mulde bilden, überschoben vom Ötzgneis<sup>133</sup>.

Jenseits der Furche des Reschenscheidecks ist Mesozoikum am Endkopf oder Jaggl vorhanden; über den Ötzgneisen (Augengneise, Biotitplagioklasgneise) liegt eine Serie vom Verrukano bis zu den Raibler Schichten, welche Reihe mit der Lischannatrias übereinstimmt, während zur Trias des Wipptals (S. 102) bedeutende Unterschiede (Fehlen der unteren, größtenteils auch der mittleren Trias) vorhanden sind. Für die Tektonik des Jaggl ist es von der größten Wichtigkeit, daß der Verband Verrukano-Grundgebirge ein Transgressionsverband ist. Nur an Störungen

(z. B. Arluiberg) stößt Triasdolomit an kristalline Gesteine an. Den Unterbau des Jaggl bildet eine mächtige Platte von Diploporendolomit, unter welcher am Pleißkopf noch die tiefere Trias und der Verrukano heraustauch; Rauchwacken treten in den Bau des Jaggl ein, indem sie zwischen der unteren und der oberen überschobene Dolomitplatte des Jaggl liegen. Über der mittleren Dolomitplatte liegt Kalkschiefer des Muschelkalks und über diesem die obere Dolomitplatte, welche von Kalkschiefer, Buntsandstein und Muschelkalkdolomit überlagert wird. — Die über einer Verrukanoschale liegende Trias des Jaggl hat also eine intensive Faltung mitgemacht. Die Schale des Verrukano hat einen steilen Ostrand; die Überkipfung ist im kleinen und großen in der Richtung gegen W geschehen. Es sind liegende Falten vorhanden, welche z. T. vollständig sind; die Dolomitplatten sind bei der Faltung starre Einheiten; daher ist die Ausbildung der liegenden Falten nicht regelmäßig. Der Jaggl ist das Westende der Engadiner Triasfalten und ein lebhafter Beweis dafür, daß einst die Ötzmasse wenigstens z. T. von Mesozoikum bedeckt war.

Der Transgression von Verrukano-Trias über die Münstertaler Gneismasse wurde schon früher gedacht; an zahlreichen Punkten ist Verrukano-Trias über der Gneismasse vorhanden; das bedeutendste Vorkommen ist der an der österreichischen Grenze liegende Piz Sterlex (Taf. II, Fig. 1), dessen Trias eine Verrukanokappe trägt; die Bedeutung dieser Überschiebung geht aus dem Profil des Urtirola hervor. Die Platte von Granitgneis, welche am Urtirola als Schubmasse erscheint, erreicht bei Münster die Talsohle.

Die Erörterung der anstoßenden Ortlergruppe<sup>134</sup> geschieht am besten, wenn von Bormio aus über den Ortler der Anschluß gesucht wird. (S. Taf. II, Fig. 1.)

In der Gegend von Bormio ist nach SCHLAGINTWEIT eine tektonische Zweigliederung vorhanden, nämlich in die Addascholle (= Ortler) und in die Überschiebungsmassen im N und S. In der Addascholle ist über der Trias eine nach SW überlegte, zusammengeklappte normale Mulde von Rät und Lias vorhanden, deren Hangendschenkel z. T. überschoben ist; der Lias verschwindet im Val Fraele, der Muldenkern besteht dann nur mehr aus Rät; weiter im Osten sind dann zwei Rätmulden vorhanden; die Fortsetzung des Rät erscheint in der Ortlergruppe. — Die Lagerung der Addascholle zu dem hauptsächlich kristallinen Gebiet im S ist derartig, daß eine Überkipfung desselben über die erstere klar ist. Zwischen der Addascholle und dem Kristallin ist ein steilstehender auf die Addascholle hinaufgeschobener oder an sie angepreßter Streifen von Trias vorhanden; im Ortlergebiet fällt diese Störung mit HAMMERS Zebulinie zusammen. Gegen W läßt sich die Störung über Bormio-Livigno verfolgen.

N. von der Addascholle schwimmt auf dieser eine mächtige Entwicklung von Deckschollen, welche im Umbrail gipfeln. Das Profil Piz Lad-Umbrail ist auf Taf. II, Fig. 1 verzeichnet; es sei dazu nur bemerkt, daß die Schichtfolge in der Trias nur scheinbar einheitlich ist, denn es geht eine ganze Reihe von Bewegungsflächen durch sie durch. Die Überschiebungsfläche der Umbrail-Braulioscholle ist sehr unregelmäßig, z. T. steil nach N geneigt, z. T. ganz flach (wie unter dem Mte. Scorzuzzo). Die Feststellung ist wesentlich, daß gegen W hin das Kristalline der Braulioscholle verschwindet, allerdings nicht vollständig, denn kleine isolierte Reste sind noch weiterhin vorhanden; dabei senkt sich die Braulioscholle gegen W zu; sie ist nicht eine geschlossene Einheit, sondern selbst recht kompliziert gebaut, was sich in tektonischer Ausquetschung bzw. tektonischer Ablagerung ausdrückt. — Über der Trias der Braulioscholle liegt die Chazforascholle, deren Überschiebungsfläche auch sehr unregelmäßig ist. — Vom Umbrail gegen O und W ändert sich das geologische Bild in entgegengesetztem Sinn<sup>135</sup>, indem sich gegen W die Dolomitplatten der Adda- und Braulioscholle zur ausgedehnten Dolomitlandschaft um den Rimersee vereinigen, während gegen O im Muranzatal die Dolomitmassen verschwinden und nur spärliche Trias im Ciavalatschkamm vorhanden ist.

Nördlich der Ortlergruppe, von den Tiefenlinien des Etsch-, Münster-, Muranza-, Trafoitals umgeben, liegt der Ciavalatschkamm<sup>136</sup>, unter dessen kristalline Schiefer das Mesozoikum des Ortler hinabsinkt. Das Baumaterial des Ciavalatschkammes besteht bes. aus Phyllitgneisen mit sehr verbreiteten und mächtigen Einschaltungen von Muskowitorthogneisen (= Angelusgneis, S. 98), dann aus Serizitphylliten, welche den Verrukano repräsentieren, und spärlichen Vorkommen von

Triasdolomit. Für die Beurteilung der Tektonik kommt besonders der Umstand in Betracht, daß die Gesteine des Ciavalatschkammes auf dem Ortler-Mesozoikum liegen, welche Überschiebung auf der Strecke Stilfserjoch-Trafoi-Stilfs-Schmelz (Trafoilinie) zur Beobachtung kommt. Die kristallinen Schiefer des Ciavalatschkammes werden durch ein oft unterbrochenes und sehr rudimentäres Band von Trias in einen unteren, der Braulioscholle, und einen oberen, der Chazforascholle entsprechenden Teil zerlegt; damit sind dieselben Bewegungselemente gegeben wie in Tfl. II. Fig. 1.

Die Basis der Ortlergruppe wird im Suldental von der Fortsetzung der Gesteine der Laasergruppe (S. 98), also von Quarzphyllit, Augengneis, Phyllitgneis, Serizitphyllit gebildet. Am Zumpanellberg kommt unter der Trias des Ortler der Gomagoier Granodiorit heraus, der durch Übergänge mit dem Angelusgneis verbunden ist. Zwischen die älteren kristallinen Schiefer und die Trias schieben sich an Stellen ruhigerer Lagerung Serizitschiefer, Gips und Rauchwacken ein; die Serizitschiefer enthalten stellenweise massenhaft Pyrit und repräsentieren den Verrukano; Gips und Rauchwacken liegen über den Serizitschiefern; Einschaltungen in diese, z. B. an der Zebrauchlinie, sind auf tektonischem Wege zustande gekommen.

Der Cristallo-Kamm hat gegen S scharfe Wandabbrüche, gegen N flache Neigung, dem Schichtfallen entsprechend. Es liegen zwei Folgen vor; die eine, südliche, wird durch kristalline Schiefer, Verrukano und Dolomit, die andere durch den Ortlerdolomit repräsentiert (Tfl. II. Fig. 1); die beiden Folgen werden voneinander durch die Zebrauchlinie getrennt, d. i. die Fortsetzung jener Linie, welche früher als Überkipplungslinie erwähnt wurde (S. 96). Die Profile vom Cristallokamm gegen N zeigen die Rätmulde des Brauliotals und dann die Überschiebung durch die Braulioscholle. Diese Überschiebung braucht nicht groß zu sein, denn im Profil von Übergrimm ist die Ortler-Trias überkippt, es ist da die Braulioscholle scheinbar ein Teil der Ortlersynklinale. Im allgemeinen liegt zwischen dieser Überschiebung und der Zebrauchlinie ein gegen N fallendes Schichtpaket, in welchem durch Rät ein gegen S geöffneter Muldenbau angezeigt wird, wozu noch Wiederholung der Schichtfolge kommt; es sind also wohl mehrere gegen S überkippte Anti- und Synklinale vorhanden. Die Fortsetzung dieser Tektonik liegt in den Madatschkögeln und der Trafoier Eiswand. Im Zebrauch und der Königsspitze ist noch scharfer Faltenbau vorhanden; das Mesozoikum der Königsspitze wird von Porphyriten (Ortleriten, Suldeniten) durchschwärmt. Der Ortler und der mit ihm zusammenhängende Hochleitenkamm wird von Dolomit und Kalkschiefern, oft vielfach gefaltet und auch geschuppt, aufgebaut. Die Trias nördlich des Ortler hat eine Neigung gegen W zu bei NS-Streichen. — Die Zebrauchlinie schneidet die Falten der Ortlergruppe schief zu ihrem Streichen ab. Eine andere Bruchlinie schneidet am Zumpanellberg Trias ab und schleppt diese z. T. in die Tiefe. Dolomite umschließen am Zumpanell Magnesit. Jenseits des Suldentals liegen auf den Gesteinen der Laasergruppe einige kleine Reste der Ortlertrias.

Der Zebrauchlinie kann nicht der Wert einer Überschiebungslinie zuerkannt werden, und es kann der südlich von ihr liegende schmale Triasstreifen nicht als inverser Liegendschenkel einer Falte aufgefaßt werden, denn die Bewegungsrichtung der postulierten Überschiebung oder Überfaltung steht im größten Widerspruch mit den nach S geneigten Synklinalen des Ortler und der Addascholle. Die Zebrauchlinie ist eine Bruchlinie, denn die Falten der Trias divergieren vom Madastch zur Königsspitze mit der Richtung ihrer Achsen zum Verlauf der Bruchlinie.

Im Gebiet zwischen Lischanna und Ortler können drei Systeme von tektonischen Elementen unterschieden werden, nämlich das Mesozoikum des Ortler, das Kristalline und Mesozoikum der Braulioscholle (= Umbraildecke) und derselbe Bestand der Chazforadecke. Von diesen zeigt das Mesozoikum des Ortler einen gegen S geöffneten Faltenbau; als wahrscheinlichste Lösung ergibt sich, daß es sich um eine primäre gegen S gerichtete Faltung handelt, was allerdings mit den Forderungen der Deckentheorie in schroffem Widerspruch steht. Es gibt auch keinen Beweis, daß der Ortler nicht autochthon ist.

Das Schiefergebiet im Süden der Ortlergruppe ist bes. in tektonischer Beziehung von Bedeutung. Die Phyllitzone des Val Zebrauch ist die Fortsetzung des

Kalkphyllitkomplexes des obersten Martelltals, in welchem im Phyllit mächtige Marmorlager, Bänderkalke, Kalkglimmerschiefer liegen. Quarzphyllite setzen den Confinale zusammen; diese und das Gebiet des Piz Tresero läßt vielleicht einen Vergleich mit der Grauwackenzone der nordöstlichen Alpen zu<sup>137</sup>.

Über das Madritschjoch hängt die durch das Sulden-, Martell- und Etschtal begrenzte Laasergruppe mit dem Ortler zusammen<sup>138</sup>. Es sind zu unterscheiden vom System der Phyllitgneise (d. s. sehr unausgesprochene, zwischen Gneis und Glimmerschiefer und Phyllit schwankende Gesteine) die Laaser Schichten, welche die berühmten Laaser Marmore enthalten. Der Nordfuß der Laasergruppe besteht aus Phyllitgneisen mit Amphiboliten; der ganze südliche und weitaus größte Teil der Gruppe besteht aus Quarzphyllit; zwischen beide schiebt sich eine Zone von Gesteinen ein, die zwischen Phyllitgneis und Phyllit schwanken, zum großen Teil Glimmerschiefer sind und Marmore als Einlagerungen enthalten; diese Zone nimmt den oberen Teil des Nordgehänges der Gruppe ein, senkt sich aber gegen Osten bis in das Tal; das sind die Laaser Schichten. Sehr bezeichnend sind Staurolithglimmerschiefer, denen Marmore eingebettet sind; an der Grenze gegen die Schiefer treten silikatreiche Mischzonen (Kalkglimmerschiefer) auf. Zwischen den Schiefen und den Marmoren besteht das Verhältnis der Wechsellagerung und des Auskeilens.

Die Altersfrage der Laaser Schichten ist sehr schwierig; aus den Lagerungsverhältnissen schließt HAMMER, daß sie älter als diese, aus den Übergängen in Phyllitgneise, daß sie präkambrisch seien. Die Laaser Schichten entsprechen den Gesteinen, welche von Passeyer-Schneeberg zum Jaufen ziehen (S. 93), und diese sind analog der Schieferhülle der Tauern. „Der ursprüngliche Zustand des Laaser Marmors mag daher angesehen werden als ein crinoidenführender Kalkstein, begleitet von Quarzit und von lagerförmigen Injektionen eines gabbroähnlichen Gesteins.“<sup>139</sup>

Im Martelltal ist eine mächtige Granitmasse (Muskowitpegmatit, Muskowitgranit usw.) vorhanden. Von großer Bedeutung für den Aufbau der Laasergruppe ist der Augengneis der Angelusgruppe, ein Augengneis, wahrscheinlich ein System von Decken und Ergüssen, das im Phyllit liegt und sich mit ihm verzahnt. Eine breite Mächtigkeit nimmt im S der Gruppe der Quarzphyllit mit Einschaltungen von Augengneisen ein; es handelt sich jedenfalls um eng aneinandergedrückte Falten und um tiefgreifende Schuppen, wie Triaseinschuppungen zeigen. Unter den Quarzphylliten liegen die Laaserschichten, welche einen in sich gefalteten Muldenbau, die Laaser Falte, zeigen; nördlich von den Laaserschichten liegen Phyllitgneise; die „Laaser Falte“ wechselt rasch ihre Form, indem sie z. T. eine knieförmige Falte (bei Latsch) bildet, z. T. eine normale oben offene Mulde (am Eichberg), z. T. (im Westen) eng zusammengedrückt, dann nach N überkippt und bis an ihr westliches Ende einseitig (mit steilem Südschenkel und flachliegendem Nordschenkel usw.) ist. — Es ist nicht zu beweisen, daß die Laaserschichten ein Fenster unter Phyllitgneisen und Quarzphylliten bilden.

Die Ultentaler Alpen<sup>140</sup> bestehen ganz aus kristallinen Gesteinen; in bestimmten Horizonten von Gneis sind Olivinfelse, auf lange Strecken scharenweise aneinander gereiht, vorhanden; die eine Reihe beginnt bei Ceresi im Rabbital und läuft über die Punkte Val Bresimo, Val Lavacé, Ilmenspitze; in der zweiten Reihe ist die Anordnung mehr scharenweise, sie beginnt am Klapfbergjoch und zieht über Büchelberg, Ilmenspitz, Spitzneralm. — Im obersten Einzugsgebiet des Ultentals gibt es Diorite und Porphyrite (Tonalitporphyrite, Suldenite). Die kristallinen Gesteine des Ulten-Sulzberger Kammes sind in SW—NO streichende Falten gelegt; gegen O und SO schneidet das Faltenystem an der Judikarienlinie ab. Eine merkwürdige Erscheinung ist das Auftreten von Schollen mit NW-Streichen mitten im allgemein senkrecht dazu streichenden Gebiete; diese NW streichenden Schollen sind durch Brüche getrennt. — Die Judikarienlinie, welche ihre Fortsetzung am Südgehänge des Iffingers hat, übersetzt bei Meran das Etschtal; an dieser Linie liegt am Aus-

gang des Ultentals der Tonalit des Kreuzbergs, der am Kristallinen westlich von ihm eine Kontaktzone hat; am SO-Rand aber fallen mesozoische Gesteine unter den Tonalit ein, während im NW konkordant Gneise und Gneisglimmerschiefer gegen den Tonalitkamm hinauf streben. Wie beim Brixener Massiv (S. 112), dessen Fortsetzung der Kreuzberg ist, ist auch hier eine Randfazies des Tonalits vorhanden. An Ganggesteinen treten Quarzglimmerporphyrite, Töllite, Tonalitpegmatite auf.

Die Judikarielinie hat südlich der Falschauer folgenden Verlauf: Maraunertal, Hofmahd, Eingang des Val Mariole und Val Lavacé, Avert, Castel Altaguardia, Bevia im Besimotal, Terzolas im Sulzberg. An der Judikarielinie fallen häufig die mesozoischen Schichten der Südalpen unter die kristallinen Schiefer ein. Im Maraunertal klafft die Bruchlinie und in diesen Spalt ist ein permo-mesozoischer Fetzen von südalpiner Trias eingezwickelt. Auf der einen Seite der Judikarielinie befinden sich die Quarzporphyre der Bozener Platte, auf der andern Seite die kristallinen Schiefer. An die Judikarielinie paßt sich das Streichen der kristallinen Schiefer an, aber in einiger Entfernung von der Linie treten Streichungsrichtungen auf, welche mit der Grenzlinie und dem benachbarten Mesozoikum spitz Winkel bilden; stellenweise tritt aber schon an der Grenze diskordantes Streichen auf, es erscheint daher eine Änderung des Streichens als eine Anpassung an die Bruchlinie.

In dem Gebirge des obersten Martelltals, des obersten Rabbital, des Pejotals bis zu dem vergletscherten Kamm der Ortlergruppe — als Südgrenze die „Tonalelinie“ genommen — herrschen dieselben Gesteine wie in den Ultentaler Alpen<sup>141</sup>. Die Gesteine sind so verteilt, daß die Tremenescagruppe hauptsächlich aus Gneisglimmerschiefer besteht, daß in den Bergen zwischen Pejo- und Vermigliotal (Tonalegruppe) Quarzit und Kalk bes. hervortreten, daß das ganze Südgehänge des Hauptkammes nördlich del Val des Monte, die Val della Mare und das oberste Rabbital samt den dazwischen liegenden Kämmen fast ausschließlich aus gleichförmigen Phyllitgneisen besteht. In der Tonalegruppe liegen auf den Gneisen Quarzite.

Diese Quarzite gehören zu HAMMERS Pejoserie, in welcher Grauwacken, auch körnige Kalke auftreten; südlich folgen auf der Pejoserie Gneise mit Marmoren. In die Quarzite schieben sich zweiglimmerige Gneise und quarzitisch-serizitische Schiefer ein; Marmore, z. T. auch durch Pegmatite verändert, haben nördlich vom Tonale eine große Mächtigkeit. Die Marmore stehen in syngenetischem Verbands mit den Phyllitgneisen; daher ist nach HAMMER die Gneis-Marmorserie alt, die überdies infolge der Durchtränkung mit Pegmatit eine Ähnlichkeit mit den Laaser Schichten hat. SALOMON dagegen meint, daß die Gneis-Marmorserie, seine Tonaleschiefer, eingebrochene oder eingefaltete, vielleicht dynamo-metamorph veränderte Trias und ältere Bildungen darstelle. SALOMON stellt die Tonaleschiefer den andern Schiefen (Edolo- und Rendaschiefern) der Adamellogruppe entgegen, was durch TRENER widerlegt wurde<sup>142</sup>. Nach SALOMON sind die Tonaleschiefer eine Fortsetzung des „pietre verdi von Ivrea“, woraus sich ein Schluß auf das triadische Alter ergeben würde.

Die Zone der Phyllitgneise und Marmore läßt sich über das Pejotal bis zum Cercenapaß und weiter bis zum Dorf Rabbi verfolgen; relativ selten treten in der pegmatitreichen Zone Olivinfelse auf. Nach HAMMER sind die Merkmale der Tonaleschiefer nicht zu identifizieren mit der Trias, welche weiter westlich als Einfaltungen in der Zone von Ivrea vorhanden sind; denn es stehen auch im unteren Veltlin Gneise, Granatenglimmerschiefer und die denselben konkordant eingelagerten Kalkmarmore einerseits und die nicht metamorphen Triasdolomite von Musso usw. einander gegenüber. Im Tonalegebiete treten nur die mit den Gneisen verknüpften Marmore auf, die Trias fehlt, woraus der Schluß auf ein triadisches Alter der „Tonaleschiefer“ hinfällig ist.

Die Phyllitgneise auf der Südseite der Tonalegruppe überschreiten zwischen Cogolo und Fucine das Nocetal und bilden die Gehänge ober Celentino und gehen im Hochtal des Lago Cadinel in zweiglimmerige Gneise über, welche im wesentlichen die Berggruppe zwischen Cercenatal, Rabbital und Noce von Mallé bis Cogolo bilden; diese Gneise liegen bei Cogolo und am Cercenapaß über der Quarzitisserie. Nördlich vom Cercenatal breiten sich Phyllitgneise aus. In dem kristallinen Terrain zwischen Ortler und Tonale treten Granite in lakkolithähnlichen Intrusivmassen auf; die bedeutendste ist der Verdignanagranit. Ferner durchschwärmen Pegmatite, Porphyrite, Diorite das kristalline Gebiet,



das in NO-streichende Falten gelegt ist. — Das ganze kristalline Gebirge im S des Ortler hat nicht, wie es die Deckentheorie verlangt, den Charakter eines Wurzellandes, sondern es herrscht eine geradezu selbständige Tektonik. An der Zebrulinie hat eine bedeutende Höferschaltung des südlich anstoßenden Gebirgskörpers, eine starke und ausgedehnte Hebung stattgefunden. Die gesamte Gebirgsmasse zwischen der Zebru- und der Tonalelinie besteht aus zwei Teilen; zwischen der Zebrulinie und der Bäderlinie Rabbi-Pejo liegt ein „weitfaltiges Gebirgsstück, das vorzüglich aus Phylliten und Quarziten zusammengesetzt ist“<sup>143</sup>; zwischen der Bäder- und Tonalelinie liegt eine enggepreßte, dichtgeschlossene Schichtenzone, welche nach SALOMON die Fortsetzung der Zone von Ivrea ist; die Zone südlich der Bäderlinie ist bes. durch die spez. durch Quarzite charakterisierte Pejoserie ausgezeichnet, welche sehr eng mit den südlich anschließenden Gesteinen. An das geschlossene Faltenbündel schließt sich die ebenso isoklinale Schichtfolge an, welche den Nordrand der Adamellomasse umsäumt. Dazwischen schneidet die „Tonalelinie“ die „alpino-dinarische Grenze“ durch<sup>144</sup>. Die Annahme, daß die Tonalelinie verschieden ausgebildete Gruppen von kristallinen Schiefen trenne, entspricht nicht den Tatsachen. Zum mindesten auf österreichischem Gebiete läßt sich für die Existenz einer Störung, welche als Tonalelinie bezeichnet wurde, nichts anführen. — Im Tonalegebiet ist der Bau recht einfach; parallel mit der O—W ziehenden Grenze des Adamellotonalits ziehen die Schieferzonen konkordant hin, ganz steil unter den Tonalit einfallend; die Konkordanz zwischen dem Tonalit des Adamello und den Schiefen ist eine Folge der Tektonik des Gebirges. Die Gesteine nördlich vom Tonalit sind fast senkrecht aufgerichtet, daher ist eine Bruchlinie schwer nachzuweisen, aber auch schwer zu widerlegen; aus der Existenz einer Pressungszone kann nicht auf eine regionale Störungslinie geschlossen werden. Daher kann hier, wie auch überall sonst auf österreichischem Gebiet, von einer Trennung von „Alpiden“ und „Dinariden“ nicht mehr gesprochen werden. Eine Berechtigung für die Tonalelinie zum mindesten als bedeutende Störung fehlt vollkommen (S. 130).

Östlich vom Brenner erstreckt sich, im N und S von einem Schiefergebirge begleitet, die Hochgebirgsgruppe der Hohen Tauern; die beiden Schieferstreifen im N und S der Tauern sind durch Störungszonen, z. T. ausgestattet durch mesozoische Gesteine, von den Tauern getrennt. Der Bau der Tauern ist beherrscht von dem Gegensatz Zentralgneis-Schieferhülle (S. 50). Die Nordgrenze der Tauern ist fast überall eine sehr steil stehende Störung, an welche die Pinzgauer Phyllite bzw. deren Äquivalente herantreten; auch die Südgrenze der Tauern ist eine Störung, an welcher z. T. die im Süden liegenden Gneise und Glimmerschiefer auf die Tauerngesteine hinaufgeschoben sind. Sicheres Mesozoikum ist bes. am Ost- und Westende der Tauern, am Brenner und in den Radstädter Tauern vorhanden; es zeigt nur z. T. Zentralalpine Fazies (S. 52). Aus der Gegend von Sterzing ist bis in die Texelgruppe eine Fortsetzung der Tauern vorhanden (S. 93). In den Hohen Tauern tauchen die Zentralgneise in Kernen (S. 50), umflossen von Schieferhülle, heraus.

Von den Kernen ist der wesentlichste der gewaltige Venediger Kern, der sich gegen Westen in den Tuxer- und Zillertaler Kern spaltet, zwischen welchen die gegen O auskeilende Greiner Scholle liegt. Die Kerne sind nicht gleichmäßig gebaut; so ist z. B. der Zillertaler Kern tonalitisch, und am Nordrande des Tuxer Kernes herrscht eine mächtige Entwicklung porphyrtiger Gesteine vom Habitus der Augengneise. (Siehe Tfl. II. Fig. 2 a.)

Am Tauernwestende<sup>145</sup> lassen sich Ortho- und Parazentralgneise unterscheiden, von welchen die letzteren sowohl zu den ersteren als auch zu den Grauwacken der Schieferhülle Beziehungen haben; im Profil Kasererspitze-Olperer trifft man porphyrische Lagen des Zentralgneises, welche durch Übergänge mit Geröllgneisen verbunden sind, und auch Glimmerschiefer mit Quarziten nehmen an der Wölbung des Profils teil. Es sind die Serien A und B (S. 50) petrographisch nicht scharf zu trennen, da sie gemeinsame Glieder enthalten, doch besteht ein Unterschied, der die Trennung berechtigt. Der Hauptcharakter der B-Serie ist der Riesenlagenbau; es bilden die Aplitgneise, Porphyrgneise, Flasergneise, Knollengneise, Garbengneise, selten Granitgneise in raschem konkordanten Wechsel ohne Gangform (mit Ausnahme der Aplite) eine Serie, in welcher Ortho- und Paragneise durch Alternation und durch Übergänge verbunden sind. „Alles dies kann sowohl durch Intrusion und Assimilation unter bestimmten Bedingungen (keineswegs durch Intrusion während der Faltung) — B wäre die Zone der Hauptinterferenz der Magmen mit mehr oder weniger einbezogenem Dach — als auch durch Ergüsse und tektonische Einschaltung erklärt werden.“ Auch die Serie (Granitgneise) A hat Riesenlagenbau durch die Biotit-

schiefer (im Sonnblickgebiet ist eine Art von Riesenlagenbau durch liegende Falten erklärt worden).

Die Greiner Scholle hat den Charakter einer Synklinale; sie hat am Pfitscherjoch eine bedeutende Breite, zieht über Greiner-Schönbichlerhorn-Zemmgrund und keilt im Floitengrund aus. Es herrscht in ihr (z. B. bei der Berliner Hütte) ein außerordentlicher Gesteinswechsel und eine große Mannigfaltigkeit: Garbenamphibolite, Konglomeratschiefer, Serpentin usw. — Bei Mayerhofen erscheint über dem Tuxer Kern Serizitschiefer, Quarzit, Dolomit und der Tuxer Marmor (Hochstegenkalk), welcher das Tauernwestende andauernd umzieht. Gneis und untere Schieferhülle stehen am Nordende des Tuxer Kernes z. T. stark diskordant; stellenweise (Krierkar) kommt es zur Bildung von kleinen, nach Art von Tauchdecken herabstürzenden Falten, welche auch Zentralgneis über den Tuxer Marmor und die Quarzite bringen. Über der unteren Schieferhülle liegt die obere, welche vom Profil von Mayrhofen gegen W sich sehr stark verbreitert und Schuppen von Trias im Zuge der Gschößwand-Rettelwand-Gerloswand trägt, welche Zone über die Gerlos zur Neßlinger Wand bei Krimml (S. 102) zieht. — Die untere Schieferhülle läßt sich an das Westende des Tuxer Kernes zum Wolfendorn, von da in die Greiner Scholle und um den Zillertaler Kern herum verfolgen. Das Zentralmassiv und die untere Schieferhülle wird mantelförmig umflossen von der oberen Schieferhülle, welche nach ihrer Verbreiterung westlich von Maierhofen sich gegen den Brenner zu stark einengt; bei der Schwenkung um das Westende der Zentralgneise tritt dann eine gewaltige Verbreiterung ein; im Gebiete von Senges, Wilde Kreuzspitze, Pfunders tritt eine bedeutende Entwicklung dieser Schichten ein, welche gegen das Ahrntal weiterstreichen. Im N der Zentralgneise herrscht Nord-, im W West- und im S Südfallen der Schieferhülle. Dieser symmetrische Aufbau der Tauern reicht bis zum Meridian von Steinhaus im Ahrntal, dann zeigt sich im Lappachtal ein auf 3–4 km anhaltendes Nordfallen der Gneise des Südrandes, so daß die Schieferhülle unter die Gneise einfällt; dieses Nordfallen des Zillertaler Kernes sowie das Einfallen der Schieferhülle im Pfitschtal wurde mit Südüberschiebungen in Verbindung gebracht, während die Deckentheorie eine Überkipfung annimmt.

In der Schieferhülle südlich des Pfitschtals (Senges, Pfunders) herrscht Steilstellung; es bildet die Schieferhülle nördlich von Mauls eine Mulde (Tfl. II. Fig. 2b); untere Schieferhülle liegt auch auf den Maulser Gneisen, welche, flach gegen N fallend, auf der Maulser Trias liegen.

Nach der Betrachtungsweise der Deckentheorie sind die Maulser Gneise (= „alte Gneise“) die Südgrenze des Tauernfensters, und zwischen sie und die Schieferhülle schiebt meist die Zone der Matreier Schichten (S. 103) ein, welcher das Profil von Sprechenstein angehört; diese Zone ist die Wurzel der Tauerndecken (S. 108). Dieser Auffassung erwachsen bedeutende Schwierigkeiten, denn es entspricht nach SANDER die Hülle der Zentralgneise jener der Maulser Gneise, die Zone von Sprechenstein (SANDERS Rensenzone), ist direkt zu vergleichen mit der Hochstegenzone, der Maulser Gneis ist gleichzusetzen dem Zentralgneis; es steht nach SANDER die Rensenzone zu den nach UHLIG und SUSS ostalpinen Phyllitgneisen mit Pegmatit, Augengneisen usw. in demselben Verhältnis wie die Hochstegenzone zum Zentralgneis. (Nachtrag S. 143.)

Zur Rensenzone tritt der Rensengranit (Fig. 18, S. 112) zwischen der Rensenspitze und Pfunders in eine nahe Beziehung; die ihn umgebenden Glimmerschiefer sind vom Granit her stark injiziert; auch in Tuxer Marmor, der den Nordrand des einen Lagergang vorstellenden Granits begleitet, zeigen sich Injektionserscheinungen. Der Rensengranit steht den Tonaliten nahe und hat keine Ähnlichkeit zu den Zentralgneisen<sup>146</sup>.

Mesozoikum strebt von der Gschößwand her dem Tarntal zu, dessen Verhältnisse durchaus ungeklärt sind. Über der oberen Schieferhülle folgt ein Komplex derselben mit Trümmerflächen von Tarntaler Dolomit (Tfl. II, Fig. 2a), darauf Quarzphyllit, dann die Schuppen des Tarntaler Mesozoikums; dieses letztere liegt z. T.

auf Quarzphyllit, welcher, als Karbon angesprochen, nach der Deckenhypothese bereits zum ostalpinen Rahmen der Tauern gehört. — In der Fortsetzung des Tarntaler Mesozoikums liegt das gefaltete Mesozoikum des Mieskopfes und der kleine Rest von Trias bei Matrei, der vielleicht durch einen Bruch von dem unmittelbar anstoßenden Ötztaler Kristallin getrennt<sup>147</sup> oder von diesem überschoben ist.

Westlich der Brennerlinie herrscht von den Kalkkögeln bis zum Tribulaun eine weite Entfaltung von Mesozoikum, dessen Stratigraphie in vielem unsicher ist. Besonders aus dem Vergleich der Serie des Tribulaun mit der unteren Schieferhülle (S. 51) wird man schließen müssen, daß dieses Mesozoikum nicht im Verhältnis der Transgression zum Stubai-Ötztaler Kristallin sich befindet.

Der Bauplan der mesozoischen Berge ist größtenteils schlecht bekannt. Die Unterlage der Berge bilden Glimmerschiefer mit Einlagerungen von Hornblendeschiefern und Augengneis (Stubai Glimmerschiefer). Die Hauptmasse der Kalkkögel besteht aus Dolomit<sup>148</sup>; an der Saile, Hochtensspitz, im Burgstallkamm finden sich prächtig entwickelte Spaerocodienoolithe der Raibler Schichten und dunkle Kalke und Pyritschiefer mit Cidariten und *Daonella Pichleri*, also wahrscheinlich Partnachniveau (S. 52). Man hat also über dem Kristallin der Basis untere Schieferhülle im stratigraphischen Sinne (Tarntaler Gesteine) und darüber, tektonisch vervielfacht, Pyritschiefer, dann Dolomit, mit dem das Ostalpine anfängt, Halobien-schiefer, Raibleroolithe, Pyritschiefer des Partnachniveaus, großoolithische Kalke. — Im Gebiet der Serles-Kirchdachspitze liegt das Liasvorkommen der Kesselspitze (S. 52); eingekeilt erscheint in das Mesozoikum ein Karbonkeil, der Mesozoikum verschieden hoher Metamorphose trennt. — Südlich liegt das Tribulaungebiet und das Steinacher Karbon, welche überall als Überschiebungsmasse auf Mesozoikum liegt; es fragt sich, ob die gesamten Phyllite, welche tektonisch mit dem Karbon eine Einheit bilden, auch stratigraphisch dazu gehören. In dem Profil Brenner Wolfsteinjoch liegen nach SANDER übereinander: Hochstegenkalk; tektonisch komplizierte und mit Kalkphyllit wechselnde untere Schieferhülle; Kalkphyllite (das Niveau der Schistes lustrés); tektonische Wiederholung von unterer Schieferhülle; Quarzphyllit und Tribulaundolomit (Tribulaundecke); Quarzphyllite (Steinacher Decke), d. i. untere Schieferhülle gemischt mit Kalkphylliten, Pyritschiefern usw. Das schmale Band des Tribulaundolomits schwillt im Tribulaun und dessen Umgebung zu gewaltiger Entwicklung an, was wohl durch tektonische Anschuppung geschieht. Die Tribulaungruppe schiebt einige aus Dolomit bestehende Vorposten (Weißwand usw.) über die Stubai Glimmerschiefer gegen W vor. — Südlich vom Pflerschtal liegt auch auf Stubai Glimmerschiefern die Trias der Telfer Weißen Gschleierwand, d. i. die Fortsetzung des Tribulaun, überschoben, wie dieser, von Schiefen, welche zum Nöblacher Karbon die engsten tektonischen Beziehungen haben. — Nach der Forderung der Deckentheorie müßte das Stubai Kristallin über dem Tribulaun liegen. Das Gegenteil ist der Fall. Das kann seine Erklärung finden darin, daß eben das Stubai Kristallin nicht so der Schieferhülle gegenübersteht, wie es die Deckentheorie verlangt (S. 131), womit der Fenstercharakter der Tauern angegriffen ist.

Zillertal und Tuxer Kern vereinigen sich im Venedigerkern<sup>149</sup>, in welchem sich wie auch im Zillertal oft die Schwierigkeit der Trennung von Gneis und Schieferhülle ergibt. Auch hier gibt es synklinal eingeklemmte Streifen von Schieferhülle (z. B. zwischen der Söllen- und Geißler Alpe). Bei Krimml tritt der Kern an das Salzachtal heran; an den Gneis lehnt sich ein Profil, das dem von Maierhofen vollständig gleicht: untere Schieferhülle (mit Hochstegenkalk usw.), Phyllite (Schistes lustrés), die diploporenföhrnden Kalke und Dolomite der Neßlingerwand (= Gschöbwan, S. 101); die Trias der Neßlinger Wand läßt sich um ein kurzes Stück gegen O verfolgen. Jedenfalls ist sowie am Hochsteg bei Maierhofen auch im Profil von Krimml zwischen Zentralgneis und unterer Schieferhülle eine Bewegungsfläche vorhanden. Am Südrande des Kernes herrscht eine ungestörte Auflagerung der Schieferhülle, und bis auf eine Entfernung von 2 km vom Granitrande treten nach LÖWL granitische Lagergänge und in Gängen oder Adern diffus verbreiteter Granit auf; wenn es sich wirklich um eine echte Gangformation handelt, dann muß diese Art von Schieferhülle von der Schieferhülle des Tauernwestendes verschieden sein; vielleicht ist auch da eine tektonische Erklärung möglich wie bei den Gneisen, welche nördlich vom Tuxer Kern der Schieferhülle tektonisch einverleibt worden sind. — Die Schieferhülle zieht mit 30–50° Südfallen am Kern empor

und bildet dann in der Dreiherrnspitze usw. den Kamm. — Gegen O geht der Venedigerkern in mehreren Zügen zu Ende, was wohl nur durch Faltung erklärt werden kann; LÖWL hebt hervor, daß auch an diesen Enden die unterste Lage der Schieferhülle (Hornblendeschiefer, Glimmerschiefer) vom Granit durchadert ist, daß hier auch Diskordanzen zwischen Gneis und Hülle bestehen. Das am weitesten vorgeschobene Ende des Venedigerkerns ist nur durch ein kurzes Stück injizierter Schieferhülle vom Granatspitzkern getrennt; die Durchaderung der Schieferhülle im Gschlöß und unter dem Tauernkogel läßt auf ganze geringe Tiefe des Intrusivgesteins schließen. — In der südlichen Schieferhülle bildet Kalkglimmerschiefer („Bretterwände“) eine breite Zone, durchsetzt von zahlreichen Serpentin und im S begrenzt durch die Matreier Zone.

Der Granatspitzkern<sup>150</sup> ist ein rundlicher, von der Schieferhülle umzogener Kern von Flasergranit, der ein kurzes Stück den Tauernhauptkamm bildet; das Gestein (Zweiglimmergranit) unterscheidet sich vom Venedigerkern. Die Schieferhülle liegt dem Kern konkordant auf und hat eine mannigfache Zusammensetzung; im S liegt auf dem Kern der gemeine, dem Glimmerschiefer nahestehende, zweiglimmerige Gneis der südlichen Tauern; darauf folgt der Kalkglimmerschiefer; am Westrand wird der Schiefergneis Schritt für Schritt von Hornblendeschiefer verdrängt, der den NW-Quadranten der Schieferhülle einnimmt und gegen N in Grünschiefer und Grünsteine übergeht; im O ist in den höheren Teilen Kalkglimmerschiefer vorhanden; in diesen sowie in den tiefsten Teilen der Schieferhülle stecken Antigoritserpentine. An der Westseite des Kernes ist im Taber- und Messelinggraben der Boden des Granits und die darunter liegende Schieferhülle aufgeschlossen; nach LÖWL ist da der Boden des Lakkolithen entblößt, doch ist die Möglichkeit, daß da eine Tauchdecke des Zentralgneises vorliegt, nicht ausgeschlossen.

Die Kalkglimmerschiefer stürzen mit Südfällen in das Becken von Windisch-Matrei ab, und auf ihnen, bzw. auf Arler Kalkphyllit (S. 51), liegt der Zug der sogenannten Matreier Schichten, die tektonisch und stratigraphisch der Renszone entsprechen, deren Fortsetzung sie sind. In dem mittleren und östlichen Abschnitt der Tauern fallen die Matreier Schichten unter das Gneisgebirge im Süden der Tauern ein. Die Matreier Schichten, welche bezeichnenderweise bereits LÖWL als ein Seitenstück der Krimmler Schichten ansprach, bestehen aus Glanzschiefer (Diaphthorit?), der „Gipslinsen“ und kleine Riffe von dichtem Dolomit umschließt; dazu kommen Quarzite, Kalke, Kalkschiefer, Serpentin; es ist eine tektonische Mischungszonenzone, die Stellung der Gesteine zueinander ist nicht die primäre, was bes. scharf durch Serpentinsetzen markiert wird; mit SANDER ist es als untere Schieferhülle anzusehen (S. 101). Jedenfalls sind auch die Kontakte gegen die Kalkglimmerschiefer und gegen die „alten Gneise“ (S. 101) anomal.

Gegen W ist der Zug der Matreier Schichten zu verfolgen von Matrei über Mülitalpe, Raukofel-Jaghausalpe-Klammjoch; Details sind darüber sowie über die weitere Fortsetzung nach Sprechenstein unbekannt. Gegen O läßt sich der Zug über Kals-Heiligenblut-Moharspitze-Makernispitze nach Obervellach verfolgen; KOBER<sup>151</sup> führt als Bestand an Juramarmor, Pyritschiefer, Triasdolomit, Breccien, Rauchwacken, Quarzit, Gips, Phyllit, Serpentin, Grünschiefer.

Die Glocknergruppe fällt ganz in die Schieferhülle; der Großglockner selbst wird aufgebaut von einer in der Schieferhülle liegenden Grünsteinlinse; sehr verbreitet (bes. in der Gegend von Heiligenblut) sind Serpentine. Aus der Schieferhülle hebt sich gegen O der Sonnblickkern<sup>152</sup> heraus, der eine deutliche Erstreckung in NW—SO hat. Ein schmaler Streifen von Schieferhülle trennt ihn von den Teilkernen des Hochalpmassivs; diese Linie läuft NW—SO vom Hohen Aar über die Riffelscharte und den Mallnitzer Tauern nach Mallnitz-Obervellach; in ihrer Fortsetzung liegt die SW-Grenze des Hochalpkernes; nach POSEPNY läßt

sich diese Linie noch weiter abwärts in den Glimmerschiefer verfolgen; sie schneidet vielleicht bis Villach die Trias des Drauzuges ab. — Die Schieferhülle fällt gegen S und W regelmäßig vom Sonnblickkern ab, gegen N geschieht das in sehr steilem Fallen; an der NO-Grenze ab hat bereits POSEPNY eine Überfaltung des Hochalmkerns durch den Sonnblickkern nachgewiesen; der obere erwähnte Streifen von Schieferhülle ist keine regelmäßige Syncline; der Sonnblickkern ist, wie schon POSEPNY ausgeführt hat, im großen eine liegende Falte von Gneis; er zerfällt selbst wieder durch Glimmerschieferbänder in vier Teildecken (vgl. SANDERS Riesenlagenbau S. 100); auch hier ist der Gneis durchbewegt worden.

Im Süden beginnt die Schieferhülle mit lichten Glimmerschiefern, denen Spuren von Angertalmarmor folgen, dann folgen Riffelschiefer, dann Kalkglimmerschiefer und Serpentin; über dieser gering mächtigen Zone folgt nach STARK ein geschuppter Komplex von Gneisen, Glimmerschiefern, Dolomiten in mehrmaliger Wiederholung, also zu einer Quetschzone umgewandeltes Wiederauftauchen von Gneis; darüber folgen wieder Riffelschiefer und Kalkglimmerschiefer, dann Arler Kalkphyllit; südlich davon streicht im Gebiet der Makernispitze die Matreier Zone durch, die (= untere Schieferhülle) mesozoische, den „Radstädter Tauerngebilden“ vergleichbare Kalke, Dolomite usw. in großartiger und unentwirrbarer Weise mit Serizitschiefern verknüpft zeigt. — Die Matreier Zone nimmt im Streichen rasch an Mächtigkeit ab; in geringen Resten ist sie noch nördlich von Söbriach zu sehen und verschwindet dann unter der Möll. Dasselbe Schicksal haben die Arler Kalkphyllite und die Kalkglimmerschiefer; die Gesamtmächtigkeit der Schieferhülle beträgt bei Groppenstein etwa 100 m. Bis Obervellach herrscht Südfallen, also Fallen unter die „alten Gneise“. Von Stallhofen an herrscht Fallen gegen N; daran schließt sich der Hochalmgneis.

Zwischen dem Sonnblick- und Hochalmkern liegen gleichsam als Abhängigkeiten des letzteren die kleinen Massen des Rametten- und Gamskarlkerns; Sonnblick- und Hochalmkern bleiben oberflächlich durch Schieferhülle voneinander getrennt; in die Hochalmmasse dringen von S her Keile der Schieferhülle ein, so daß im SW-Teile des Massivs zwei stumpfe, gegen S blickende Zungen von Gneis vorhanden sind, die Rametten- und Gamskarlmasse, welche aber im N eine mit dem Hochalmmassiv zusammenhängende Masse bilden; es sind Abfaltungen vom Hochalmkern. In dem Hochalmkern<sup>153</sup> findet eine mächtige Entfaltung von Zentralgneis statt. Das Hochalmmassiv ist nicht einheitlich, sondern besteht „aus verschiedenen, wahrscheinlich durch Differenzierung aus einem Stammagma hervorgegangenen Varietäten“.

Als solche erwähnt BECKE Granitgneis, Forellengneis, Syenitgneis, Tonalitgneis, porphyrtigen Granitporphyr; wie vielfach in den andern Kernen sind auch hier basische Ausscheidungen dioritischer oder lamprophyrischer Zusammensetzung ausgebildet; die äußersten Lagen des Gneises haben, wie auch vielfach in den andern Kernen, aplitische Zusammensetzung, an andern ist ein Wechsel von hellen aplitischen und dunklen basischen Lagen (sog. Hornblendegneise) vorhanden. — Die Schieferhülle hat dieselbe Gliederung wie am Tauernwestende; der Marmor der unteren Schieferhülle heißt hier Angertalmarmor oder Silbereckmarmor (= Tuxer Marmor). Auch die Tektonik ist dieselbe; es gibt auch hier Gneise in der Schieferhülle, früher als Intrusivlager, jetzt als Abfaltung oder Abschuppung aufgefaßt. — Wie im Sonnblick, so ist auch im Hochalmkern das Streichen NW gerichtet; daher folgt die Grenze von Schieferhülle und Gneis der Mölltallinie; an der Nase zwischen Möll- und Liesertal biegt sich das Streichen der Schieferhülle gegen O, um sich im Liesertal gegen NO zu richten. Im S bzw. SW oder SO von der Schieferhülle folgt das aus Glimmerschiefer und Gneis bestehende Gebirge, die Fortsetzung des Gebirges der Schober-Kreuzeckgruppe (S. 112). Ob allerdings eine Äquivalenz des Gebirges außer der Schieferhülle um den Südsporn der Hochalmmasse vorhanden ist, kann noch bezweifelt werden, denn das kristalline Gebirge der Niederen Tauern und der Bundschuhmasse ist wohl nicht gleichzusetzen dem kristallinen Gebirge südlich der Tauern, das durch Kalkzüge ausgezeichnet ist (S. 113).

Auf den Kalkglimmerschiefern der nördlichen Schieferhülle liegen die Arler Kalkphyllite (S. 51) und die Klammkalke, welche, sich wie Stirnen in den Untergrund einbohrend, in Verband mit den Klammsschiefern (petrograph. = Arler Kalkphyllit) stehen; das Liegende der Klammkalke ist ein Quarzit-Serizitschieferhorizont, der, stellenweise viele Gerölle von Granit, Diorit, Porphyr usw. enthaltend,

dadurch sehr ähnlich manchem Verrukano wird; es finden sich auch grüne Schiefer und Porphyroide. Die Verbindung der beiden Serien ist unklar. — Im Zentralgneis schwimmen mehrere Schollen, von welchen die 200—1000 m mächtige Silbereckscholle (untere Schieferhülle), bestehend aus

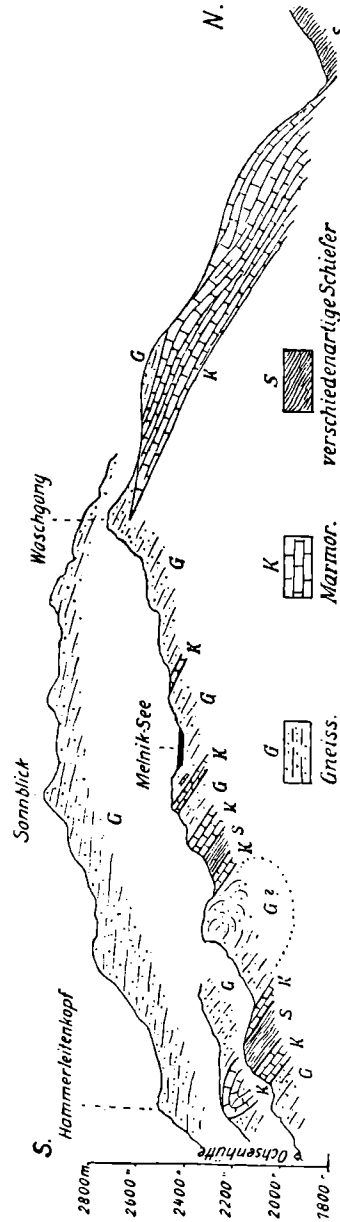


Fig. 15. Profil im östlichen Hochalmspitzgebiet, Silbereckscholle; nach Becke, Geolog. Rundschau III, S. 534.

Marmor, Quarzit, Glimmerschiefer, Phyllit usw., die größte ist; daß die Silbereckscholle ein von untenher in den Zentralgneis eindringender Lappen oder ein Fenster im Zentralgneis ist, wird vermutet. (Fig. 15.)

Die Mächtigkeit der Silbereckscholle nimmt nach unten zu. Die Profile geben ein solches Bild, daß sich der Vergleich mit dem Kriekar nicht unterdrücken läßt; wie dort, so legt sich wohl auch bei der Silbereckscholle der Gneis in Form von liegenden Falten (S. 101) über die Schieferhülle; so ist vielleicht die Silbereckscholle als Synklinalcharnier aufzufassen. — Im Melnikar liegt in einer kleinen Marmorscholle ein Gang von stark gefaltetem Aplitgneis, der die Marmorbänke quer durchsetzt. Man kommt, wie BECKE sagt, zur Alternative, entweder bei der Annahme des mesozoischen Alters der Marmore der unteren Schieferhülle die Intrusion für postmesozoisch oder den Zentralgneis und den Silbereckmarmor für alt zu halten. Im Sinne aller Erfahrungen über das Verhältnis von unterer Schieferhülle und Zentralgneis ist die Erklärungsmöglichkeit eines mechanischen Kontaktes von Aplit und Marmor heranzuziehen.

Über der Silbereckscholle, von W nach O immer mehr an Mächtigkeit gewinnend, liegt Zentralgneis, BECKES Mureckgneis; mit dem Streichen des Massivs schwenkt auch der Mureckgneis um; in den äußeren Teilen bilden sich basische Randzonen aus und zwar ein bunter schlieriger Wechsel von hellen und dunklen Gesteinsarten. Die Schieferhülle zeigt wie überall eine Zweiteilung; der untere Teil wird durch die Silbereckscholle repräsentiert; der obere Teil besteht aus Kalkglimmerschiefer und Grünschiefern; starke Faltung, die bis zu isoklinaler Stellung fortgeschritten ist, bedingt die große Breite der oberen Schieferhülle zwischen Gastein, Arltal und Murwinkel. Darauf folgen dann die Arler Kalkphyllite usw. (S. 51) und das Mesozoikum der Radstädter Tauern.

Die Radstädter Tauern<sup>154</sup> zeigen eine größere Verbreitung von mylonitischen Bildungen, von denen außer der Schwarzeckbreccie bes. die Rauchwacken hervorzuheben sind (S. 52).

Überall sind (nach UHLIG) durch eine tektonische Kluft von Mesozoikum die Quarzite und Serizitschiefer getrennt, welche mit den Gneisen in der Unterlage und im Hangenden der „Radstädter Tauerngebilde“ eine tektonische Einheit bilden; auch zwischen die tektonischen Elemente des Mesozoikums (Teildecken) schieben sich Quarzite ein. — Nach UHLIG ist die Lagerungs-

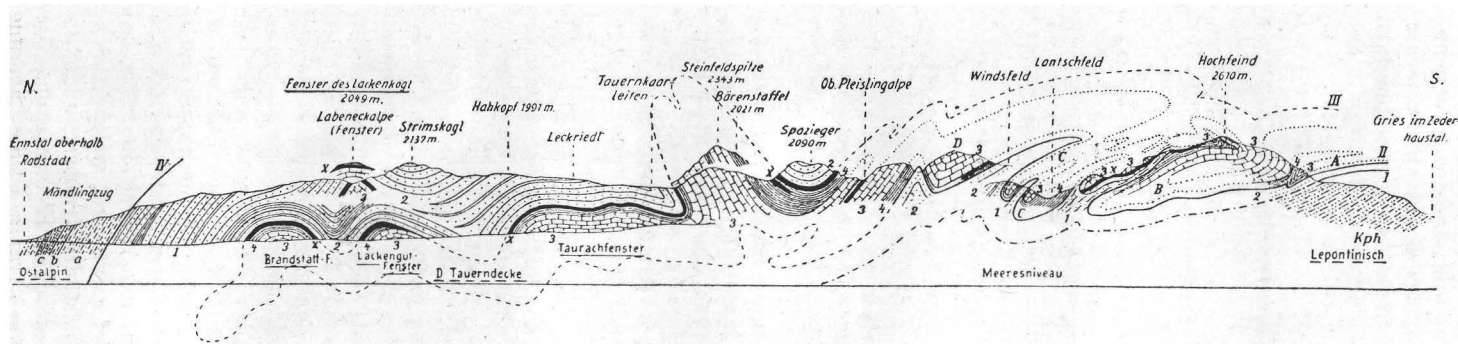


Fig. 16. Vereinfachtes Profil durch das Tauerndeckensystem von Gries im Zederhaustal bis ins Ennstal bei Radstadt, nach UHLIG und KOBER, Geol. Rundschau III, S. 525.

Lepontinisch: Kph Kalkphyllit; Tauerndeckensystem: 1 Schieferiger Gneis, 2 Serizitquarzit u. -schiefer, 3 Diploporendolomit, 4 Pyritschiefer u. Juramarmor, X Rauhwacke (u. Reibungbreccie). Ostalpin: a Pinzgauer Phyllit, b dunkle kieselige Schiefer, c Brecciendolomit. I—IV Anormale Kontakte: I Lepontinisch u. Tauerndecken, II zw. Kalk-Dolomitserie u. Gneis-Quarzitstein i. Liegenden, III zw. Kalk-Dolomitserie u. Gneis-Quarzitserie i. Hangenden, IV zw. Tauerndecken u. ostalpinen „Grauwackenzone“. A—D Teildecken: A Speiereck, B Hochfeind, C Lantschfeld, D Tauern.

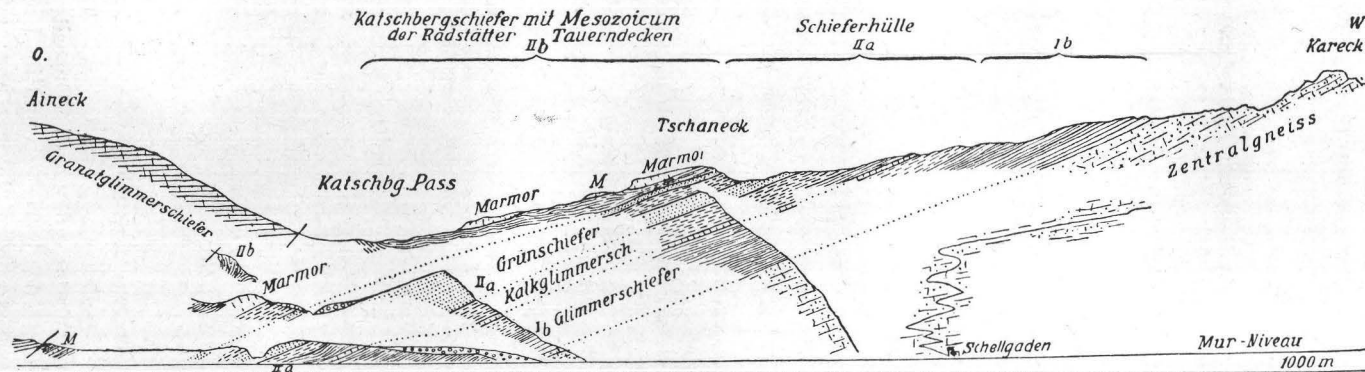


Fig. 16a. Profil des Katschberges in der Richtung O—W, nach F. ВЕСКЕ, Geol. Rundschau III, S. 529.

form der mesozoischen Gesteine der Radstädter Tauern die von Decken; die Gesamtheit der Radstädter Decken liegt auf der gegen N und O verflachenden Schieferhülle; auf dieser liegt zuerst mit anomalem Kontakt Gneis und Quarzit, dann folgen, wieder mit anomalem Kontakte, die Decken des Radstädter Mesozoikums; überall ist der anomale Kontakt durch Rauchwacken bezeichnet. (Siehe Fig. 16.)

Im Tauerntal bei Obertauern liegt die Radstädter Quarzit-Gneisdecke (= Schladminger Deckenmasse) auf zentralalpinem Mesozoikum der Tauerndecke (im engeren Sinne), welche bei Untertauern eine deutliche, von überschobenem Quarzit umhüllte Stirnwölbung bildet. Die überschobenen Gneise sind außerordentlich entstellt, Diaphthorite. Nach UHLIG ist das Grundgesetz der Tektonik der Radstädter Tauern ein vorwiegendes N- bis NO-Fallen von Schichtpaketen. Das Schema der Tektonik ist derartig, daß die Diploporendolomite die Kerne eines Faltenbaues darstellen, an welchem, scheinbar als die jüngsten Glieder, die Quarzite teilnehmen, vom Mesozoikum getrennt durch Mylonitzonen (Rauchwacke); auch unter dem Mesozoikum liegt Quarzit, der sich mit dem Quarzit über dem Mesozoikum im Gurpertscheckzuge vereint, so daß beide wie ein gemeinsam bewegtes System aussehen. — UHLIG hat mehrere Teildecken des Mesozoikums unterschieden, deren Teilung nicht weit gegen die Wurzel zurückreicht; es handelt sich also mehr um kurze Ditigationen als um Teildecken (Speiereck-, Hochfeind-, Lantschfeld-, Tauerndecke). Der Hauptausbreitung des Tauerndeckensystems liegen auf der Innenseite noch einzelne Kalk- und Dolomitschollen vor, z. B. das Weißeck.

In der Fortsetzung gegen W erhebt sich die Unterlage des Radstädter Mesozoikums, die Schieferhülle, womit eine starke Verschmälerung des Tauerndeckensystems verbunden ist, welches dem Anschluß an Krimml (S. 102) zustrebt. — Gegen S zu beschreibt das Tauerndeckensystem um das Hochalmmassiv herum einen Bogen; bei dieser Beugung aus O-W bis N-S werden sowohl die Kalkphyllite als auch das Tauerndeckensystem immer schmaler. Es verwindet das Tauerndeckensystem sowie das Schladminger Massiv unter den Granatenglimmerschiefern der Lungau; die höchsten Falten des Tauerndeckensystems tauchen zuerst unter, und nur die tiefste Falte der Speiereckfalte erreicht das Murtal bei St. Michael; eine schmale Zone zieht weiter zum Katschbergprofil, in welchem sie im Verein mit der Schieferhülle nur einen Streifen von etwa 4 km Breite bildet (Fig. 16 a).

Im Katschbergprofil erscheinen die Gneise, die obere Schieferhülle; dann die Katschbergschiefer, welche früher als Phyllite oder Tonglimmerschiefer kartiert wurden; jetzt werden sie als Diaphthorite, als Äquivalente der Gneise im Hangenden des Tauerndeckensystems aufgefaßt; ein anomaler Kontakt trennt die Schieferhülle von den Katschbergschiefern und diese von Schuppen und Fetzen von Radstädter Mesozoikum und dieses von den darüberliegenden Katschbergschiefern und diese wieder von den Glimmerschiefern der Bundschuhmasse (Aineck). — Dieselbe tektonische Stellung von Gneis, Schieferhülle, Katschbergschiefer, Glimmerschiefer läßt sich vom Katschberg gegen S verfolgen; die Oberfläche des Gneises ist uneben. Das Ganze strebt nach S und schlingt sich wahrscheinlich um den Gneis herum.

Nach dem modernen, durch die Deckentheorie geschaffenen Standpunkt ist das System Gneis-Schieferhülle eine Serie mit ausgesprochener Bewegungstendenz gegen N; es sind Tauchdecken von Gneis (Simplontektonik) vorhanden, von welchen der Sonnblickkern wahrscheinlich die höchste tektonische Position hat. Es wird aber aus dem Bau der Tauern der Deckenbau nicht mit unbedingter Sicherheit klar; SANDER hat besonders betont, daß es die vitalste Frage der Deckentheorie in den Zentralalpen ist, ob die Schieferhülle im N der Kerne nach unten offen ist oder nicht; denn damit steht oder fällt der Deckenbau; es ist eine Lebensfrage für die Deckentheorie, ob der nördlich von den Tauern folgende Quarzphyllit (nach den bisherigen Übersichten ostalpin) auf der Tauernhülle liegt oder nicht; gegen die bisherige Gliederung in Ostalpin und Lepontin spricht neben anderem (S. 54) bes. der Umstand, daß das Tarntaler Mesozoikum auf bisher als ostalpin betrachtetem Quarzphyllit liegt. Deutlich ist in den Tauern an vielen Stellen die Bewegungstendenz gegen N. Für den Deckenbau spricht auch die Serienwiederholung, die stratigraphisch zu Parallelisierendes öfters übereinander bringt. — Faßt man die



Zentralgneise als Tauchdecken, dann ist für sie in ihrem südlichsten Teile die Wurzel gegeben; auch für die Schieferhülle ergibt sich dann eine Wurzel südlich der Kerne. Doch ist das nicht so einfach.

Die Deckentheorie legt südlich von der Schieferhülle in die Zone Sprechenstein-Wind, Matri-Kals-Makernispitze usw. die Wurzel des Tauerndeckensystems oder den Abstieg desselben zur Wurzel. Durch SANDERS Nachweise (Tfl. II. Fig. 2) ist die Stellung dieser Zone als Wurzel fraglich geworden; denn am Tauernwestende liegt — im Gegensatz zum Ostende — die Tauernhülle auf den „ostalpinen“ Maulser Gneisen, welche mit den Zentralgneisen zu vergleichen sind; zwischen den Gneisen liegt eine Synklinale, nicht eine Wurzel. Im Tauernostende wurde die Tektonik durch die trotz ihrer Komplikation einfachen Riesenfalten erklärt; am Tauernwestende herrscht ein viel komplizierterer, durch Differenzialbewegungen geschaffener Deformationstypus (Zertrümmerungsflächen mit Tarntaler Dolomit in der Schieferhülle des Tuxer Gebiets). Die Lagerung ist nicht durch einfache, aus regelmäßigen Wurzeln abgeleitete Decken erklärbar; das zeigt der Greiner Zug, welcher nach SANDER aus Tauchdecken der Zillertaler und Wurzeln der Tuxer Schieferhülle besteht; die letztere besteht aus Tauchdecken und gibt wieder Teildecken nach N ab.

Mit diesen Feststellungen ist klargestellt, daß sich auch der Begriff Decke verschiebt; mit den einfachen, aus liegenden Falten abgeleiteten Decken ist die Tektonik der Tauern nicht zu erklären, sondern es liegt nach SANDER hier ein scheinbar regelloser und komplizierter, auf Scherflächen sich aufbauender, aber in seiner Größe mechanisch viel einfacher zu erklärender Apparat vor, der aus kleinen Bewegungen sich zusammensetzt und große Lagerungsstörungen beinhaltet. — SANDER hat gezeigt, daß am Tauernwestende die Faltungs- und Streckungsachsen gegen W geneigt sind und daß gegen W höhere Decken gleichen Materials über den tieferen liegen. Auch am Tauernostende läßt sich eine solche Regel, aber im umgekehrten Sinne, aufstellen.

Für die tektonischen Beziehungen von Schieferhülle und Ötztal-Stubai Kristallin sind die stratigraphischen Verhältnisse (S. 52) von Bedeutung. Die tektonische Stellung der Ötzmasse zu den Tauern ist eine offene Frage; nach SANDER<sup>155</sup> ist es möglich, daß zwischen dem Westende der Tauerngneise und dem autochthonen Ötztal-Stubai Kristallin eine von stratigraphischen Äquivalenten der unteren Schieferhülle liegt, „welche zwischen dem Ötztaler Autochthon (sich demselben gleichschichtend) und der Hülle der Gneise (dieselbe tektonisch vervielfachend) vorbeigefahren wäre“. Die Steinacher Überschiebung, der Tribulaun (S. 102) sind Decken; die basal mit dem Stubai Kristallin verfalteten Kalkkögel sind wohl relativ autochthon.

Am Tauernwestende ist der Fenstercharakter nicht klar erschlossen, und eine Erklärung im Sinne der Deckentheorie ist nur durch Interpolation von Hypothesen möglich, welche das Hinübertreten von „leptinischen“ Tauerngesteinen über den „ostalpinen“ Rahmen erklären. Das Tauernostende fügt sich besser den Anforderungen der Theorie; doch ist die Umhüllung des Tauerndeckensystems durch die Quarzite (S. 107) durch eine gewaltige Verfaltung von Ostalpin und Lepontin erklärt worden<sup>156</sup>; außer mechanischen Bedenken lassen sich stratigraphische Einwände finden (z. B. in der Stellung der Quarzite). Nach dieser Verfaltungshypothese liegt die Hauptbewegungsfläche zwischen Quarzit und Mesozoikum; SANDER macht darauf aufmerksam, daß am Tauernwestende kleine Abfaltungen der unteren Schieferhülle eine Umhüllung durch Quarzit und Quarzphyllit zeigen — das ist das Verhältnis der Radstädter Tauern im kleinen —, aber dazwischen liegt keine Grenze von Ostalpin und Lepontin. SANDER sagt: „Es ist stratigraphisch nicht unmöglich, daß die auf den Tauerndecken liegenden (weder ostalpinen noch leptinischen, sondern in beiderlei Gebieten vertretenen) Quarzite und Grauwacken nicht ... südlich von der leptinischen Wurzel entspringen, sondern irgendwo weiter nördlich sich als Teildecken über die Tauerndolomite zu legen beginnen.“ — Bei den Radstädter Tauern ist die Schlußumbiegung (Fig. 16) nicht zu sehen, es ist daher eine nach unten offene Decke ebenso möglich; das ergäbe eine Annäherung an die Tektonik des Tauernwestendes.

Die Tauern werden von der Deckentheorie als ein leptinisches Fenster mit ostalpinen Umrahmung angesehen. Für sehr große Strecken kann ein Fenstercharakter nicht erwiesen werden, sondern die gesamten Hohen Tauern zeigen vielmehr den Charakter einer ungemein kompliziert gebauten Synklijalregion. Besonders ist am Nordrand, wo ja das Ostalpine überschoben sein soll, ein enger Zusammenhang mit Tauerngesteinen vorhanden (z. B. Pongau usw.); am Tauernwestende herrschen ganz abnorme, mit der Deckentheorie nicht vereinbare Verhältnisse, im S findet nur teilweise ein Untersinken der Tauerngesteine statt; nur im Osten scheinen sich die Verhältnisse im Sinne TERMIERS erklären zu lassen. Bei

der Fenstertheorie ist aber immer sehr wohl zu bedenken, daß die Teilstücke des Rahmens sich nicht ohne weiteres parallelisieren lassen. — Der Fenstercharakter der Hohen Tauern ist daher nicht nachzuweisen.

Das Schiefergebirge im N der Tauern ist nach der Deckentheorie ostalpin; es ist aber nicht scharf von den Tauerngesteinen zu trennen (S. 54). Die Quarzphyllite von Innsbruck sind z. T. schwer von den Tauern zu trennen und hängen mit dem Ötzmassiv zusammen. Im Innsbrucker Quarzphyllit kommen Typen der Schieferhülle vor, welche in noch unklarer Weise, wie es scheint, hauptsächlich basal eingeschaltet und von Hochkristallin bedeckt sind. Über den Bau der Quarzphyllitzone ist nichts Genaueres bekannt. Die NO-Ecke des zwischen Ziller- und Wipptal liegenden Gebiets zeigt außer dem Schwazer Gneis (Kellerjoch) noch Wildschönauer Schiefer, die Schwazer Dolomite (S. 47). Dadurch, daß diese Gesteine bei Schwaz schieflig in das Inntal austreichen, wird bewirkt, daß sie westlich von Schwaz nicht mehr auftreten.

Das Gebiet des Kellerjochs ist das Westende der nördlichen Grauwackenzone. Die Unterlage bildet der Gneis des Kellerjochs<sup>157</sup>, der wahrscheinlich ein gepreßter Granitporphyr ist (Augengneismylonit); er steht in derselben tektonischen Position wie in den Kitzbühler Alpen; er tritt immer „als ein der Schieferung des Nebengesteins wie dessen Einschaltungen paralleles Lager auf, und zwar entweder an der Grenze von Wildschönauer Schiefer und Quarzphyllit oder nahe der Grenze und dann im Quarzphyllit“. Nördlich vom Gneis liegen die Wildschönauer Schiefer, an deren Grenze gegen den Schwazer Kalk ein Streifen von Quarzporphyrituff liegt. — Der südliche Abschnitt der westlichen Kitzbühler Alpen besteht aus Quarzphyllit, der Fortsetzung des Tuxer Quarzphyllits, ausgezeichnet durch steile Aufrichtung, hohe Faltung; in einzelnen Teilen des Gebiets liegen auf den Phylliten höher kristalline Gesteine, die Steinkogelschiefer, zwischen welche und den liegenden Phyllit nicht überall Muskowitgneis tritt. Nördlich von der Quarzphyllitzone breiten sich Wildschönauer Schiefer und nördlich davon Quarzphyllite aus; dazwischen ist wieder der Gneis vorhanden. — In der Umgebung von Schwaz liegt der durch seine Erzführung berühmte Schwazer Dolomit. Östlich davon greift Trias auf das rechte Innufer über (S. 70). Es ist hier nicht nur ein sehr komplizierter Bau vorhanden, sondern auch stratigraphische Schwierigkeiten.

Schuppenbau scheint am ehesten die Tektonik zu lösen. Es sind da in der Gegend von Brixlegg westlich vom Zillertal von S nach N übereinander (allerdings bei der z. T. überstürzten Lagerung z. T. untereinander) Wildschönauer Schiefer (S. Fallen), Schwazer Dolomit, ein Streifen roter Sandsteine und Muschelkalk, zwei Schollen von Ramsaudolomit, zwischen welche sich von W her eine kompliziert gebaute Mulde, bestehend aus Schwazer Dolomit, rotem Sandstein, Rauchwacke, Muschelkalk, Partnachschichten<sup>158</sup> schiebt. In der Zone der Schwazer Dolomite treten rote Schiefer und Sandsteine auf; dieses Verhältnis ist tektonisch zu deuten, und man kann nicht auf syngenetischen Verband und ein permisches Alter des Schwazer Dolomits schließen.

Das Profil von Brixlegg läßt sich gegen O weiter verfolgen; im Profil Kelchsau-Wörgl liegen übereinander Phyllite mit Serpentin und Gabbro, tonige Phyllite, bunte Kalke und Kalkschiefer (in derselben Stellung wie die Schwazer Dolomite), Trias. An der Hohen Salve liegt über den Wildschönauer Schiefern z. T. Kalk, z. T. eine Breccie, welche in den roten Sandstein an der Basis der Kalkalpen Übergänge zeigt; rote Schiefer (Trias?) gibt es an der Basis des Schwazer Kalkes in der Pillerseegegend. — Weit getrennt von den nördlichen Kalkalpen liegt am Gaisberg in Tirol auf Wildschönauer Schiefern Trias<sup>158a</sup> (Tabelle S. 45). — Bei Kitzbühel ist Silur-Devon (S. 47) entwickelt<sup>159</sup>. Buntsandstein greift über verschiedene Glieder der silurischen Schichtreihe über. In der Unterlage der altpaläozoischen Kalke und Schiefer treten auf: als Hangendes ein Komplex von Tonschiefern, serizitischen Schiefern mit Diabas und Eisendolomiten, dann Serizitgrauwacken (= metamor-

pher Quarzporphyrit = Blasseneckgneis), als Liegendes Grauwackenschiefer (Wildschönauer Schiefer.) Es ist hier also ein ähnlicher Schichtbestand vorhanden wie in der obersteirischen Grauwackenzone (S. 48). — Die Fortsetzung der Kitzbühler Gesteine ist erst aus der Gegend von Dienten genauer bekannt, wo Silur nachgewiesen ist; südlich vom Altpaläozoikum liegen mannigfache Schiefer, die Fortsetzung der Quarzphyllite der Kitzbühler Alpen oder der Wildschönauer Schiefer oder beider. Von Dienten gegen O scheint das Silur nicht mehr weiter zu streichen, sondern nur mehr die liegenden Schiefer, die sog. Pinzgauer Phyllite sind vorhanden; es sind da zwischen Dienten und den Gesteinen der Tauern vorhanden Quarzite, Kalke, Graphitschiefer, Grauwacken, Magnesit usw.; im Grenzgebiete des Schiefergebirges mit dem System der Klammkalke tritt eine solche Vermengung ein, daß man an Verfaltung denken könnte.

Die Pinzgauer Phyllite ziehen über das Salzachtal in der Gegend von St. Johann im Pongau gegen O. In sie ist der Mandlingzug eingespießt, welcher, einen Span ostalpiner Trias darstellend und vom Dachstein sich abtrennend, die Pinzgauer Phyllite mitten durchreißt. Im Gebiete des Mandlingzugs tritt das sog. Eozän von Radstadt auf, d. s. oligozäne oder miozäne Konglomerate mit nummulitenführenden Sandstein- bzw. Kalkgeröllen. Als zusammenhängendes Band setzt der Mandlingzug bei Altenmarkt-Flachau ein, getrennt vom Dachstein durch eine breite Masse von Phylliten, welche sich nach O zu immer mehr verschmälert, bis der Mandlingzug die Kalkzone erreicht und unter ihr verschwindet. Die Lagerung ist derart, daß auf dem Schladminger Massiv Pinzgauer Phyllite, darüber mit steilem Nordfallen der Mandlingzug und dann wieder Pinzgauer Phyllite liegen. Weiter im W werden zum Mandlingzug die kleinen Triasvorkommen von Lend, Schwarzach-St. Veit gerechnet. Im Sinne der Deckentheorie ist der Mandlingzug als ein gewaltiger Schubspan anzusehen<sup>160</sup>.

Das Gebirge im S der Tauern steht den Tauern nicht ganz fremd gegenüber; bereits TELLER hat die Gneise nördlich des Brixener Massivs mit bestimmten Zentralgneisen verglichen, und früher (S. 101) wurden die Maulser Gneise in derselben Weise angesehen. Östlich von Pfunders stellt sich die Grenze von Schieferhülle und Gneis im Süden senkrecht, und weiter östlich herrscht konstantes Südfallen, was hier wohl nur durch Bewegung nach N zu erklären ist. — Es sind die „alten Gneise“ (S. 101) der Gneisphyllitgruppe STACHES einzureihen; es sind im wesentlichen feldspatführende Gesteine, gegen welche die Glimmerschiefer zurücktreten. Diese Schiefergneise usw. (= Phyllitgneis des Ortler) grenzen längs einer Störungslinie an die Pustertaler Phyllite. Den Kern der Schiefergneise bildet die mächtige Antholzer Granitgneismasse; das Gestein enthält basische Konkretionen, auch Aplite, und ist im Zentrum grobkörnig, in den Randzonen feiner körnig und deutlich schieferig; der Granitgneis liegt an dem Südrande mit schwachem Nordfallen auf den Schiefergneisen, welche sich auch an dem Nordrande, aber mit steilem Fallen anschließen; das Gestein ist vielfach dem Zentralgneise sehr ähnlich. Die Schiefergneise mit ihren Einlagerungen von Quarziten, Kalken, Amphiboliten zeigen ein wechselndes Aussehen; in der Nähe des Granitgneises sind sie deutlicher kristallinisch. Die „alten Gneise“, in welchen auch der Rieserferner-Tonalit steckt, bilden einen Fächer, dessen Achse in der Richtung Strickberg-Toblacher Pfannhorn-Sambock verläuft, südlich davon herrscht Nord-, nördlich davon Südfallen. Nördlich von der Trias des Drauzuges (S. 122) und südlich davon Gneise liegt ein ein förmiges Schiefergebirge, das aus Quarzphyllit besteht<sup>161</sup>.

Dieser zieht aus der Breite von Lienz in großer Breite bis zum Turntaler, in der Gegend von Innichen aber ist nurmehr ein schmaler Zug vorhanden, der im Streichen gegen W bald auskeilt. Wo dieser „Turntaler Quarzphyllit“ mit der Drauzugtrias in Berührung kommt, ist er mit ihr parallel gefaltet; er liegt über der Trias und fällt gegen

N und auch unter die „alten Gneise“; der Kontakt Gneis-Quarzphyllit ist ein tektonischer, weil die Gneise z. T. die Phyllite im Streichen abschneiden.

Der Stock der Riesenerferner<sup>162</sup> besteht aus Tonalit, der 37 km lang und 3–4 km breit ist und dem Kreuzberg und Brixener Massiv zur Seite zu stellen ist (Fig. 17). Zwischen Tauferers und Deffereggens sind zwei Tonalitkerne vorhanden, von welchen der östliche (Rieserkern) im Hochgall kulminiert und mit dem westlichen Reinwaldkern durch einen schmalen Hals zusammenhängt. Schiefergneis umhüllt konkordant den Tonalit; die Schiefergneise entziehen sich dem Faltenwurf der Tauern, um sich der Flanke des Tonalits anzuschmiegen; es liegt also eine zum größten Teil zerstörte Antiklinale vor; in deren westlicher Fortsetzung jenseits des Tauferer Tals ist die Wölbung noch vorhanden (Mühlwalder Antiklinale), der Tonalit aber zeigt sich nicht mehr. Z. T. überwölbt die Schieferhülle den Tonalit noch fast vollständig. — Aus der Riesenerfernergruppe setzt sich der Tonalit in das oberste Deffereggens, über Erlsbach, St. Jacob usw. fort und keilt im Kleinitzgraben aus; der Tonalitkern verjüngt sich in seinem Ostende zu einem Lager mit aufgeschlossenem Boden. (Fig. 17.)

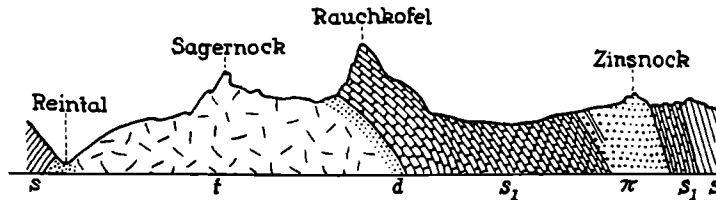


Fig. 17. Profil durch Riesenerferner und Zinsnock, nach Löwl, Petermanns Mittel. 1893.

t = Tonalit; d = Randtonalit; s = Schiefer; s<sub>1</sub> = Schiefer mit häufigen Pegmatitintrusionen; π = Pegmatitmasse des Zinsnock.

Der Tonalit unterscheidet sich in Habitus und chemischer Zusammensetzung von den Zentralgneisen. In Radialgängen und Lagergängen und in der Kontaktmetamorphose der „Schieferhülle“ liegt der Beweis für die intrusive Natur des Tonalites. Von großer Bedeutung für die Deutung der Porphyrite (S. 130) ist der Nachweis von Tonalitgängen bei St. Johann im Iseltal, das am Salband deutlich porphyrische Struktur hat. — Vom Rieserferner-Tonalit gehen Gänge aus, welche z. T. aus Randtonalit, z. T. aus Pegmatit bestehen; Pegmatite sind bes. im S vorhanden (z. B. Staller Sattel). Eine Verknüpfung von Intrusivgestein und Pegmatit ist in dem südlich vom Rieserferner liegenden Stock des Zinsnock vorhanden, der, aus Pegmatit und Quarzglimmerdiorit bestehend, dem Schiefermantel des Reinwaldkerns eingeschaltet ist; auch sein Boden ist aufgeschlossen. Mit den Tonaliten (S. 130) sind zum Teil wenigstens die Porphyrite in kausalen Zusammenhang zu bringen. Porphyrite sind in größerer Anzahl aus dem Gebirge südlich vom Iseltal, dann von Lienz bekannt<sup>163</sup> (dunkle quarzarme Porphyrite, Quarzglimmerporphyrite); im Pustertaler Phyllit sind zahlreiche Gänge (Töllite, Vintlite usw.) vorhanden; ein Porphyrit steckt im Triaskalk von Bruneck, in Sarntal aber gibt es jungpaläozoische Gänge. Daraus geht die Notwendigkeit einer besonderen Vorsicht bei der Altersfrage sehr wohl hervor.

Besonders bemerkenswert ist das Schiefergebirge zwischen Virgen und Pustertal durch das Auftreten von schmalen Zügen sicher mesozoischer Gesteine<sup>164</sup>, welche in eine gewisse Parallele mit der Trias von Mauls und vom Penserjoch gebracht werden kann. In Innervillgraten liegt eine Klippe in 2,5 km langem Zug, in der Hauptmasse ein dunkler Dolomit und helle Bänderkalke; das Ganze unterscheidet sich sehr von den Marmoren der „alten Gneise“, in welchen die Scholle mit NW—O—W-Streichen steckt; es folgt die Tektonik der Kalksteiner Trias den alten Gneisen, in welche sie isoklinal eingefaltet ist; gegen W keilt die Trias aus, im O schneidet sie an einem scharfen Querbruch ab. — Ein breiter Wall von kristallinen Schiefen trennt die Trias von Villgraten von den Lienzer Dolomiten und deren Fortsetzung (S. 122).

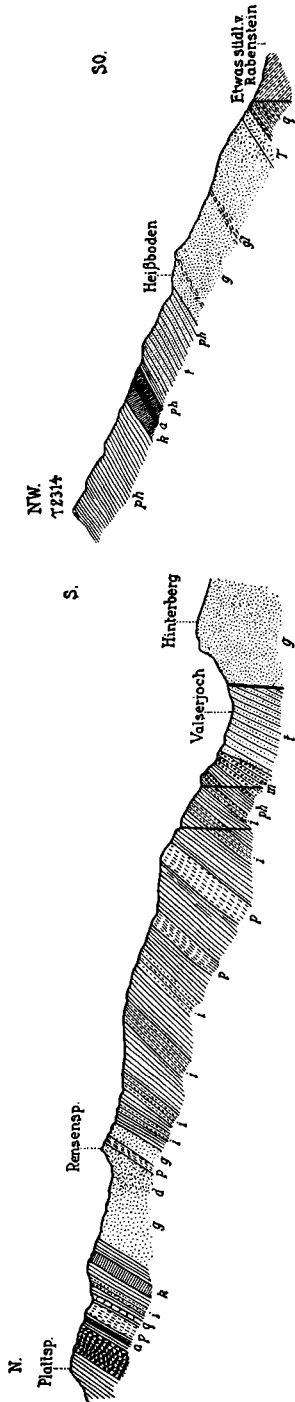


Fig. 18. Profile aus dem Gebiete des Brixener Granites, nach Br. SANDER, Jb. 1906.  
 a = Amphibolit. g = Phyllitgneis. i = Tonalitgneis. d = Diorit. p = Pegmatit u. Pegmatitgneis. q = Quarz. a = Applit. i = stark intrudierte Phyllitgneis. ph = Phyllitgneis. t = Granit. k = Kalk. qu = Quarzphyllit. T = Zone mehrfeiner Zerreibsel.

Südlich von der nordalpinen Fazies des Drauzuges liegt das Karnische Gebirge, welches wie alles südlich der Lienzer Dolomiten usw. Liegende als „dinarisch“ von den „Alpiden“ abgetrennt wird. Obwohl dieses Gebiet z. T. bereits außer dem Rahmen dieser Erörterungen liegt, sei es im folgenden kurz gestreift (dazu S.130). Das Brixener Massiv<sup>165</sup>, die Fortsetzung des Kreuzberges (S. 99), liegt an der „alpinodinarischen“ Grenze; die bemerkenswerte Stellung dieses Tonalit- oder Granitmassivs wird bes. hervorgehoben, daß es zwischen Meran und Pens im S, zwischen Pens und Bruneck im N von einer Störungslinie (Bruch) durchrissen wird; an den anderen Grenzen herrscht normaler Kontakt. An der Nordseite kommen Phyllitgneise, auf der Südseite der „südalpine“ Quarzphyllit in Berührung mit dem Tonalit. Über dem Phyllitgneis liegt der sogenannte Maulser Verrukano (S. 52) und dann erst der typische Verrukano und die Maulser Trias. Die Trias von Mauls (Tfl.II.Fig.2b) ist wahrscheinlich die Fortsetzung der Trias der Lienzer Dolomiten. Triasvorkommen finden sich noch nördlich vom Penserjoch und am Weißhorn bei Pens, vielfach ähnlich der Semmeringtrias. Im Sinne der Deckentheorie sind diese Vorkommen die Wurzeln der Kalkalpen. — Am Nordrande des Brixener Massivs findet ein Ineingreifen von phyllitischen Gesteinen, Gneisen und Pegmatitgneisen statt, es handelt sich um Aufblätterung sedimentärer Komplexe durch Intrusivmassen. Das Brixener Massiv liegt auf einer großen Störungslinie; bei Meran stoßen der Quarzporphyr bezw. der Grödner Sandstein der Südalpen und der Granit unmittelbar aufeinander, ohne daß sich die geringste Beziehung zwischen beiden findet; dazwischen liegt eine Zone gewaltiger Zertrümmerung; es ist die Fortsetzung der Judikarielinie. Von Pens bis Franzensfeste bildet der Bruch nicht mehr den Südrand; am Südrand ist ein kupelartiges konkordantes Dach der Quarzphyllite vorhanden, an welchem Kontaktwirkungen zu erkennen sind; weiter im Osten streichen die Quarzphyllite gegen das Massiv aus. — N. von Weißbach sind am Nordkontakt Verhältnisse vorhanden, welche durch eine Schub von N her erklärt worden sind; die mesozoischen Einfaltungen, der Trias von Mauls entsprechend, liegen nördlich von Weißbach in Synklinen, gegen N fallend; bei Mauls liegt die Trias, durch Zertrümmerungsflächen vom Intrusivkörper getrennt, in unmittelbarer Nähe desselben. Von Wichtigkeit ist, daß die Brixener Masse vorpermisch ist, wie Funde von Granit im Bozener Quarzporphyr in der Nähe des Massivs zeigen. — Südlich und östlich vom Brixener Massiv liegen Quarzphyllite, die Basis des Bozener Porphyrs. In diesem „karnisch-dinarischen“ Quarzphyllit, der zu den Schiefen der karnischen Kette in engen Beziehungen steht, liegt die Trias von Bruneck (S. 122). Jedenfalls ist die kristalline Zone des Gailtals sowie die Quarzphyllite ein integrierender Bestandteil der Zentralalpen.

Im Schiefergebirge südlich der Tauern herrscht in der Schobergruppe steile Auf- richtung, gegen das Mölltal zu steiles Südfallen, gegen das Drautal steiles Nord- fallen; es ist also scheinbar der Schiefer über die Trias von Dellach überschoben.

In der Kreuzeckgruppe herrscht NW—SO-Streichen und Aufbau von phyllitischen Schiefen, z. T. mit Granaten, und Zweiglimmerschiefer; in der Gegend des Kulminationspunktes, des Polinick, finden sich Andeutungen von gneisartigen Gesteinen und auch Aplite<sup>166</sup>. Bemerkenswert ist das Auftreten von Tonalitporphyriten (Gößnitztal, Gnoppitztal usw.). — Durch das gegen S vordringende Hochalm-massiv wird die Zone der Glimmerschiefer auf das Gebiet südlich von der Drau gedrängt.

Unter den Grödner Sandsteinen der Gailtaler Alpen liegen Phyllite, welche die Fortsetzung jener aus dem Pustertal herstreichenden südlichsten Zone der Zentralalpen sind; in diesen Phylliten liegen halbkristalline Kalke, dann auch Serizitschiefer, Chloritschiefer Diabasschiefer, Graphitschiefer. Diese Gesamtheit wurde der Quarzphyllitgruppe zugewiesen<sup>167</sup>; von ihnen werden Phyllite und Quarzite getrennt, welche z. T. diskordant über steilstehendem Phyllit liegen und als ein palaeozoischer Denudationsrest unbestimmten Alters anzusehen sind, vielleicht aber mit den Mauthener Schichten der Karnischen Alpen oder mit dem Unterkarbon von Nötsch zu vergleichen sind. — Die gesamten Phyllite liegen auf den nördlich davon befindlichen Glimmerschiefern.

Dem Gebiete im Süden der Tauern fehlen vielfach die Züge, welche einer Wurzel zugeschrieben werden; denn aus manchen Gebieten werden nach S vordringende Antiklinalen beschrieben; anderes stimmt besser, wie z. B. die Vergleichsmöglichkeit der Phyllite südlich der Drau mit der nordalpinen Grauwackenzone.

Die Gesteine der Tauern sinken gegen O unter die altkristallinen Gesteine unter; nach der Deckentheorie schließt sich das kristalline Gebirge im N, O und S der Tauern um deren Fenster herum zusammen. Auf den Radstädter Tauern bzw. über dem Katschbergprofil liegen Schladminger und Bundschuhmasse, mit welchen das Gebirge im Osten der Tauern beginnt.

Auf dem Mesozoikum der Radstädter Tauern liegen, durch eine Schubfläche getrennt, Quarzite, untrennbar verbunden mit den darüberfolgenden Gneisen; es wurzelt das Schladminger Massiv, wenigstens in seinem westlichen Teile nicht. Die Schladminger Masse<sup>168</sup> hat eine langgestreckte, elliptische Gestalt, deren größter Durchmesser nahezu ONO-Richtung hat; Gneise, z. T. mit granitischem Habitus, bauen die Masse auf und sind nach VACEK schwer von den Glimmerschiefern zu trennen, welche im N und S der Gneise vorhanden sind und sich um deren Ostende herum vereinigen und die Wölzer Tauern aufbauen. Das Streichen der Gneise ist NW—SO, das Fallen vorherrschend in NO gerichtet; mit den Gneisen sind Granite und Diorite eng verknüpft. — Die Wölzer Tauern<sup>169</sup> werden von Glimmerschiefern aufgebaut, welche sich über die antiklinal untertauchenden Gneise (Rötelkirchspitze) legen; Granatenglimmerschiefer nehmen die ganze Breite des Tauernkammes zwischen dem oberen Donnersbachwaldtal und Oberwölz ein; diese anfangs W—O streichenden Gesteine biegen im Meridian der Hohenwart ihr Streichen über NW in den Kamm der Seetaler Alpen ein. Zwischen der nach SO abschwenkenden Achse der Glimmerschiefer der Wölzer Tauern und den Gneisen und Graniten der Rottenmanner und Sekkauer Tauern liegen Schiefer mit Marmorzügen (z. B. Brettstein-Pusterwald-Judenburg-Obdach), welche an verschiedenen Stellen von Apliten oder Pegmatiten durchbrochen werden. Diese Marmore, Kalke fallen samt den Glimmerschiefern, denen sie scheinbar normal eingeschaltet sind, unter die Sekkauer Gneise ein. — Der gegen SO abgelenkte Hauptstamm der Glimmerschiefer der Niederen Tauern setzt in den Seetaler Alpen und in der Saualpe fort; in den Glimmerschiefern finden sich da Einlagerungen von hellen, halbkristallinen Kalken, Hornblendeschiefern, Eklogiten, Pegmatiten. Im Kammgebiet der Seetaler Alpen herrscht vielfach O—W-Streichen, während die Hauptstreichungsrichtung NNW ist. Wie auf der Außenseite des Bogens der Glimmerschiefer der Kalkzug Brettstein-Judenburg-Obdach, so liegt auch auf der Innenseite Kalk, in welchem bei Hüttenberg seit etwa 2000 Jahren epigenetischer Spateisenstein abgebaut wird; auch hier befinden sich im Kalk Pegmatitgänge. Die Fortsetzung der Seetaler Alpen ist die Saualpe, deren Gesteine unter die O—W streichenden Hügeltzüge des Klagenfurter Beckens untertauchen.

Die Schladminger Masse, die Glimmerschiefer der Wölzer Tauern, die Seetaler und Saualpe, das Klagenfurter Becken und die Katschbergüberschiebung umschließen ein Gebirgsstück, das auf Glimmerschiefern eine große Verbreitung jungpaläozoischer Gesteine auf der Stangalpe, am Ostrand auch mesozoische und

eoazäne Gesteine zeigt; es sind hier zu unterscheiden die Bundschuhmasse, Stangalpe, Murau-Neumarkter Phyllitmulde, das Mesozoikum des Krappfeldes.

Granatenglimmerschiefer mit Zügen von kristallinem Kalk und Hornblendeschiefern bauen die Region der Bundschuhtäler südlich vom Lungau auf; in der Gegend von Kendlbrücke wird N—S-Streichen durch einen Aufbruch von plattigen Gneisen hervorgerufen, welcher — die Bundschuhmasse — aus dem Hintergrunde der Bundschuhtäler nach N und bis in die Gegend von Ramingstein reicht. In der Gegend des Aineckes (S. 107) liegen die plattigen Gneise auf Glimmerschiefern, es ist daher eine Überkippung vorhanden. — Über den Glimmerschiefern folgt in der Gegend von Murau ein Komplex von Schiefen und Kalken, in petrographischer Hinsicht der Schieferhülle der Tauern entsprechend<sup>170</sup>; es kommen vor Kalke, Kalkschiefer, Kalkglimmerschiefer, Hornblendeschiefer usw.; stellenweise findet ein Anschwellen der Kalke und ein damit verbundenes Auskeilen der Schiefer statt. Diese der Kalkphyllitgruppe zugesprochene Serie zieht aus der Gegend zwischen Oberwölz und Teufenbach, wo die Mächtigkeit ein Maximum erreicht und fast die ganze Serie in Bänderkalkfazies entwickelt ist, gegen W; in der Gegend von Ranten findet die Mulde durch eine leichte Aushebung ein natürliches Ende. Über den Kalken liegen überall Grünschiefer und Phyllite, unter ihnen liegen ebensolche und graphitisch abfärbende Schiefer. Die Gesteine der Murauer Mulde setzen in das Gebiet des Neumarkter Sattels fort, wo im Kalk der Grebenze Krinoidenstielglieder gefunden wurden. Hier sowie bei Murau ist die ganze Serie mit den tieferen Stufen des Palaeozoikums von Graz zu vergleichen.

Glimmerschiefer setzen das Gebirge in der Gegend von Villach-Klagenfurt zusammen; Gneise, Pegmatite, Kalke finden sich als Einlagerungen; Kalke treten bes. nördlich von Villach auf, in ihnen liegt der Magnesit von Radenthein<sup>171</sup>. In der Gegend von Villach ändert sich das Streichen, das längs der Drau herrschende SO-Streichen geht in O—W und dann am Ossiacher See in NO-Streichen über; die Gneise versinken da unter Tonschiefern. Östlich von Villach ist durch jungtertiäre und diluviale Verschüttung der Zusammenhang der alten Gesteine ganz gelöst. Erwähnt sei das bei Warmbad-Villach liegende, ganz isolierte Vorkommen von Tonalit. — Im Gebiete von Metnitz, der mittleren Gurk und des Ossiacher und Wörthersees sind Tonglimmerschiefer herrschend, welche direkt mit den Grauwackenschiefern der nördlichen Alpen zu vergleichen sind. Chloritschiefer, Kalk, Diabas, Diorit ist dem Tonglimmerschiefer eingeschaltet.

Mitten im kristallinen Gebiete liegt das Karbon der Stangalpe<sup>172</sup>, dessen Auflagerungsfläche auf dem Glimmerschiefer der Bundschuhmasse ganz unregelmäßig ist. Die Verbreitung des Karbons ist bedeutend; im W, N und NO umsäumt Kalk als Liegendes das Karbongebiet und bildet einen Bogen, dem alle oberen Schichten konzentrisch aufgelagert sind; im S und SO, wo der Kalk fehlt, gehen die Schiefergebilde des Karbons allmählich in die Tonschiefer des mittleren Kärntens (siehe oben) über. — An der unteren Gurk und Glän herrschen Tonschiefer, denen Kalke und Dolomite — als Karbon angesprochen — aufgelagert sind; das ist eine förmliche südliche Grauwackenzone, die sich nach Steiermark verfolgen läßt. Auch Mesozoikum ist hier vertreten; zwischen dem Lavanttal und Klagenfurt haben rote Sandsteine (Perm, Untertrias), Kalke und Dolomite triadischen Alters eine Verbreitung, deren Lagerung recht ruhig ist<sup>173</sup>. Energischer ist die Faltung am Krappfeld<sup>174</sup>, wo Trias, Oberkreide und Eozän (S. 46) vorhanden ist, unterlagert von den Glimmerschiefern der Saualpe und einer (karbonischen?) Serie von Phylliten, Kalken, Diabastuffen und Diabasen. Das Mesozoikum und Eozän ist eine große Synklinale, welche im W von einer Verwerfung begrenzt wird; es ist eine Senkungszone im Gebiete der Zentralalpen, deren Fortsetzung wohl in der Mulde von Neumarkt-Murau liegt. — Dieselbe Unterlage wie das Mesozoikum des Krappfeldes hat dasjenige von St. Paul (S. 45), dessen Triasstratigraphie im Detail fraglich ist. Die Lagerung ist, abgesehen von kleineren Störungen, muldenförmig; im O und W wird die Scholle von Verwerfungen begrenzt, deren östliche im Lavanttal weiter zu verfolgen ist; auf ihr sitzt der isolierte Basaltkegel von Kollnitz und der Preblauer Sauerling; dieser Lavanttaler Verwurf ist ein Teil der großen Störung Weitenstein-Windischgraz-St. Leonhard, an welcher an mehreren Stellen Mesozoikum erscheint (Rabenstein). Mit der Störung hängt auch der gerade Westabbruch der Koralpe zusammen.

Das niedrige Bergland zwischen der Drau von Lippitzbach bis Unterdrauburg und dem Miestal-Bleiburg wird von Phylliten aufgebaut, in welchen Porphyrite auftreten; im S schließen sich Tonschiefer und Grauwacken unbestimmten paläozoischen Alters an, Bänderkalke und Diabaslager führend und diskordant auf den Phylliten liegend, im S von der Karawankentrias überlagert<sup>175</sup>. Die Phyllite setzen, mehrfach von Gneis unterbrochen, in den Bacher fort, der scheinbar die Phyllite

in zwei Arme teilt. Phyllite streichen, an die Glimmerschiefer der Koralmpe gelehnt, gegen O, nördlich vom Bacher vorbei; es sind Phyllite mit grünen Schiefen, Diabasen und Diabastuffen, Kalkphylliten, Kalken, z. T. Bänderkalken, d. i. die Fortsetzung der „Grauwackenzone“ des Klagenfurter Beckens. Die Kalke sind vielleicht devonisch. Die ganze Folge ist mit dem Grazer Paläozoikum zu vergleichen<sup>176</sup>. Die Phyllitzone streicht O—W und setzt z. T. den Posruck zusammen, dessen Kern aus Glimmerschiefer und Gneis besteht; er bildet eine flache Antiklinale; an einigen Stellen liegen mesozoische Gesteine, so bei Heil. Geist, Heil. Kreuz bei Marburg (Tabelle S. 45). Der Posruck versinkt im Tertiär der mittelsteirischen Bucht und von Marburg.

Südlich der Drau erhebt sich am Ende der Zentralalpen das gewaltige, ungegliederte Massiv des Bacher, vom Posruck getrennt durch einen Streifen von Tertiär, im Osten aufsteigend aus der Diluvialebene von Marburg-Pettau. Am Aufbau des Bachers nehmen teil: im Osten eine Granitmasse, die in Zusammenhang tritt mit Gneis, Glimmerschiefern und Phylliten; im Westen eine Masse von Dazit und porphyritische Durchbrüche in Phylliten, Glimmerschiefern usw.; eine Auflagerung von permo-triadischen und kretazischen Sedimenten<sup>177</sup>.

Um den Granit (Granitgneis) ist nicht konzentrisch-schalige Struktur vorhanden, sondern es treten vielfach Glimmerschiefer an den Granit heran, es liegen sogar Phyllite auf ihm; der letztere „transgrediert“ über den Granit, der älter ist als der Phyllit. Der Granit ist wohl in die Glimmerschiefer intrudiert, denn es gibt Granitblätter im Schiefermantel, ferner pegmatitische Durchbrüche durch im Glimmerschiefer liegende Marmore. — Im Westbacher haben Porphyrite eine besondere Verbreitung. Von den Porphyriten ist zu trennen eine Serie von Gesteinen, welche als Dazite zu bezeichnen sind; sie treten auf bei Saldenhofen, dann aber besonders mächtig im Gebiete des Matasev vrh und des Jesenkoberges, ferner auch im Rasworzagraben. Diese Gesteine, welche einen durchaus frischen Habitus haben, sind sehr zu trennen von den Porphyrgängen (z. B. Quarzdioritporphyrite, Hornblendedioritporphyrite usw. des Mieslingtals), zu welchen vielleicht als Tiefengestein der Quarzdiorit des Windischen Kalvarienberges bei Marburg gehört; mit diesem Gestein sind vielleicht die Tonalitporphyrite des periadriatischen Bogens zu vergleichen. Mit den Daziten des Jesenkoberges sind die als Porphyrite bezeichneten Gesteine der Velka Kapa, Mala Kapa usw., kurz des westlichen Bacherhauptkammes zu parallelisieren, welche den Phyllit durchbrechen und mit ihm kompliziert verzahnt sind; sie bilden das mächtige Massiv des westlichen Bacherhauptkammes; es liegt da ein Stock vor; allerdings muß die Decke, unter welcher die Eruptiva erstarrt sind, sehr wenig mächtig gewesen sein; denselben Charakter haben die Eruptiva des Jesenkoberges und des Matasev vrh, wo sie noch untere Trias durchbrechen; diese von Gebirgsbildung unberührten Eruptiva wurden nach der vorgosauischen Störung, aber vor der Ablagerung der Oberkreide in ihre heutige Stellung gebracht, denn die Gosau transgrediert ruhig darüber. Fraglich ist das Alter der Porphyrite. Der Granit ist sehr alt, wie sein Verhältnis zum Phyllit zeigt; er kann daher nicht zum periadriatischen Bogen gezählt werden.

An der Zusammensetzung des Schiefers des Bachers beteiligen sich außer den früher genannten noch in geringem Ausmaße Granulit, Serpentin, Amphibolit, Eklogit, Marmor. — Die Lagerung wie die Stellung des Granits ist recht unklar; der Granit ist vielleicht ein Lagergang; seine jetzige Stellung — im N fallen die Schiefer unter den Granit ein, im S von ihm ab — verdankt er einer energischen Aufrichtung. — Die Grenze des Bachergebirges gegen das Mieslingtal entspricht der großen im dinarischen Sinne streichenden Störungslinie Lavanttaler Verwurf-Windisch Graz-Weitenstein; an dieser Linie ist eine kräftige Tieferschaltung des westlich anstoßenden Gebirges erfolgt; es hören die kristallinen Gesteine plötzlich auf, sie werden durch Jungtertiär von den Karawanken getrennt; am schärfsten ausgesprochen ist die Störung bei Oberdollitsch, wo Trias in nordalpiner Fazies und das Kristallin des Bachers scharf aufeinander stoßen. — Das Glimmerschiefergebiet im O der Granitmasse zeigt bei verhältnismäßig flacher Lagerung einen komplizierten Faltenbau; der ganze Komplex baut sich im Osten regelmäßig über der Gneisbasis von Buchberg-Frauheim-Kötsch auf; die Grenze der Glimmerschiefer gegen den Granit ist eine Dislokation. — Von der transgredierenden Auflagerung sind Konglomerate und Sandsteine als Reste einer permischen Transgression in großer Verbreitung vorhanden; mit den Konglomeraten und Sandsteinen sind untrennbar rote und grüne Schiefer der Untertrias verbunden. Die Oberkreide beginnt mit Zementmergeln — ein Zeichen für die Transgression über ebenes Land — worüber Hippuritenkalke liegen.



Bei der Betrachtung der südlichsten Zone der Zentralalpen von Villach gegen O kann festgestellt werden, daß fast keine Andeutung eines Wurzellandes vorliegt. Gegen die Deutung als Wurzel spricht die ruhige Lagerung, dann die vielen geschlossenen Falten, welche Wellenbau zeigen (Bacher, Posruck usw.). Die mesozoischen Reste zeigen ruhige Lagerung und z. T. dinarische Anklänge (Pietra verde am Krappfeld), was dem Fazieschema durchaus widerspricht.

Bacher und Posruck springen weit gegen O vor und grenzen im S die Jungtertiärbucht Mittelsteiermarks ab; deren Westgrenze bildet die z. T. mit dem Posruck in Zusammenhang stehende Koralpe; diese besteht aus Glimmerschiefer; Gneis von pegmatitischem Charakter tritt nur lokal auf. Die Glimmerschiefer der Koralpe werden im N abgelöst von den Gneisen, welche den sogen. nordsteirischen Gneisbogen bilden, an welchen sich innen ein schmaler Zug der ersteren anlehnt. Der steirische Anteil der Koralpe und der in breiten Formen sich ausladenden Pack- und Hirschegger Alpen ist im Gegensatz zum Kärntner Abhang und bes. zur Gegend von Wolfsberg arm an Kalken; über diese ist nichts Sicheres bekannt.

Der nordsteirische Gneisbogen, mit den Rottenmanner Tauern beginnend, bildet einen auffallenden, gegen S ausspringenden Winkel, dessen Kontur auf den stauenden Einfluß des böhmischen Massivs zurückgeführt wird (Fig. 20); der Gneisbogen und etwas schwächer die Grauwackenzone ahmen den Umriß des böhmischen Massivs nach, während die Kalkalpen unbeirrt O-W streichen. In den Rottenmanner und Sekkauer Tauern haben wir NW-Streichen; in der Gegend vor St. Michael wendet sich das Streichen in W—O und lenkt in der Brucker Gegend in NO ein; diese Wendung des Streichens liegt südlich von Grein, wo die böhmische Masse gegen S vorgreift<sup>178</sup>.

Die Rottenmanner und Sekkauer Tauern sind der größtenteils erhalten Rest eines schiefen Gewölbes; in beiden Gebieten sind z. T. geschieferte Granite vorhanden, welche große Massive bilden (z. B. Sekkauer Zinken) und älter sind als die anlagernden Grauwackenschiefer. Die Gneise setzen sich im Gleinalpenzug, der antiklinal gebaut ist, fort; bei Kraubat liegt in ihnen ein Olivinserpentin (Dunit), der Chromit und Magnesit führt; auch auf der Südseite der Gleinalpe (Ochsenkogel) und bei Zlatten-Trafös gibt es Serpentin. In der streichenden Fortsetzung der Gleinalpe liegen die Hornblendegneise der Hochalpe und des Rennfeldes, die Antiklinen darstellen. Am Südhang treten als Umräumung des Paläozoikums von Graz (S. 121) Glimmerschiefer mit Marmorzügen, sehr konstant durchstreichend, auf; diese Glimmerschiefer bilden auch im W und O die Unterlage des Paläozoikums von Graz und markieren im Verein mit den andern Erscheinungen den beckenartigen Aufbau desselben.

Der nordsteirische Gneisbogen bildet für einen großen Teil der Grauwackenzone der nordöstlichen Alpen die Basis; diese ist eine Fortsetzung der Pinzgauer Phyllite oder eines Teils von diesen; sie zieht aus der Gegend von Radstadt bis zum NW-Ende des nordsteirischen Gneisbogens, begleitet denselben und streicht dann bis über den Semmering hinaus. Das Ennstal schneidet auf der Strecke vom Ausgange des Sölkbaches bis Schladming den Glimmerschiefer der Niederen Tauern schief an, so daß gegen O immer höhere Lagen desselben gegen das Ennstal austreten; ohne davon beeinflußt zu werden, zieht die Grauwackenzone durch. Am Fuß des Grimming liegt unter der Trias desselben Schiefer mit einer Magnesitmasse. Eine große Entwicklung hat die Grauwackenzone im Palten-Liesingtal<sup>179</sup> und von diesem bis zum Fuß der Kalkalpen (Fig. 19).

An die Gneise der Rottenmanner und Sekkauer Tauern lehnt sich die vom Ranachkonglomerat eingeleitete Serie des GrauwackenkARBONS (S. 48); über den Basalkonglomeraten liegen dann vielfach von Graphitschiefer durchsetzte Schiefer; darüber folgt ein Band von graphitführender Serie (Sunk), darüber wieder eine Masse von Schiefen usw.; im ganzen können in einzelnen Profilen drei solche Massen getrennt durch graphitführende Serie ausgeschieden werden; der höchste graphitführende Zug läßt sich aus der Gegend von Wald über Leoben bis Bruck verfolgen. — Im Gebiete von Hohentauern liegt muldenförmig im Oberkarbon der Triebensteinkalk. In einzelnen Profilen, bes. im Karbon von Kallwang usw., treten Kalke auf, eng verbunden mit den Karbonschichten;

häufig ist ein oftmaliges Wechseln von graphitführenden Schichten, Quarziten, Serizit-schiefern, Kalk usw. — Die große Mächtigkeit der Grauwackenschiefer ist durch Faltung und Schuppung bedingt.

In deutlicher Weise fallen die Karbonschiefer usw. gegen N bzw. NO ein und werden bedeckt von der mächtig entwickelten Platte der Blasseneckserie, an deren Aufbau in reichlichster Weise Quarzporphyre teilnehmen; sie zeigt im N bzw. NO Fallen; es ist da eine untere solche Platte vorhanden, über welche starre Platte sich der darüber geschobene Silur-Devonkalk als ebenso wie die Unterlage fallende Schuppe legt. Diese N oder NO fallenden Schichttafeln beherrschen das Landschaftsbild in Johnsbach. Über den erzführenden Kalk (Hauptzug) ist die obere Blasseneckserie geschoben, in welcher ein unentwirrbares Durcheinander von sedimentogenen Schiefern und schieferig gewordenen Quarzporphyren herrscht. Vom Zeiritzkampel bis zum Spielkogel bei Gaisorn ist der erzführende „Hauptzug“ entwickelt; über ihm gibt es an verschiedenen Stellen Schubsetzen von Silur-Devonkalk, eingewickelt in die Schiefer der oberen Blasseneckserie. Die obere Blasseneckserie tritt auf lange Strecken in Berührung mit den Kalkalpen; bei Radmer an der Stube ist unter Werfernern noch erzführender Kalk vorhanden, über der oberen Blasseneckserie liegend (Fig. 19).

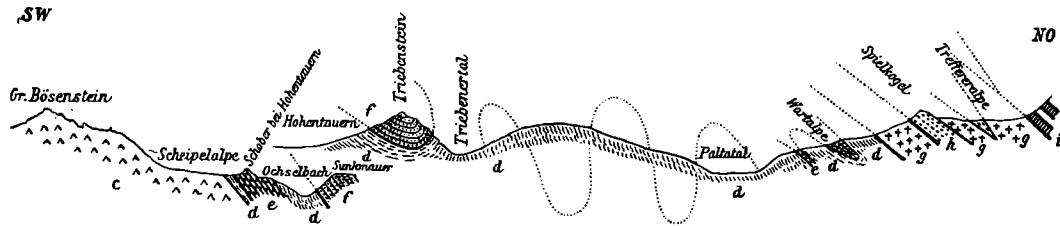


Fig. 19. Generalprofil durch die Grauwackenzone des Palntales (etwas schematisiert). Maßstab 1 : 75 000. Nach HERRSCH, Sitzungsberichte d. Wiener Akademie 1911.

c = Granit und Gneis. d = Karbonische Schiefer. e = Karbonische Kalke. f = Triebensteinkalk. g = Blasseneckserie. h = Erzführender Kalk. i = Trias u. Jura der Kalkalpen.

In der Umgebung von Eisenerz<sup>180</sup> sind die erzführenden Kalke reichlich entwickelt. Blasseneckgneis (d. i. metamorpher Quarzporphyr) bildet die Basis des steirischen Erzberges; darüber folgt als ein mächtiges System der sog. Sauberger Kalk, sog. Grenzschiefer, Rohwand und Spateisenstein; dieses System bildet am Erzberg eine gegen N blickende halbe Mulde und wird gegen Trofeng von Werfener Schichten überlagert. Im Sauberger Kalk finden sich bereits rohwandige Partien; die sog. Grenzschiefer, d. s. dunkle oder bunte Tonschiefer, sollen an der Basis des Spateisensteins liegen, treten aber in mehreren Niveaus auf, stellen Werfener Schichten dar und markieren Schuppen; die Mulde des Erzberges ist daher nicht einfach gebaut.

Südlich von Eisenerz entfaltet sich über der Blasseneckserie der erzführende Kalk in dem Hochgebirge des Reichenstein-Wildfeld-Reiting. Der Kalk des Reiting liegt überschoben auf Werfener Schichten, deren Unterlage die Grauwackenschiefer des Liesingtals sind. Den altpaläozoischen Kalken des Reiting-Reichenstein-Wildfeld sind schmale Lagen von Tonschiefer, Kieselschiefer eingelagert. Am Reichenstein ist die Lagerung derartig, daß man ein Einfallen unter den Blasseneckgneis der Basis des Erzberges vermuten muß; in der Kalkmasse des Reichenstein-Lins selbst bringen Fetzen von metamorphem Quarzporphyr und Werfener Schiefern, eingespießt in den erzführenden Kalk, eine tektonische Gliederung in Schuppen hervor; es sind zwei Schuppen vorhanden, von denen der unteren der erzführende Kalk vom Reichhals bis zum Linsplateau, der oberen der Reichenstein und der Kamm vom Lins bis zum Wildfeld angehört; beide Schuppen sind antiklinal gebaut; beide sind ein Äquivalent des Hauptzuges. Der Erzberg ist vielleicht mit dem früher erwähnten Kalk in der Radmer tektonisch zu parallelisieren.

In geschlossenerem Zug ist vom Praebichl-Polster an der erzführende Kalk bis in die Gegend von Tragöß-Oberort zu verfolgen. Weiter gegen Osten zu aber ist er nur mehr in vereinzelt Resten zu beobachten, welche sich bis Niederösterreich (Sieding) verfolgen lassen.

SO. von den Wandabstürzen der Reiting-Reichensteingruppe breitet sich bis an das kristalline Gebiet der Glein- und Hochalpe ein niedriges Bergland aus, in dem vielfach Tertiär, z. B. bei Leoben, auftritt. In dieser Region liegt die Fortsetzung der Grauwackenzone des Liesing-Paltentals; das Karbon wird bes. durch die Kalkzüge markiert und ist durch Magnesit und Graphit ausgezeichnet; es läßt sich gut bis Bruck verfolgen. Eine fragliche Stellung (erzführender Kalk ?) nehmen die Kalke von St. Peter bei Leoben ein. — N. von Bruck erscheint Gneis, damit ist das Mürztal erreicht, dessen Erörterung der des Semmering nachfolgt.

Am Semmering<sup>181</sup> stoßen große Gegensätze der Gesteinsentwicklung und auch des morphologischen Formenschatzes aufeinander, indem das Karbon und die Serie der anderen Grauwackenschiefer scharf an zentralalpines Mesozoikum stößt; die eine Gruppe zeigt einen engen Anschluß an die Grauwackenzone von Obersteier, deren streichende Fortsetzung sie ist, die andere Serie nähert sich der hochtatratischen Serie der Karpathen, von welcher sie gleichsam einen Übergang darstellt zu den Tauerndecken. Die beiden Serien stoßen mit einer ganz steilen Fläche aneinander, im Mürztal fällt z. T. die zentralalpine Serie steil unter die andere ein; der Kontakt ist meist durch Rauchwacke ausgezeichnet, und meist stößt Jurakalk an das Ostalpine; der Kontakt ist also sowie in den Radstädter Tauern anomal.

Am Semmering wurde im zentralalpines System Fazies unterschieden (Tabelle VI Sonnwendsteinentwicklung, Kirchberger Entwicklung); vielleicht sind diese auf tektonischem Wege zu erklären. Wichtig ist das an der Hauptfaltung nicht mehr teilnehmende Eozän von Kirchberg, dessen anstehender Charakter zweifelhaft ist.

Das Semmeringmesozoikum liegt auf kristallinen Gesteinen, welche sich in zwei Gruppen bringen lassen; die Kernserie (МОНЯ, d. s. Granite, umgeben von Hüllschiefern, (ein metamorpher Sedimentkomplex: Glimmerschiefer mit spärlichen Marmorlagern z. T. Amphibolitzüge und Eklogit) und über diese transgredierender Quarzit, bildet die eine Gruppe; die andere ist die Wechselserie (Albitparagneise, die bes. senkrecht zum Streichen eine große Mannigfaltigkeit und Übergänge in phyllitische Gesteine und Granatenglimmerschiefer zeigen; Grünschiefer und Amphibolite; bei Friedberg auch ein Orthogneislager; eine Zweiteilung in Schiefer und Gneise ist in der Wechselserie nicht scharf ausgesprochen); durch das Vorkommen der aplitischen Gneisgranite sowie durch Veränderung ihres Mineralbestandes wird die Wechselserie der Kernserie sehr ähnlich, sie steht dadurch der Kernserie nicht mehr so fremd gegenüber, und die tektonische Selbständigkeit der Wechselserie ist dadurch wenig wahrscheinlich geworden. Für die Altersfrage der Wechselgesteine kommt ihre Stellung zu den Quarziten in Betracht; während bei der Kernserie die Quarzite über die Hüllschiefer transgredieren und zwischen den letzteren und den ersteren ein bedeutender Hiatus besteht, sind die Wechselgesteine mit den Quarziten so eng verknüpft, daß wenigstens für einen Teil karbonisches Alter in Betracht kommt, worauf die Graphitschieferzüge und Pflanzenfunde bei Mariensee hindeuten.

Die mesozoischen und kristallinen Gesteine zeigen Störungsformen, welche sich (МОНЯ) durch Decken erklären lassen. Es sind drei kristalline Deckenmassive übereinandergeschichtet; das tiefste ist die Wechseldecke, die Wechselgesteine und Quarzite umfassend; darüber liegt die Kirchberger Überfalte, deren Kern der Eselsberggranit ist; ihr ist als verkehrter Mittelschenkel (Sonnwendsteinentwicklung) eine inverse Serie beigegeschlossen; diese inverse Serie schließt sich dem wirren Faltenwurf des zur Wechseldecke gehörigen Quarzits an; in mehreren Fenstern kommt die Wechseldecke im Semmeringgebiete zum Vorschein. Während bei Kirchberg als Kern der Überfalte, zu welcher die inverse Serie den verkehrten Mittelschenkel bildet, der Granit erhalten ist, ist dies weiter im Westen (Sonnwendstein, Semmering) nicht mehr der Fall. — Im Profil bei Kirchberg ist die Wechselserie vom Granit durch ein Band der inversen Serie getrennt. Am Semmering, in den Adlitzgräben, fehlt die Kernserie bereits; die inverse und normale Serie (Hangendschenkel) sind nur durch ein Rauchwackenband mit gelegentlichen Resten des kristallinen Hauptkerns getrennt. Der kristalline Hauptkern wölbt sich im Eselsberg etwas schildförmig auf, um in nördlicher Richtung unter der Tachenbergteildecke zu verschwinden. Die Tachenbergteildecke (Fig. 19) besteht aus kristallinen Schiefern und Quarziten; die Quarzite treten auf der Strecke Breitenstein-Klamm in Kontakt mit dem Karbon der Grauwackenzone, senkrecht stehend oder steil unter dieses einfallend.

Über dem Oberkarbon (von Klamm usw.) mit seinen Konglomeraten usw. liegt eine große Serie von Schiefern; das Hangendste bildet Verrukano, also eine oberste Zone quarziger Sedimentation (Abtrennung nach unten schwer). Unter ihm liegt die sog. Silbers-

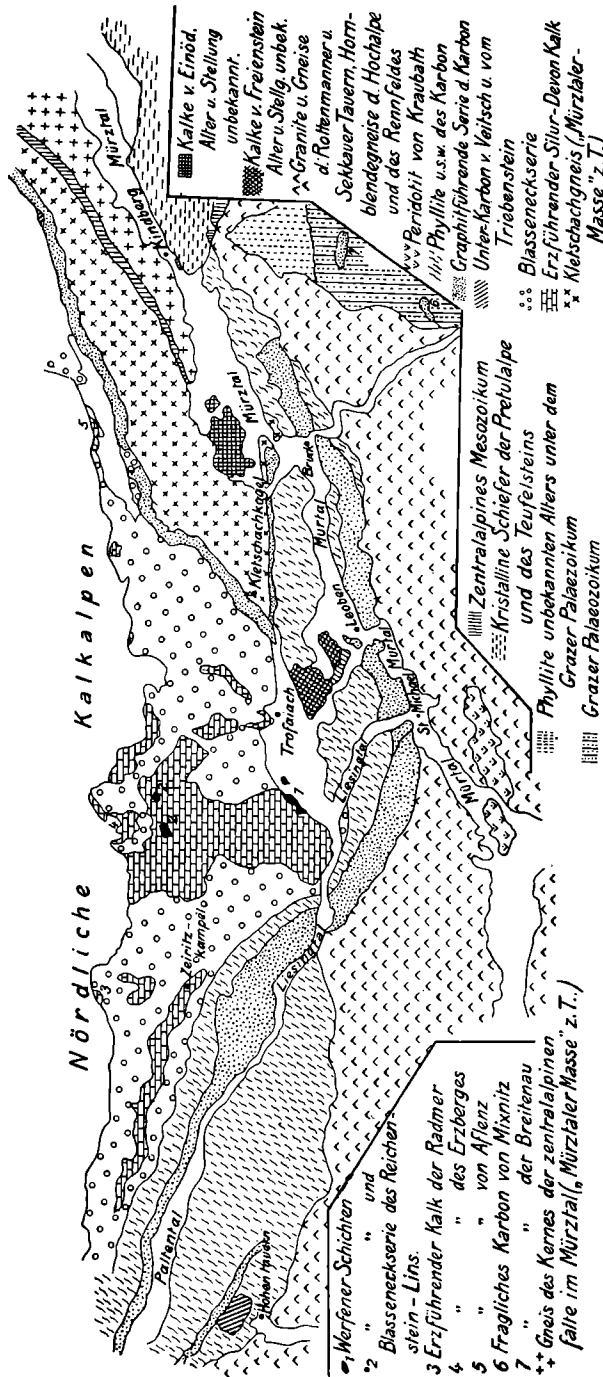


Fig. 20. Übersichtskarte der Grauwackenzone des Platen-, Liesing-, Mur- und unteren Mürztales, nach HERTSCH. Geolog. Rundschau III.

berggrauwacke(wahrscheinlich karbonisch), d. i. ein System von stärker metamorphen Bildungen; Kalk und Magnesite nehmen eine untergeordnete Position ein und gruppieren sich um die Porphyroidmassen des Kobermann usw. In der Silbersberggrauwacke und im Verrukano finden sich Einschaltungen von metamorphen Quarzporphyriten („Blässeneckgneis“ S. 48). Das Ganze ist ein isoklines, gegen N fallendes Schichtpaket. Über dem Verrukano liegen Werfener Schichten und Rauchwacken; diese lassen sich im Streichen in vereinzelt Aufbrüchen verfolgen; am Floriankogel bei Sieding liegt auf Verrukano Werfener und dann Rauchwacke und darüber Silurkalk, über welchem wieder Werfener an der Basis der Kalkalpen folgen<sup>182</sup>.

Die mesozoischen Gesteine des Semmering streichen in das Mürztal<sup>183</sup>. Das Mesozoikum des Sonnwendsteins (Tfl. I. Fig. 4) fällt unter die Schiefer der Stuhleck-Pretulalpe ein. Diese Schiefer tragen das Mesozoikum, das aus dem Semmeringgebiete nach Mürzzuschlag streicht, wo es eine inverse Lagerung zeigt, so daß die Jurakalke unten, die Triasdolomite oben liegen; normal weiter verbunden folgt dann Quarzit und dann Gneise und Granite, welche den Kern einer liegenden Falte bilden; der inverse Schenkel läßt sich durch das Mürztal abwärts verfolgen; darüber folgt, einen langen

Kalkzug von Kapellen bis Kapfenberg bildend, der Hangendschenkel. Im Gebiete des Drahtkogels ist noch eine höhere tektonische Einheit mit Semmeringmesozoikum vorhanden.

Im ganzen Mürzgebiet grenzt der erwähnte Hangendflügel mit seinen Kalken, zum geringen Teil auch tektonisch höheren Quarziten, an Glimmerschiefer und Gneise und fällt unter diesen sehr steil ein bzw. grenzt senkrecht an ihn; über diesen Gneisen usw. liegt der Karbonzug, der aus der Gegend von Trofaiach über Törl-Veitsch-Kapellen nach Klamm-Breitenstein zieht. Bei Kapfenberg versinkt das zentralalpine Mesozoikum, so daß dieses also hier fensterartig abschließt. Die tektonischen Zusammenhänge werden vielfach durch das Tertiär von Parschlug verhüllt (Fig. 21).

Die Glimmerschiefer und Gneise, welche das Karbon von Törl usw. unterlagern, erreichen den Mürzdurchbruch zwischen Kapellen und Mürzzuschlag nicht, da sie vorher auskeilen. Im Gebiete des Kletschachkogels grenzt an sie steil aufgerichtetes Karbon auch im S an, welches im Streichen sich mit dem Karbon von Bruck vereinigt. In den früher erwähnten Karbonzug von Törl usw. gehört das Vorkommen in der Veitsch; das Karbon wird, wie an vielen anderen Stellen, von Quarziten eingeleitet, darüber liegen Phyllite, Konglomerate, Kalke, Magnesit; über dem Karbon folgen dann mächtige Massen von Schiefen und Porphyroiden, d. s. die Gesteine der Blasseneckserie, welche sich aus dem Liesing-Paltentaler mit großer Konstanz bis zum Semmering verfolgen lassen. — Auch in der Gollrader Bucht tritt Blasseneckgneis auf neben den Konglomeraten und roten Schiefen an der Basis der Kalkalpen. — Das oberste tektonische Element sind die Silurkalke und Schiefer, die am Rande gegen die Kalkalpen auftreten, eine Fortsetzung von Eisenerz her; es ist kein zusammenhängender Zug, sondern eine Serie von kleinen Resten.

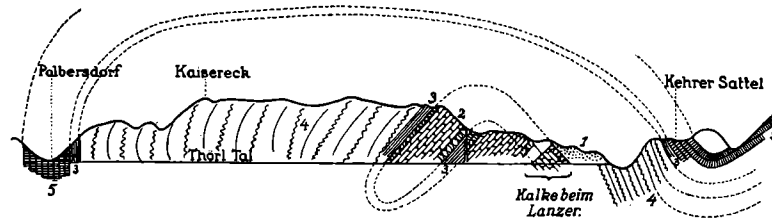


Fig. 21. Profil durch das unterste Mürztal; nach GAULHOFER-STINY, M. W. G. 1912.

1 = Tertiär; 2 = Semmeringmesozoikum; 3 = Quarzit-Serizitschiefer;  
4 = Gneise; 5 = Karbon.

Die z. T. fremdartig erscheinenden Gesteine des Wechsel (S. 118) sind durch eine große, stellenweise durch Semmeringgesteine (Quarzite) ausgezeichnete Überschiebungslinie von der Kernserie getrennt<sup>184</sup>, welche sich von Kirchberg am Wechsel in die Gegend von Aspang verfolgen läßt; von dort biegt die Linie nach S um, die Ostflanke des Wechsels begleitend, und dann nach S in den Abbruch des untermiozänen Sinnersdorfer Konglomerats über, welches an die Wechselgesteine anstößt.

An dem NNW streichenden Schichtkörper der Wechselgesteine stoßen die Gesteine der Kernserie mit anderem Streichen ab, welche geschlossen die Nordostecke der Wechselgesteine umgehen. In der Umgebung von Scheiblingkirchen ist zentralalpines Mesozoikum vorhanden. — Das Rosaliengebirge ist die Fortsetzung des Wechsel-Semmering; bei Landsee ist ein Basaltvorkommen vorhanden<sup>185</sup>. — Am NO-Rande der Zentralzone ist eine Reihe von kristallinen, aus der tertiären Einhüllung herausblickenden Inseln vorhanden, welche die Verbindung mit den Karpathen herstellen; es sind da zu nennen das Leithagebirge, die Ruster Berge, der Brenner bei Ödenburg usw.; an wenigen Stellen finden sich Semmeringkalke und Quarzit; die Fortsetzung dieser Zone sind die Hundsheimer Berge, die bereits ganz den kleinen Karpathen gleichen; dann folgen die Hainburger Berge. Diese Berge haben sowie das Leithagebirge und schon z. T. das Semmeringgebiet einen karpathischen Habitus; dies drückt sich aus in dem Umstand, daß tief in den Körper der Ostalpen, bis in das Mürztal, kristallines Gebirge vom Charakter der karpathischen Kerngebirge eindringt.

In der Gegend von Bernstein<sup>186</sup> tritt ein von der Kernserie abweichendes kristallines Gebirge auf, nämlich chloritische Schiefer, Kalkglimmerschiefer, plattige Kalke, Serpentin usw.; dasselbe ist der Fall bei Rechnitz; über diesem Schiefersockel sind Kalke und Dolomite des Mitteldevon bekannt geworden. Die ganze Serie wurde mit dem Palaeozoikum von Graz verglichen; ähnliche Inseln finden sich bei Güssing und Neuhaus.

Die Masse des Wechsels trennt sich gegen W beiläufig durch die Linie Rettenegg-Waldbach-Vorau von dem mittelsteirischen Kristallin ab, das, mit einzelnen Vor-

kommen von Semmeringgesteinen (Fischbach) versehen, die Basis des Paläozoikums von Graz bildet. Wahrscheinlich ist das über den Wechselgesteinen liegende Kristallin in zwei Stufen zu trennen, nämlich in solches, das mit Semmeringmesozoikum versehen ist und dem Wechsel aufliegt, und in solches, welches über dieser Stufe liegt und die Basis des Paläozoikums von Graz bildet.

Das Paläozoikum von Graz<sup>187</sup> liegt in einer gegen SO offenen kristallinen Mulde. Dem Grauwackenkarbon vergleichbare Gesteine befinden sich auf der Südseite des Rennfeldes in zwei Zügen; auch die Magnesite der Breitenau gehören wahrscheinlich hieher; darüber baut sich das Paläozoikum von Graz auf, das flache Faltenzüge zeigt, welche von Brüchen zerschnitten werden; diese treffen z. T. noch die von ganz flachen Falten gestörte Gosau der Kainach; dagegen liegt das mediterrane Miozän der Mittelsteiermark fast ungestört. Die Gosau der Kainach, deren Umriß fast viereckig ist, zeigt neben dem großen, von klastischen Bildungen erfüllten Randbecken die z. T. aus Hippuritenkalk bestehende Scholle von St. Bartolomae. Zweifellos ist der Bau des Paläozoikums von Graz vorgosauisch. Über die Kreide transgrediert das Jungtertiär. — Südlich von Graz liegt mitten im Tertiär die Insel des Sausal, deren Schiefer von Devonkalken überlagert werden.

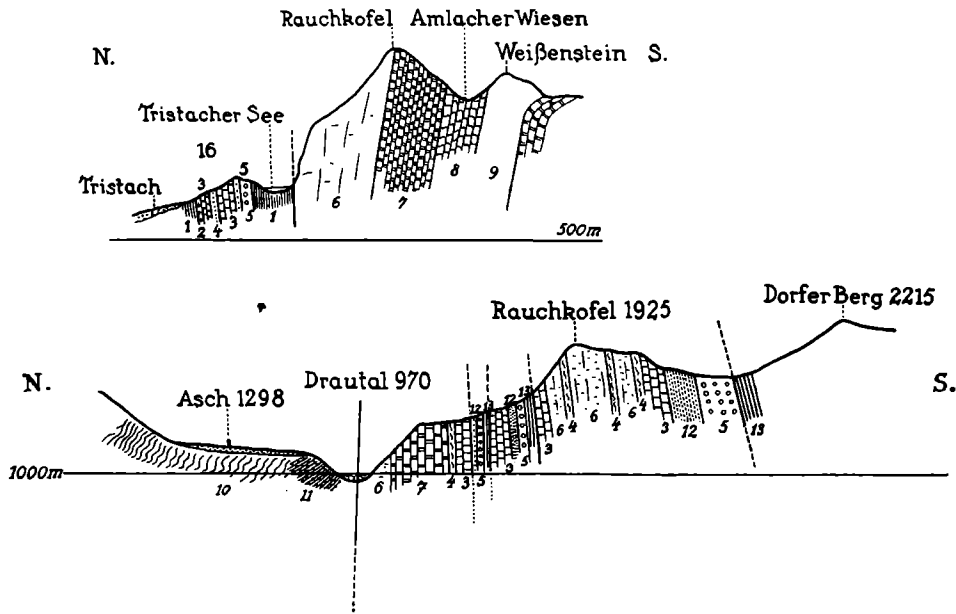


Fig. 22. Profil durch das Westende der Lienzer Dolomiten nach FURLANI, Mitteil. d. geolog. Ges. Wien, 1912.

- |                       |                                   |                                                  |
|-----------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1 = Glimmerschiefer.  | 6 = Hauptdolomit.                 | 11 = Geröllgneise und Arkosen.                   |
| 2 = Granitgneise.     | 7 = Rätkalke u. -Schiefer.        | 12 = Werfener Schiefer.                          |
| 3 = Muschelkalk.      | 8 = Liassandsteine u. -Schiefer.  | 13 = Gneise, Granatglimmerschiefer, Amphibolite. |
| 4 = Carditaschichten. | 9 = Liaskalke.                    |                                                  |
| 5 = Verrucano.        | 10 = Quarzphyllite d. Turntalers. |                                                  |

Den östlichen Rand der Zentralzone bezeichnen große Einbrüche. Der Einbruch des inneralpinen Wiener Beckens, durch die Thermenlinie ausgestattet, greift noch tief in die Alpen ein. Am Rande liegen die Einbrüche von Ödenburg und Graz; am Rande des ersteren liegt der Basalt von Landsee, das Grazer Becken ist reich an Vulkanen, deren Tätigkeit in das Sarmatische bzw. Thrazische fallen. Bildungen der I. Mediterranstufe fehlen den Einbrüchen; das Jungtertiär beginnt mit den Kohlen von Pitten und Eibiswald. Die Meeresablagerungen der II. Mediterranstufe sowie diejenigen des Sarmatischen und die folgenden pontischen und thrazischen Schichten haben eine große Verbreitung; sie gehören nicht mehr zu den Alpen, sondern zum pannonischen Becken.

Die nördliche Zone des Drauzuges im Sinne von DIENER wird von der Deckentheorie zu den „Alpiden“ gerechnet. Die Triasvorkommen von Pens und Mauls (S. 112) liegen an der Fortsetzung der Judikarienlinie, deren hypothetische Verlängerung die sog. alpino-dinarische Grenze ist (S. 130). Nördlich von dieser beginnt bei Bruneck ein Zug von Mesozoikum, der, in die Lienzer Dolomiten, Gailtaler Alpen und Karawanken fortsetzend, die Fazies der Nordtiroler Kalkalpen zeigt, was für die Deckenlehre der Grund war, ihn zur Wurzel der Kalkalpen zu erklären.

Die westlichste Scholle bildet den Schloßberg von Bruneck<sup>188</sup>; sie ist verschieden von den andern Schollen des Pustertals in Fazies (weißer splitteriger Kalk, Obertrias?, durchsetzt von Porphyrit, S. 130) und Tektonik (eingewickelt in Quarzphyllit, so daß tektonische Wechsellagerung eintritt). — Die Schollen von Winnebach, Kandelen, Finsterbach, Oberstall, Aschbach zeigen sich als Fortsetzung des Lienzer Gebirges; es treten auf Hauptdolomit, Rätkalke, Adnetherkalke, fragliche Tithonkalke usw.; es sind die mesozoischen Gesteine stark durch Druck beeinflusst, vielfach zerbrochen, tektonisch reduziert

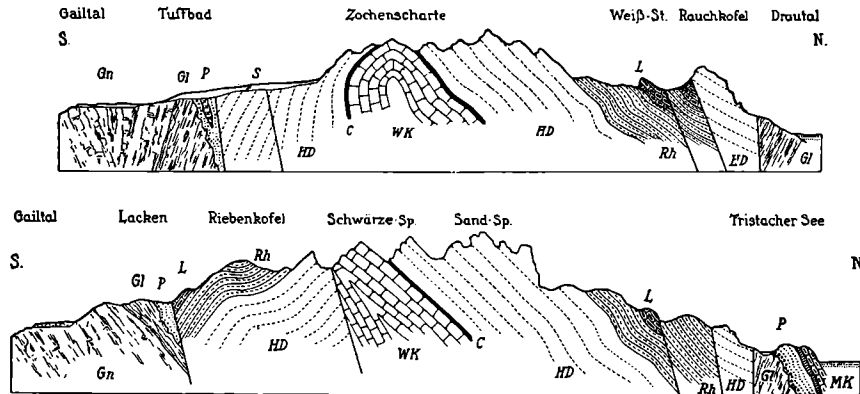


Fig. 23. Profile durch die Lienzer Dolomiten, nach GEYER, V. 1903.

Gn = ältere Gneise und Glimmerschiefer. Wk = Wettersteinkalk. Rh = Rät.  
 Gl = Granatenglimmerschiefer. C = Carditaschichten. L = Lias.  
 P = Grödener Sande mit Porphyr. Hd = Hauptdolomit. S = Schotter.  
 Mk = Muschelkalk.

oder ausgequetscht. Steilstellung, rascher Schichtwechsel charakterisiert diese Schollen, deren Fallen gegen N unter Phyllit gerichtet ist; es herrscht Tendenz zu Südüberschiebungen, wie auch der Faltenbau der Pfannhorngruppe hauptsächlich gegen S vordringende Sättel zeigt.

Die schmale, 33 km Länge zeigende Zone schwillt im Lienzer Gebirge zu einem gewaltigen Faltengebäude an. Das Westende des Gebirges (Abfaltersbach usw.) zeigt eine Serie von steil gestellten Schichten, ausgezeichnet durch tektonische Mächtigkeitsschwankungen, mit der kristallinen Unterlage in enge, isoklinale, steile Falten gelegt, welche mit dem nördlich anstoßenden Gebirge parallel gepreßt sind; es schneidet nach GEYER ein Bruch das Lienzer Gebirge an seinem Westende schief ab, was nicht hindert, daß das Kristalline in die mesozoischen Falten hineinstreicht (Fig. 22).

Durch das Lienzer Gebirge und seine schmale Fortsetzung wird der südlichste Teil der Zentralzone gegabelt, indem, die Karnischen Alpen im S lassend, eine kristalline Zone durch das Gailtal hinabzieht; zwischen ihr und den Zentralalpen liegt die Synklinale des Lienzer Gebirges und seiner Fortsetzung; im S baut sich regelmäßig über der kristallinen Zone des Gailtals das Paläozoikum der Karnischen Alpen auf.

Auch tiefer im Innern der Lienzer Dolomiten (nicht nur an ihrem Westende) gibt es kristalline Aufpressungen zwischen den Falten; so z. B. beim Tristacher See, dann zwischen Breitenstein und Demler, wo eigentlich zwischen Wettersteinkalk und Hauptdolomit Raibler Schichten sein sollten. — Die Lienzer Dolomiten<sup>189</sup> sind ein typisches Faltengebirge, in welchem eine zentrale Antiklinale mit anlagernden Synklinalen unter-

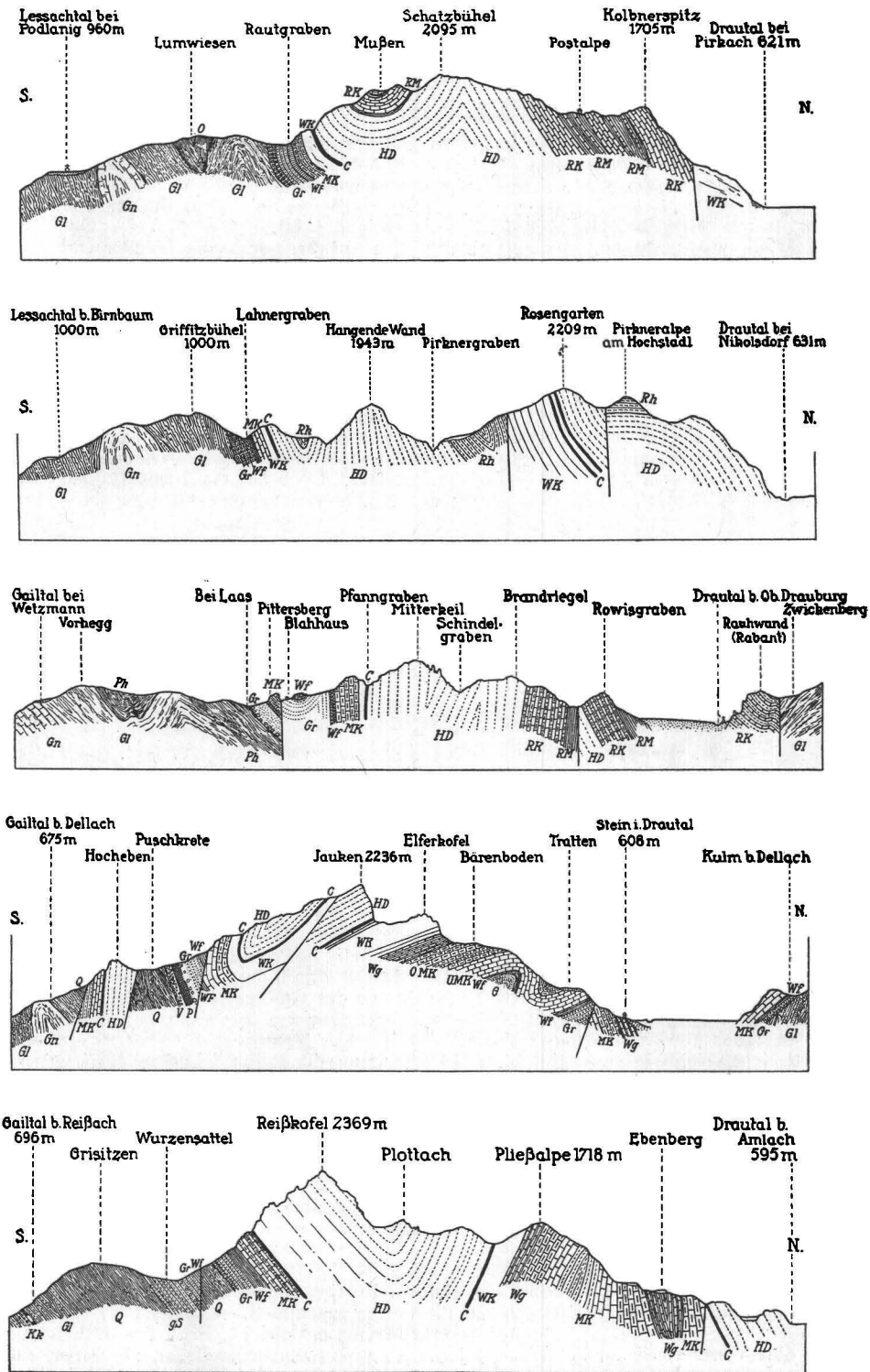


Fig. 24. Profilserie durch die Gailtaler Alpen, nach GEYER, Jb. 1897.

Gn = Gneiss.      KK = Kristalliner Kalk.      Wf = Werfener Schiefer.      C = Carditaschichten.  
 GI = Glimmerschiefer.      Q = Ob. Quarzphyllit.      Mk = Muschelkalk.      HD = Hauptdolomit.  
 Ph = Phyllit.      gS = Grünschiefer.      Wg = Wengere Schichten.      Rk = Rätkalke.  
 GIP = Plattiger Phyllit.      Gr = Gröden Sandstein.      Wk = Wettersteinkalk.      RM = Rätmergel.  
                                          Rh = Rät.



schieden werden kann; von den letzteren ist die nördliche eine einseitig gegen N fallende Rät-Lias-Mulde, welche sich aus der Gegend von Dölsach über den Weißensteinsattel in das schluchtartige obere Drautal verfolgen läßt und in der Gegend von Mittewald endigt; eine solche Mulde liegt zwischen der isolierten und vorgeschobenen Masse des Rauchkofels bei Lienz und dem Hauptkamm, sie zeigt einen von N her überkippten bis überschobenen Nordflügel, welche Störung Glimmerschiefer in der Galizienklamm aufschleppt und auch durch einen gangförmig in Liaskalk steckenden Kersantit (vielleicht ein basisches Endglied der tonalitporphyritischen Ganggesteine) ausgezeichnet ist. Die südliche Synklinale tritt von dem engegepreßten Faultensystem des Schatzbüchel her in die Lienz Dolomiten ein; am Riebkofel schließt sich an die Synklinale eine Antiklinale an, die am Gailbruch abscheidet; gegen W setzt sich die Mulde, verengt und z. T. von N her überschoben, fort, wahrscheinlich in die Scholle von Winnebach. — Hauptdolomit setzt die höchsten Gipfel der Lienz Dolomiten zusammen; er fällt gegen N; darunter erscheint gegen S Wettersteinkalk, welcher mit einer Störung das an Rät der Postalpe (Kolbnerspitz in Fig. 24), das zur Schatzbüchelgruppe gehört, herantritt.

Wie die Lienz Dolomiten, so ergibt auch die Schatzbüchelgruppe und die ganzen folgenden Gailtaler Alpen<sup>190</sup> den Querschnitt eines Faltengebirges und keine Wurzelstruktur. Ganz regelmäßig bauen sich die Falten über dem Gneis des Lesachtals auf; in der Grenzregion ist eine Reihe von gleichsinnig orientierten Längsbrüchen vorhanden, welche das kristalline und triadische Gebirge zerteilen. Über den Gailbergsattel setzen die Falten in die Reißkofel-Jaukengruppe fort; am Südhang ist eine gegen S geneigte Flexur

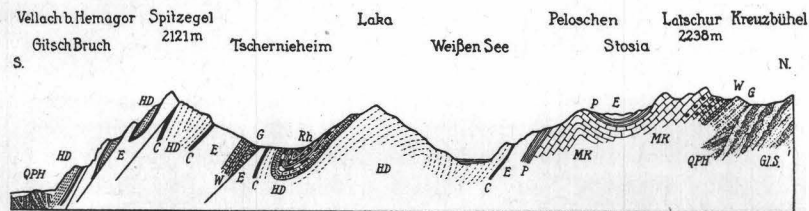


Fig. 25. Profil durch die Spitzegelkette, nach GEYER, V. 1901.

|                                  |                           |
|----------------------------------|---------------------------|
| Rh = Rätkalke u. Mergel.         | MK = unterer Muschelkalk. |
| HD = Hauptdolomit.               | W = Werfener Schiefer.    |
| C = Carditaschichten.            | G = Grödener Sandstein.   |
| E = Wettersteinkalk u. -Dolomit. | QPH = Quarzphyllit.       |
| P = Partnachsichten.             | GLS = Glimmerschiefer.    |

vorhanden, die Schichtwiederholung hervorbringt; ein schmaler Triasstreifen ist von der Hauptmasse abgetrennt, richtet sich steil auf und bekommt sogar eine überkippte Stellung; es macht den Eindruck, als ob die Trias grabenartig in Phyllit versenkt ist (Hochebene im Jaukenprofil, Fig. 24). Am Jauken selbst ergibt sich durch die Verschiebung der Hauptdolomitmulde eine Komplikation. Am Nordgehänge des Gebirges ist der Bau charakterisiert durch eine Antiklinale von Muschelkalk, verfolgbar von Stein im Drautal bis über Weißbriach; der nördlich folgende Hauptdolomit ist z. T. durch einen Bruch getrennt, der im Streichen sich wieder ausgleicht. Die Fortsetzung der Reißkofelgruppe liegt zwischen Weißensee und dem Gitschtal, wo die Muschelkalkwölbung unter Hauptdolomit usw. normal untertaucht, um nach einigen Kilometern wieder herauszutauchen. In den Bergen nördlich vom Weißensee herrscht die normale Folge von dem über der Zentralzone liegenden Verrukano und Grödner Sandstein (mit Porphyrlapilli, S. 46) bis in den Hauptdolomit, in den zum größten Teil der See eingebettet ist.

Mitten im breiten Triaserrain zwischen dem Drautal und Gailtal brechen Grödner Sandsteine am N.-Fuß der Spitzegelkette<sup>191</sup> auf; sie bilden das Liegende der Spitzegelscholle und sind gegen N auf die nächst anschließenden Schichten hinaufgeschoben (Fig. 25). Auch hier ist der Faltengebirgscharakter in den WNW streichenden Mulden und Sätteln, welche z. T. leichte Überschiebung gegen N (im Gegensatz zu den Lienz Dolomiten) zeigen. Die den Zentralalpen genäherten Partien zeigen mäßig ruhige Lagerung; je weiter gegen S, desto enger drängen sich die Falten zusammen. — In der Fortsetzung des Südrandes der Spitzegelkette, welcher einer Störung entspricht, liegt das Bleiberger Tal<sup>192</sup>; dieses entspricht der Fortsetzung jener Störung (Bleiberger Bruch); deren Sprunghöhe vermindert sich gegen Osten in dem Maße, in welchem der Dobratsch sich in dieser Richtung senkt, so daß in der Gegend von Heiligen Geist die Ausgleichung der Störung erfolgt; das Westende des Bleiberger Bruches dürfte im Mocnikgraben unter dem Reis-

kofel zu suchen sein, wo Grödner Sandstein unmittelbar an Kalk der oberen Trias abschneidet; die Störung trennt an der Südseite der Spitzgelkette steil südfallenden Hauptdolomit und Tonglimmerschiefer; an der Windischen Höhe und von da gegen O trennt sie auf ein langes Stück Trias vom Nötscher Unterkarbon. Der Dobratsch hat eine allgemeine Neigung gegen N und NO, also gegen die Bruchlinie; besonders klar ist der Aufbau der Westfront, wo über dem Unterkarbon von Nötsch Grödner Sandstein, Werfener Schichten, Guttensteiner Schichten und Wettersteinkalk bzw. -Dolomit liegt; eine Längsstörung, welche gegen O direkt in die Wandabbrüche des Dobratsch fortsetzt, von welchen im Jahre 1348 der große Bergsturz niedergegangen ist, bewirken Schichtwiederholungen. Gegen Ost senkt sich der Wettersteinkalk des Dobratsch an Querbrüchen treppenartig in die Tiefe; vielleicht wird das ganze System von der (fraglichen?) Warmbader Thermelinie geschnitten. Damit enden vorläufig die Gailtaler Alpen schief am Klagenfurter Becken. Ihre Fortsetzung liegt im nördlichsten Zuge der Karawanken.

Das mesozoische Gebirge von Lienz und der Gailtaler Alpen wird nicht, so wie es eine weitverbreitete Meinung voraussetzt, durchaus von Störungen begrenzt und vom Kristallinen im N und S getrennt. Teilweise sind wirkliche Störungen vorhanden. Die Falten des Lienzer Gebirges werden auf der Strecke Abfallersbach-Mittewald-Thal schräge abgeschnitten und stehen so dem Kristallinen des linken Draufers gegenüber; nach GEYER ist hier das Vorhandensein des Bruches geradezu auffallend<sup>193</sup>; das hindert nicht, daß das Kristalline an dem Faltenbau teilnimmt; am Mordbichl bei Thal stößt Rät, etwas weiter östlich Lias scharf an Glimmerschiefer, dazwischen liegt der Draubruich. Dieser schneidet dann die Dolomitmassen des Rauchkofels am Südufer des Tristacher Sees von der kleinen kristallinen Scholle, welche hier gegen das Lienzer Gebirge vorgeschoben ist; am Westgehänge des Rabanter Berges stoßen die saigeren Glimmerschiefer an SW-fallenden Hauptdolomit; diese Erscheinung läßt sich gegen Oberdrauburg verfolgen; im Simmerlacher Graben stoßen infolge einer Schleppung NO-streichende, sehr steil gegen NW einfallende Triasglieder, vom Bruch quer abgeschnitten, mit den Schichtköpfen an Glimmerschiefer. Der Bruch läßt sich bis Dellach verfolgen, wo er sich ausgleicht und ein Ende findet. — Der Draubruich ist daher lange nicht so markant, als es früher den Anschein hatte. Energische Störungen sind überhaupt nur oberhalb von Lienz vorhanden; sonst kann man von einem Verbrechen der Auflagerungsgrenze der Trias sprechen<sup>194</sup>.

Unter der Bezeichnung Gailbruch wurde eine Störung aufgestellt, die, wahrscheinlich eine Fortsetzung der Judikarielinie darstellend, am Südrande der Gailtaler Alpen gezogen wurde und bei Sillian vom Draubruich geschnitten wird (das letztere ist unmöglich, weil dazwischen die Scholle von Winnebach usw. liegt). Auch der Gailbruch streicht nicht konstant durch. Im Süden der Lienzer Dolomiten ist die Störung auffallend; Rät und Lias des Riebenkofels stoßen an Grödner Sandstein; aber weiter im W, am Golzentipp, scheint die Störung auszusetzen, und es stellt sich eine überkippte regelmäßige Schichtfolge ein und in der Trias erscheint weiter im N eine Störung. In dem weiteren Verlauf gegen O intermittiert die Störung öfters<sup>195</sup>; diese „Gaillinie“ verläuft ungefähr parallel dem Grödner Sandstein am Südrande des Mesozoikums. Bei Laas fällt das ganze Gebirge vom kristallinen Sockel steil gegen N ab, und es besteht kein Grund, eine größere Störung anzunehmen; doch gibt es im südlichen Teile der Schatzbüchelgruppe eine Reihe von gleichgerichteten Brüchen, welche Kristallin und Trias zerteilen; als Kollektivbegriff für diese Störungen kann die Bezeichnung Gailbruch festgehalten werden. Östlich vom Gailbergsattel stellen sich energischere Dislokationen ein, es kommt zur Abspaltung eines schmalen Triasstreifens. Der Gailbruch zieht weiter an dem Südrande der Reiskofelgruppe; der östliche Teil des Reiskofels ist tief abgesunken; parallel gehen Verschiebungen, welche Verstellungen von Schichten hervorrufen; die Bruchlinie schneidet die Spitzgelkette ab, trennt das Unterkarbon von Nötsch von der Trias und tritt in das Bleiberger Tal ein (S.124), die Triasmasse des Dobratsch

abtrennend. Dieser Umstand zeigt, daß es sich um eine Störung handelt, die keinen regionalen Charakter hat.

Südlich von den Falten des Mesozoikums ist eine Zone von kristallinen Gesteinen<sup>196</sup> vorhanden, welche im N die Basis für das Mesozoikum, im S die Grundlage für das Altpaläozoikum der Karnischen Alpen ist.

Südlich des Lienzer Gebirges sind Biotitgneise und (untere) Glimmerschiefer als Antiklinalen, mit Granatenglimmerschiefern in Synklinalen, vorhanden; ferner tritt Quarzphyllit (nicht oder kaum trennbar vom Altpaläozoikum der Karnischen Alpen) in mehreren Varietäten auf, die sich durch das Verhältnis zwischen dem linsen- oder lagenförmig ausgeschiedenen Quarz und dem Filz des Serizits unterscheiden. Die Hauptmasse der Phyllite, welche eine Fortsetzung der Pustertaler Phyllite sind (Anm. 161), schwenkt s. des Helm durch das Sextental und über den Kreuzberg in den Rücken des Col Rossone und Mt. Spina, wo sie unter südalpine Trias sinken, ein Zeichen für die enge Verbindung der Südalpen mit den andern Alpen darstellend. Am Mt. Spina und im Lesachtal führen die Quarzphyllite Einschaltungen von sandigen Grünschiefern, wahrscheinlich Derivate von Uralitdiabasen. — Im Lesachtal herrschen Gneise und die grobschuppigen (unteren) Glimmerschiefer vor; nur am Südrand ist eine Zone von Phylliten vorhanden. Im untersten Lesachtal erscheinen Granatenglimmerschiefer und Phyllite in Synklinalen; die Antiklinalen des Gneises tauchen unter, und es erscheinen dann nur mehr die Phyllite, in steiler Stellung einen engen Faltenbau zeigend. Auf der Dellacher Alpe bei Dellach im Gailtal liegen über Phylliten Grauwackenschiefer, Sandsteinschiefer, blaue Flaserkalke, schwere anthrazitische Thonschiefer; vielleicht handelt es sich um Karbon, um ein Äquivalent des Nötscher Karbons. — Östlich vom Reiskofel setzt der kristalline Sockel zwischen Gitsch und Gail als selbständiger Bergzug fort, aus Phylliten aufgebaut; er endet bei Hermagor; in den Phylliten gibt es lange Züge von Grünschiefer, ferner Graphitschiefer und Kalk. In der streichenden Fortsetzung erscheint das steil aufgerichtete, am Bleiberger Bruch abschneidende Karbon von Nötsch, dem im S in überkippter Stellung Quarzphyllite aufgelagert sind.

Durch die Lehrmeinung von der Trennung der Dinariden von den Alpen wird es bewirkt, daß durch die „alpino-dinarische Grenze“ das ein einheitliches gegen N gerichtete Falten- und Schuppensystem darstellende Gebirge der Karawanken in zwei Teile zerrissen wird, indem der mit nordalpiner Fazies ausgestattete Zug des Obir als ostalpin von den Dinariden getrennt wird (S. 130) und hier zur Erörterung kommt<sup>197</sup>.

Bei Geritschach in der Nähe von Warmbad Villach liegt Tonalit (S. 114) und andalusitführender Schieferhornfels; der Tonalit liegt in einer gegen N überschobenen Folge und ist eine Fortsetzung des Tonalites von Eisenkappel<sup>198</sup>. In den Westkarawanken tritt Silur-Devon, die Fortsetzung der Karnischen Alpen, an den Rand des Gebirges, dann folgt im S südalpine Trias (Mittagskogel), in welcher wie im Vellachprofil Tendenz zu Nordüberschiebungen herrscht. Die nordalpine Triasfazies, d. i. Fortsetzung des Obir, keilt gleichsam in den Westkarawanken aus, so daß dann „dinarische“ Gesteine den Nordrand bilden. Zur nordalpinen Fazies gehört jenseits des Loibltals der Rücken des Singerbergs und des Sinacher Gupf; die Lagerung am Südgehänge des Singerberges ist dem Ursulaberger sehr ähnlich, der erzführende Kalk verflacht gegen S und trägt auf seinem Rücken Carditaschichten und bei Windisch-Bleiberger Hauptdolomit; in den letzteren ist der Krischnigsattel eingeschnitten; mitten im Dolomit liegt eine Aufpressung von untersilurischen Schiefen.

Der Sinacher Gupf besteht aus erzführendem Kalk; die Trias, welche im Feistritztal in der nördlichen Vorlage des Silurs bloßgelegt wird<sup>199</sup>, gehört bereits zur Trias des Stou (= dinarisch); bezeichnend ist das Vorkommen einer Lagermasse eines porphyritischen Gesteins zwischen Schlerndolomit und der anisischen Schichtfolge im Liegenden. Es soll am Westabfall des Sinacher Gupf eine Störung durchgehen, welche den erzführenden Kalk und Hauptdolomit („ostalpin“) von der Trias der Taltiefe („dinarisch“) abschneidet, welche letztere die Eruptiva, d. i. ein besonderes Kennzeichen südalpiner Fazies, führt. Doch gibt es nördlich des Matschacher Gupfes noch nordalpine Fazies, denn bei Olipitz im Barental streichen noch Carditaoolithe und Kalke mit einer an Opponitz erinnernden Bivalvenfauna an den Rand der Karawanken aus. Es hat den Anschein, daß sich hier die nordalpine Fazies überhaupt nicht von der südalpinen trennen läßt.

Die nordalpine Fazies streicht in das Gebiet von Waidisch, wo der Nordrand der Trias ganz flach über das Sattnitzkonglomerat des Klagenfurter Beckens geschoben ist<sup>200</sup>, eine ganz jugendliche Bewegung anzeigend, welche wohl als Blockbewegung aufgefaßt werden muß. Südlich von Waidisch ist „dinarisches“ Oberkarbon (das aber ganz dem Grauwackenkarbon gleicht) über ladinischen Dolomit, der einer überstürzten Triasreihe angehört, ein kleines Stück aufgeschoben; eigentlich ist es eher eine Überkipfung. Es

folgen dann die Dachsteinkalkmassen des Schwarzen Gupf-Selice, dann der Obir, an dessen Aufbau neben Dachsteinkalk sich reichlich erzführende Kalke beteiligen; Carditazüge zeigen eine komplizierte Tektonik an; am Südrand taucht Trias mit Werfernern an der Basis in überstürzter Stellung unter einen Schieferstreifen (S. 127) hinab. Am Nordrand der Karawankenkette finden sich am Fuß des Schwarzen Gupfes (Freibachtal), des Obir (Wildensteiner Wasserfall), bei Miklautzhof, unter dem Jegartkogel, am Fuß der Petzen, bei Miesdorf-Miesberg, unter dem Horn und Ursulaberg wenig mächtige Schichten von Kössener Schichten, Liaskrinoidenkalk, Liasfleckenmergel und oberjurassischen Aptychenschichten, welche von den Karawanken überschoben werden; wahrscheinlich gehören als Basis zu diesen Schichten die Dachsteinkalke von Slimna und Miesberg und die Muschelkalkdolomite von St. Michael bei Bleiburg. — Von der Topitza bis in die Gegend von Schwarzenbach macht der Trias eine Bogenwendung, welche durch das N—S-Streichen bei Unterpetzen scharf markiert wird. So streicht nur ein Faltengebirge und keine Wurzel. In der Gegend von Schwarzenbach treten N—S-streichende Carditaschichten usw. an Granit, den Begleiter des Eisenkappler Aufbruches, heran<sup>1</sup>. Von Schwarzenbach gegen O herrscht O—W-Streichen bei kompliziertem Faltenbau, wie die Carditaschichten anzeigen; der Südrand, an welchem Überkipfung herrscht und eine wohl tektonische Reduktion der Trias (z. B. Fehlen des Ladinischen zwischen Muschelkalk und Carditaschichten) fast überall vorhanden ist, grenzt von Schwarzenbach gegen O an paläozoische Schiefer und Grauwacken. Es kulminieren die östlichen Karawanken in der Dachsteinkalkkuppe des Ursulabergs und werden dann von einer tektonischen Linie abgeschnitten, welche dem tertiären Meer — die Transgression beginnt mit den Sotzkaschichten — den Weg geöffnet hat; das Becken von Windisch Graz, das auf der Ostseite durch die Störung Weitenstein-St. Leonhard (S. 115) begrenzt ist, weist auch Grunderschichten auf, welche bis in das Lavanttal hineinreichen (S. 55). Jenseits des Tertiärbeckens, aber scharf vom Bacher durch die Weitensteiner Störung getrennt, liegt die Scholle von Oberdollitsch, aus erzführendem Kalk, Carditaschichten, Hauptdolomit und Rät, in nicht ganz einfacher Weise gebaut, bestehend.

Südlich des Nordkarawankenzugs liegt von Zell an über Ebriach-Eisenkappel-Koprein, dann nach einer Unterbrechung von Schwarzenbach über Roßwald liegt eine Zone von Grünschiefer mit Diabas und Diabastuff; diese Zone beginnt in der Gegend des Oslica, die Trias der Karawanken spaltet sich durch diesen Aufbruch; der südliche Teil ist der (dinarische) Zug der Koschutta-USchova. Die Zone der Grünschiefer usw. wurde früher als Gailtaler Schiefer angesprochen; daß sie aber vom Karbon zu trennen sind, zeigt ihre Stellung zum Karbon von Schaida. Die Zone, die paläozoisch (älter als Karbon) unbestimmten Alters ist, zieht bis über Koprein und endet an der Toppla an einem Querwurf der Trias der Petzen. Wenige Kilometer weiter im Osten tritt die Zone wieder hervor und zieht über Raßwald weiter und wird vom Bruch, der die Karawanken abschneidet, zum Verschwinden gebracht. Die ganze Zone ist kein einfacher Schichtenaufbruch, sondern ein Teil des gegen N vordringenden Karawankenprofils; sie nimmt an der Überstürzung des Vellachprofils teil. — Im Gebiete des Javoriagrabens erscheinen Grauwacken und Tonschiefer unter den Grünschiefern; d. s. dieselben Gesteine, wie sie auch auf der Nordseite der Karawanken bei Praevali usw. auftreten. Der Südrand der Grünschieferzone ist eine bedeutende Dislokation, an welcher die Tonalite, Granite, Gneise usw. des Eisenkappler Aufbruches tektonisch emporbefördert wurden. Diese Zone wird bereits zu den Dinariden geschlagen.

Die Karawankentrias und die Grünschieferzone (nicht aber der Eisenkappeler Aufbruch) schneiden an der Linie St.Rochus-Raßwald ab (siehe oben); die Senkung ist jünger als die oberjurassischen Aptychenschichten und älter als die Gosau, welche aus einem nördlicher gelegenen Verbreitungsgebiet in das Senkungsfeld eingreift; über die Falten der Karawanken transgrediert Gosau, welche bei St.Rochus in übergreifender Lagerung dem Bruchrand aufsitzt. Die Karawanken und daher auch die Gailtaler Alpen und ihre Fortsetzung sind ein prägosaisches Faltengebirge. Auch das Gebirge im Süden muß für dieses Alter herangezogen werden, denn das Gebiet von Domschale liegt noch innerhalb der Gosaudiskordanz<sup>201</sup>.

Die Tatsache, daß in der eben besprochenen Zone nordalpine Fazies herrscht, wird in theoretischer Beziehung verschieden bewertet. Jedenfalls ist der fazielle Kontrast nicht so groß, daß man auf weit getrennte Ablagerungsräume schließen muß; so zeigen der Zug des Obir und die ebenfalls gegen N gerichteten Falten und Schuppen des Kosutazuges zwar Faziesdifferenzen, aber nicht solche, die ein unmittelbares Nebeneinander der Bildungsräume unmöglich machen<sup>202</sup>. Der fazielle Kontrast zwischen dem Drauzug und den Südalpen ist nicht größer als einzelne Ver-

<sup>1</sup> Siehe Nachtrag S. 143.

schiedenheiten in den Zonen der Südalpen; das Fehlen des Bellerophonkalks in den Gailtaler Alpen usw. kann nicht als charakteristisch herangezogen werden, denn er fehlt auch dem Savesystem östlich der Laibacher Ebene; der bedeutendste Unterschied zwischen der dinarischen und der ostalpinen Fazies liegt in der Entwicklung der zonar vorhandenen ladinischen Eruptiva; doch gibt es auch am Krappfeld grüne Tuffe (S. 46), welche, wie KOSSMAT sagt, ganz den vulkanogenen Gebilden von Idria gleichen. Die Raibler Schichten sind zwar verschieden, aber ebenso hohe Unterschiede gibt es auch in den Nordalpen in ein und derselben Stufe; Hauptdolomit und Dachsteinkalk treten in beiden Gebieten auf; Kössener Schichten gibt es im Etschbuchtgebirge, Adnether Lias z. B. auf der Begunsica, Hierlatzkrinoidenkalk im Triglavgebiete. Es kann daher kein stichhaltiger Grund angeführt werden, der nordalpinen Fazies eine ausschlaggebende Bedeutung als Stütze für die Deckentheorie zu geben. — Daß die Schichtserie der Gailtaler Alpen und der Nordkarawanken mit Grödner Sandstein beginnt, kann nicht als etwas Besonderes erklärt werden, bei einer Gegenüberstellung zu den Karnischen Alpen; denn auch in den Südtiroler Dolomiten ist dasselbe der Fall, und auch im W der Judikarielinie liegt der Verrukano an der Basis der lombardischen Triasbildungen stratigraphisch diskordant über den Zentralalpen. Bei einer Gegenüberstellung der reichgegliederten jungpaläozoischen Serie der Karnischen Alpen mit den Gailtaler Alpen ist der Unterschied allerdings sehr auffallend; man muß zur Anschauung greifen, daß dazwischen ein kristalliner Rücken bestanden hat, der ja tatsächlich im Gailtal und auch südlich des Obir (Grünschiefer usw.) vorhanden ist; und auch gegen die Unterlage der Südtiroler Dolomiten muß man zu einer ähnlichen Auskunft greifen.

Die Gailtaler Alpen sind ein Faltengebirge<sup>203</sup>, zwischen zwei alten Gebirgen liegend und im großen eine Synklinale darstellend, nämlich zwischen der Südzone der Zentralalpen und dem Karnischen Gebirge, welche beide eine alte, später verwischte Tektonik zeigen. Sicher ist die Linie, an welcher der Drauzug gegen W ausspitzt, eine Hauptleitlinie der Ostalpen<sup>204</sup>; sie streicht aus dem Pustertal in O—W bis zum Brixener Granit; wo dieser beginnt, verschwindet der Drauzug. Am Westende herrscht Steilstellung und isoklinale Verfaltung mit Kristallin.

Im allgemeinen herrscht im ganzen Faltengebirgszug, bes. von den Gailtaler Alpen gegen O zu, die Tendenz zur Bewegung nach N. Bei dem keilförmig nach N vorspringenden Lienzer Gebirge neigen sich die isoklinen Falten, soweit sie einer nördlichen, den Zentralalpen genäherten Zone angehören, nach N; es zeigt sich dort auch bei den Längsstörungen, welche die Falten in einzelne Streifen zerlegen, eine nach S gerichtete Überschiebung des nördlichen Flügels über den Kern der Synklinalen; es macht, wie GEYER sagt, den Eindruck, „als ob hier die vordersten der von S her gefalteten Kalkalpen an den verhältnismäßig minder nachgiebigen kristallinen Schiefern eine Rückstauung erfahren hätten, der zufolge der Vorderwand der Dolomitfalten überkippt und nach S über die Rätkerne zurückgeschoben worden sei.“<sup>205</sup> Aber die Hauptmasse der Falten drängt nach N. Die Falten der Lienzer Dolomiten setzen nicht in die Gailtaler Alpen fort, da sie durch einen Bruch gegen S begrenzt werden (S. 124); die Falten der Schatzbüchelgruppe ziehen über den Gailberg in die Gailtaler Alpen weiter. Dieses Gebirge hat nirgends den Charakter einer Wurzel; dasselbe ist der Fall in den Karawanken<sup>206</sup>; an deren Nordseite ist eine Schubfläche vorhanden, welche den Gebirgskörper der Karawanken über eine mesozoische Stufe an seinem Fuße hinüber befördert hat. Die Karawankenkette Obir-Petzen ist, obwohl in sich gefaltet, durch Verschiebungsflächen betroffen und im großen wie die Gailtaler Alpen usw. eine große Synklinale darstellend, ein Glied der überstürzten Serie des Vellachtals; die scharfe Tendenz zur Nordbewegung hält in dem berühmten Vellachprofil bis zum Nordfuß der Steiner Alpen an. In

der streichenden Fortsetzung gegen O und W läßt sich dieselbe Tendenz erkennen; das ist auch der Fall im Verhältnis der Karnischen Alpen zu den Gailtaler Alpen und Lienzer Dolomiten, wo ebenfalls, aber etwas verschleiert durch das breite, mitten durchschneidende Gailtal, dieselben Beziehungen, dieselbe Tendenz des Ganzen gegen N herrscht wie im Vellachprofil. Zahlreiche Störungen der Karnischen Alpen lassen dies erkennen. Das Ganze erscheint als eine Serie von nordwärts drängenden Schichtpaketen, hervorgegangen aus Synklinalen (Obir, Kosuta) und Antiklinalen (Tonalit)<sup>207</sup>.

Das kristalline Gebirge des Gail- und Lesachtals, das — nach SUESS ostalpin — auch ein Paket in der Serie darstellt (tektonisch = den Grünschiefern von Koprein, Raßwald usw.), ist deutlich gefaltet, was durch die Gneisantiklinalen angezeigt wird. Dieser kristalline Streifen ist die Basis der karnischen Silurschiefer, welche auch über den Pustertaler Phylliten liegen; es bestehen daher zwischen dem kristallinen Streifen des Gail-Lesachtals und den Pustertaler Phylliten enge Beziehungen, und es können daher die beiden nicht einander gegenübergestellt werden als ostalpin und dinarisch. Die karnischen Silurschiefer dringen als Faltenwurzeln in die Pustertaler Phyllite ein und sind wegen der großen petrographischen Ähnlichkeit schwer und dann gar nicht mehr zu verfolgen.

#### IV. Die Bauformel der österreichischen Alpen.

Bevor auf eine kurze Erörterung der großen Struktur der Alpen eingegangen wird, sind einige Fragen zu erörtern. Im Sinne der Deckentheorie werden von den Alpen die Dinariden abgetrennt nach der Linie: Tonalelinie bis zu ihrem Zusammentreffen mit der Judikarielinie, Judikarielinie bis Meran, die Störungslinien im Bereich des Brixener Granits (S. 112), die Linie, welche zwischen dem Ostende des Brixener Massivs und dem Gailbruch den ostalpinen dinarischen Quarzphyllit trennt, die Linie des Gailtals (Gailbruch), die Südgrenze des nordalpinen Karawankenzugs, die Südgrenze des Bachergebirges. Diese Grenze, ausgezeichnet durch „einen mehr als 400 km langen und auf beträchtliche Strecken durch gleichartige Intrusionen von Tonalit ausgezeichneten Gürtel von tiefgreifenden Dislokationen“, trennt „die Dinariden, welche vorwiegend gegen S bewegt worden sind und welche in ihrer Gesamtheit die Merkmale der südlichen Grenzbogen Eurasiens an sich tragen“, von den vorwiegend gegen N bewegten Alpen<sup>208</sup>. — Die sog. alpino-dinarische Grenze hat einen ganz verschiedenen Charakter in den Teilstücken ihres Verlaufs; so steht die Tonalelinie, die überhaupt als Störung nicht nachzuweisen ist (S. 99) der Judikarielinie scharf gegenüber; denn im Gebiete der „Tonalelinie“ sind die zentrale Alpenkette und die als Dinariden bezeichneten Gebirgsketten unauf löslich verbunden, denn die gleichen Gruppen kristalliner Schiefer finden sich von den Orter Alpen bis in die Bergamasker Alpen und in die Adamellogruppe, und eine Verschiedenheit beiderseits der Tonalelinie fehlt<sup>209</sup>. „Die Tonalelinie“ endet an der Judikarielinie; wenn man das Vorhandensein einer Tonalelinie annimmt, dann muß sie gegenüber der Judikarielinie als sehr untergeordnet bezeichnet werden, denn diese letztere trennt verschiedene Regionen — verschieden in den Leitlinien, im Bau, teilweise in der geologischen Zusammensetzung. — Die alpino-dinarische Grenze schneidet durch das Brixener Massiv; sie trennt da nicht mehr verschiedene Gebiete; denn hier wie im Pustertal liegen südlich der angenommenen Linie Phyllite, diese Phyllite werden von den „ostalpinen“ nur durch den nördlichen Drauzug getrennt, der eine Synklinale im Kristallin darstellt. Die Pustertaler Phyllite stehen in enger Verbindung mit dem Kristallin des Lesach- und Gailtals, das ostalpin ist. Daher sind die Pustertaler Phyllite südlich der Schollen von Winnebach usw. nicht zu trennen von der ostalpinen Zentralzone und diese ist die Unterlage der Südtiroler Dolomiten (d. i. der Dinariden). Die alpino-dinarische Grenze müßte im Pustertal südlich der Schollen der Verlängerung des Drauzugs gelegt werden, wo aber keine solche Störung nachzuweisen ist; höchstens ist hier wie an zahlreichen anderen Stellen des Südrandes der Zentralalpen Überkipfung gegen S nachzuweisen. — Im Gailtal ist die alpino-dinarische Grenze überhaupt nicht nachzuweisen. Der Gailbruch kann als eine solche Störung nicht angesehen werden, denn er ist eine intermittierende tektonische Linie (S. 125), und der kristalline Streifen südlich der nordalpinen Fazies figuriert in den bisherigen Übersichten als Ostalpin; auf dem Kristallin liegt, mit ihm auf das engste verbunden, das karnische Altpaläozoikum; da ist keine Störung vorhanden. Dasselbe ist der Fall in den Karawanken, wo die alpino-dinarische Grenze nördlich des Tonalitaufruchs gelegt wird; es ist aber festzustellen, daß mit derselben Berechtigung diese Linie auch wo anders-

hin gelegt werden könnte. In den Karawanken eine Trennung in Alpiden und Dinariden vorzunehmen hat um so weniger Berechtigung, als das Gebirge vom Klagenfurter Becken bis zu den Steiner Alpen ein einheitliches nach N drängendes System darstellt. — Aus dem Angeführten ist der Schluß abzuleiten, daß die Alpen von den Dinariden nicht getrennt werden können, daß alle auf dieser Trennung basierten Spekulationen hinfällig sind<sup>210</sup>.

Die „alpino-dinarische“ Grenze ist durch große Stöcke von Massengesteinen, die meist tonalitischen Charakter haben, ausgezeichnet<sup>211</sup>. Nach SALOMON sind diese „periadriatischen, granitisch-körnigen Massengesteine“ zusammengehörig und gehören dem periadriatischen, bogenförmig gekrümmten und das einheitliche, adriatische Senkungsfeld umgebenden Bogen an; dazu gehören folgende Intrusivkörper: die aus mehreren Teilen zusammengesetzte Masse des Adamello, die ein Mittelding zwischen Lakkolith und Stock darstellt; der Kreuzberg und seine Fortsetzung im Iffinger-Brixener Granit, wozu als Anhängsel die kleine Masse des Rensengranits (S. 101) zu stellen ist; die langgestreckte Masse der Rieserferner, die von der Hauptlinie stark nach N abgerückt ist; die nun folgende lange Unterbrechung ist durch die Tonalitporphyritgänge des Iseltals, Polinik usw. überbrückt; dann folgt der Tonalit von Warmbad-Villach; dann der lange, von Granit und Granitporphyr begleitete Zug von Eisenkappel-Schwarzenbach; dann ein kleines Vorkommen im Weitensteiner Gebirge; die Porphyritgänge des Ursulaberges durchbrechen noch Oberjura und werden in kausalen Zusammenhang mit dem Tonalit von Eisenkappel gebracht. — Der Bacher scheidet aus der Liste der periadriatischen Eruptiva aus, wenigstens soweit Dazit und Granit in Betracht kommen; der prägosauisch und posttektonisch geförderte und auch postgosauisch nicht mehr gestörte Dazit ist wohl jünger als der Tonalit von Eisenkappel, der an der vorgosauischen Gebirgsbewegung der Karawanken teilnimmt.

Über das Alter der periadriatischen Eruptiva hat man wenige Anhaltspunkte; diese aber zeigen, daß sie nicht gleich alt sind; der Adamello ist posträtisch, wenigstens liassisch; das Brixener Massiv ist vorpermisch; für die Rieserferner und den Tonalit von Warmbad-Villach gibt es keinen Anhaltspunkt; der Tonalit von Eisenkappel ist vorgosauisch, wie seine Beteiligung am vorgosauischen Bau der Karawanken zeigt. Mit dem Nachweis verschiedenen Alters fällt auch der Zusammenhang der Tonalitintrusionen mit der Gebirgsbildung. — Mit der Frage der periadriatischen Intrusivmassen hängt die Frage der Porphyrite eng zusammen. Viele Porphyrite sind jung (Ursulaberg S. 127, Lienz S. 128, Bruneck S. 122); aus den Verhältnissen am Bacher wird man vielleicht auf Kreide schließen müssen; ein Schluß von den Porphyriten auf das Alter der Tonalite hat zur Voraussetzung, daß man einen kausalen Zusammenhang zwischen beiden annimmt. Keineswegs aber ergibt sich ein tertiäres Alter für Massen- und Ganggesteine. Wie STEINMANN sagt, ist die letzte Phase der Gebirgsbildung in den Alpen gekennzeichnet durch ausgedehnte Injektionen granitischer Natur im rückwärtigen Teil des Alpenkörpers; auf österreichischem Boden ergibt sich da kretazisches Alter (Bacher-Dazit; der Tonalit von Eisenkappel kann kretazisch sein, vor der prägosauischen Gebirgsbildung gefördert, durch diese dann in erstarrtem Zustand als Antiklinale und später als Schuppe aufwärts befördert, nimmt er teil am Bau der Karawanken; der Adamellotonalit kann auch kretazisch sein und in einem gewissen Zusammenhang mit der Gebirgsbildung stehen<sup>212</sup>).

Den grünen Eruptiva wird vielfach eine große Bedeutung zugeschrieben<sup>213</sup>; sie sollen an den großen Schubflächen liegen, eruptive Überschiebungsapophysen darstellen; die Beziehung der grünen Eruptiva zu Abyssiten ist keine Regel, denn in der Tauernhülle sind sie nicht an Radiolarite gebunden; sie sind ferner nicht an eine tektonische Zone (rätische Decke S. 12) gebunden. Gegen die Deutung der grünen Eruptiva als Überschiebungsapophysen läßt sich einwenden, daß es zahlreiche derartige Massen gibt, welche nicht so gedeutet werden können, denen eine Position an großen Schubflächen durchaus abgeht. Für verschiedene grüne Eruptiva ist Autochthonie nachgewiesen, bezw. behauptet worden; das gilt für den Rätikon; der Diabasporphyr der Gaisalpe bei Oberstdorf gehört hierher (S. 65), ebenso der Gabbro am Wolfgangsee (Anm. 94); ganz sicher ist es, daß die Peridotite am SO-Rande des Unterengadiner Fensters die Bündner Schiefer verändert haben und daher autochthon sind (S. 49). Die grünen Eruptiva werden als kretazisch angesehen; jedenfalls haben sie eine lebhaftere Gebirgsbewegung mitgemacht zum Unterschied von andern, vollständig unveränderten Eruptiva (Suldenite und Ortlerite des Ortler, Dazite des Bacher).

Eine notwendige Forderung ist es für den Bestand der Deckentheorie, daß alles was nördlich von den Zentralgneisen liegt, nach unten offen ist; über der Vortiefe nördlich der „Erhebungsachse“ der Tauern muß das Ostalpine als „schwebendes Vorland“ liegen. Eine zweite Forderung der Deckentheorie (nicht aber der Ansicht, welche an Stelle der Decken Differentialbewegungen, die sich zu Decken summieren, setzt), ist der synklinale Abschluß der Wurzelgebiete nach unten. Beides läßt sich durch Beobachtungen nicht beweisen. Daß in den Tauern Überschiebungsbau herrscht, zeigen die wiederholte,

deckenartige Übereinanderschaltung stratigraphisch gleicher Komplexe. Für die Deckentheorie ist die Frage nach den Wurzeln ungelöst<sup>214</sup>. Die Zentralgneise, die allerdings keine Decken, sondern teilweise liegende Falten sind, wurzeln mit ihrem südlichsten Teile; für alles andere ist keine Wurzel bekannt, bezw. das als Wurzel Angesprochene hat nicht den Charakter einer solchen.

Daß die Tauerntektonik eine nach N drängende Tendenz hat, ist klar; daß aber ein Deckenbau in dem gewöhnlich angenommenen Ausmaße bestehe, ist weder bewiesen noch notwendig zur Lösung der Tektonik; denn es brauchen tektonisch höhere Komplexe nicht eine südlichere Wurzel zu haben, sondern können abgeleitet werden von einem in Bewegung befindlichen Komplex durch Abfaltung; so brauchen die Tauerndecken<sup>215</sup> nicht aus der Südgrenze des Tauernleptontins bezogen zu werden, sondern können auch weiter im N wurzelnde Teildeckenabfaltungen von der relativ autochthonen Schieferhülle sein (S. 101); es scheint auch wahrscheinlich zu sein, daß „die Verschiebungsbeträge in höheren Niveaus größer sind als in tiefen und daß in den tieferen, eben Teilfalten geringeren Ausmaßes und Verschiebungsbetrages an Stelle der oberflächlicheren Riesentraine austreten.“<sup>216</sup> SANDER sagt: „Aus komplizierten Synklinen unbestimmter Tiefe im Süden der heutigen Zentralgneiswälder kommen nordwärts gerichtete Falten und Schuppen und legen sich, das vor ihnen befindliche stratigraphische und fazielle Äquivalent, nämlich die relativ autochthone Schieferhülle der Zentralgneise, tektonisch wiederholend und mit diesem „relativ autochthon“ bleibenden Vorland veraltet über dasselbe. Dieses relative „Vorland“, das heißt das Gneis-Schieferhülle-Areal nördlich vom südlichsten Faltenursprung, kann selbst wieder Synklinen aufweisen, welche relatives Autochthon enthalten, Teildecken von Süden empfangen und solche nach Norden abgeben. Die südlichste Syncline, von der Deckentheorie als die eigentliche Quelle alles nördlicheren ... betrachtet, hat geadeso wie die nördlicheren stratigraphisch äquivalente Ränder ...“ In diesem Sinne ist die Zone von Matrei (S. 101) keine Wurzel (welche Deutung ja auch die Verhältnisse am Tauernwestende widerlegen, Tfl. II. Fig. 2), sondern das zwischen den Tauerngneisen und den „alten Gneisen“ Liegende ist eine wenn auch sehr komplizierte Syncline. Das, was nördlich von der Schieferhülle der Tauern liegt, braucht nicht als ostalpin in das tektonische Hangende derselben gestellt zu werden; es braucht die nördlich von den Zentralgneisen liegende Zone nicht als nach unten offen angenommen zu werden, sondern kann auch als Syncline aufgefaßt werden. — Damit ist die Auffassung gegeben, daß im N und S der Tauern ein altes Gebirge vorhanden ist, zwischen welchem die Zentralgneise samt der Schieferhülle und den Tauerndecken ein kompliziertes nach N gerichtetes Überschiebungssystem, im größten Maßstabe eine komplizierteste Syncline, bilden; im W. liegt das autochthone oder relativ autochthone Ötzmassiv, neben dem und z. T. über das hinweg die Bewegung der Tauerngesteine stattfand. Im O der Tauern liegt die mächtige Masse des „ostalpinen“ Kristallins, das z. T. wohl der Schieferhülle nicht ganz fremd gegenübersteht und vielleicht ein ganz kurzes Stück von O her auf die Tauerngesteine hinaufgeschoben wurde. — Damit ist die Fenstertektonik der Tauern widerlegt (S. 107) und zugleich jene einzige Stütze beseitigt, auf der sich die Deckentheorie der Ostalpen aufbaute.

Von größter Wichtigkeit für den Bau der Ostalpen sind die O—W-Bewegungen<sup>217</sup>. Von solchen sind hervorzuheben die gegen W gerichtete Schuppenstruktur des Rätikon, die O—W-Verbiegungen im Lechtal, Anzeichen von O—W-Bewegungen im Wettersteingebirge, die gegen SW, W oder WNW gerichteten Überfaltungen im Sonwendgebirge, O—W-Verbiegungen des Tertiärs im Inntal, die mit einer O—W-Faltung zu verbindende Faltung des Tribulaunmesozoikums. In großartigem Maßstabe zeigen die ostalpinen Berge von Graubünden O—W-Bewegungen<sup>218</sup>. In der Ducangruppe und im Plessurgebirge sind die Triasfalten gegen NW überschlagen; mit der Annäherung an den Albula findet eine Umbiegung des Streichens über N—S nach SO statt; neben diesem gibt es noch eine Reihe anderer „rätischer Bögen“, deren Umbiegungsstellen des Streichens aus der NO- in die SO-Richtung auf einer W—O verlaufenden Linie liegen; nur der Piz Lad und der Jaggl liegen nördlich dieser Linie; alle Triasmassen liegen mit einer Gleitfläche auf ihrer Basis. Es liegt so zwischen Vintschgau und Prättigau ein gewaltiges, auf Bündner Schiefer liegendes, O—W bewegtes System vor, die rätischen Bögen; sie reichen vielleicht bis an den Nordrand der Kalkalpen; zu den Bögen gehört die W—O bewegte Mittagspitzmulde, ein noch weiter vorliegendes Bogenstück scheint der Rätikon zu sein. Die rätischen Bögen sind aus Faltung hervorgegangen, sie sind hintereinander aufgestaut, nacheinander entstanden und überschoben sich von O nach W treppenförmig. — Als Kraftzentrum kommt das südliche Ötztal in Betracht; es ist von da eine Schubmasse — eben die rätischen Bögen — gegen W abgegangen; es ist dabei klar, daß die Ortlergruppe in ihren tiefsten Teilen autochthon ist, worauf ihre Bewegung gegen S hindeutet; die Deckschollen des Umbrail, Chazföra usw. lassen sich auch von N oder NO ableiten. Nach diesem Gesichtspunkt ist das südlich vom Ortler liegende Autochthon. AMPFERER-HAMMER<sup>219</sup> werfen die Frage auf, ob die sich so auffallend gegen S zurückziehende Grenze zwischen den



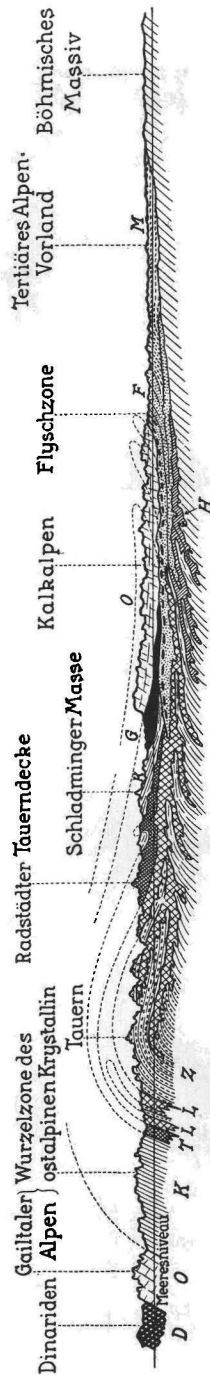


Fig. 26. Schematischer Durchschnitt des mittleren Teiles der Ostalpen; Schema der Deckentheorie. Nach UHLIG, M. W. G. II, 1909.

D = Dinariden. K = Ostalpines Krystallin. L = Schieferhülle. G = Grauwackenzone. M = Molasse.  
 O = Ostalpines Mesozoikum. T = Tauerndecke. Z = Zentralgneis. F = Flysch. H = Helvetisches Mesozoikum.

Ost- und Westalpen nur der Erosionsrücktrieb der ost-alpinen Decke, hervorgerufen durch die Höherwölbung der Schweizer Alpen, ist, wie die Deckentheorie meint, oder ob diese Begrenzung in der Struktur der Randzone begründet ist. Sie weisen auf das Strukturbild der Ostalpen an ihrem Westende hin: Abknickung der helvetischen Kreidezone (Sigmoide am Rhein), die damit parallel gehenden Ränder der Kalkalpendecken, die O—W-Bewegung in Graubünden. Es ist auch ein auffallender Parallelismus des Ostalpenrandes mit der noch posteoazäne Falten abschneidenden Judikarielinie, bzw. der periadriatischen Linie SALOMONS vorhanden; dies zeigt eine Knickung des Alpenstranges in großem Maßstabe an; dabei ist an der Judikarielinie eine Überkipfung der Zentralzone gegen die Südalpen vorhanden. Solche Bewegungen gegen die Südalpen, überhaupt dinarische Züge finden sich öfters in den Zentralalpen<sup>220</sup>; Ablenkungen im dinarischen Sinne zeigt die Linie Paternion-Villach, welche einzelne Züge der Gailtaler Alpen abschneidet; dinarisch ist die Richtung des Mölltals von Möllbrücken bis Obervellach (S. 104), der Brettsteiner Zug (S. 113), der Westabbruch des Bachers gegen Windisch Graz usw. Kräftige Südbewegungen zeigen sich an vielen Stellen, so in der Texelgruppe, wo sich das Bild einer gegen SSO überkippten Synklinale ergibt, im Gebirge auf der Nordseite des Vintschgau, am Südrande der Tuxer Gneise. Südbewegungen gibt es auch am Südrande der Kalkalpen<sup>220a</sup> vom Arlberg angefangen gegen Osten (bei Stuben Überfaltung der Trias gegen Süden, Werfen S. 74, auf der Südseite des Hochschwal bei Aflenz, ferner die Mandlingtrias usw.). Südbewegungen gibt es auch in den nördlichen Zentralalpen (die Tarntaler Schuppen sollen gegen Süden gerichtet sein; die Schuppentektonik der Grauwackenzone kann auf Südbewegung zurückgeführt werden). — Das alles muß bei Beurteilung der Deckentheorie in Betracht gezogen werden.

Den Vorstellungskreis der Deckentheorie erschöpft das nebenstehende Profil UHLIGS. Die Tauern sind danach ein Fenster, die Alpen sind von den Dinariden abzutrennen. In den vorigen Zeilen wurde das Material gebracht, welches die Deckentheorie zu widerlegen imstande ist. — So muß nach einer neuen Synthese gesucht werden, deren Gedankengang hier nur angedeutet werden kann<sup>221</sup>; die Grundlage hierfür ist vielfach die Verschluckungstheorie von AMPFERER-HAMMER<sup>222</sup>.

Die Tauern werden in der früher angeführten Weise gedeutet (S. 131); das Gebirge im S und N der Tauern ist altes, vielleicht variszisches Gebirge, das aber zur selben Zeit, in der die Tauern gestört werden, intensiv durchbewegt wird. Die nördlichen Kalkalpen liegen auf dem Gebirge im N der Tauern, ihrer Ablagerungsstätte, und wandern gegen N, da das Gebirge unter ihnen durch eine Verschluckungszone verschmälert wird; die nördlichen Gebiete der Zentralalpen vom Semmering bis zum Unterengadin sind eine Verschluckungszone; aus der sigmoid (d. i. parallel der alpino-dinarischen Grenze) umbiegenden Verschluckungszone wandern die Silvretta und die rätschen Bögen gegen NW und W. Die Bündner Schiefer, die im Unterengadiner Fenster erscheinen, entsprechen den NW-streichenden, überhaupt

nicht in den Bereich der Ostalpen gehörenden Westalpen. Das Gebirge südlich des Ortler, der Tauern und östlich derselben ist autochthon (bis auf den östlichen Teil). Im Süden der Zentralalpen ist dann ein Faltengebirge vorhanden. Eine Trennung von Alpen und Dinariden ist nicht statthaft. Die Lehre vom einseitigen Schub in den Alpen, welche durch die Deckentheorie ihre schärfste Betonung fand, ist eben doch unvereinbar mit dem Bau der Alpen<sup>223</sup>.

## V. Geologische Geschichte.

Wenn sich auch die Faziesgebiete der österreichischen Alpen nicht so scharf trennen lassen, wie es die Deckentheorie voraussetzt, so muß sich aus praktischen Gründen eine Darstellung der stratigraphischen Entwicklung an diese Faziesgliederung halten.

Im helvetischen Faziesgebiet ist die Schichtreihe vom Dogger bis zum Abschluß der oberen Kreide lückenlos (wenn man von den minimalen Bodenbewegungen im Gault absieht) vorhanden; von der Iller gegen Osten findet in der Oberkreide ein Fazieswechsel zur Nierentaler Fazies statt. — Vom Helvetischen ist tektonisch der Flysch abzutrennen, der ein altersunsicheres Gebilde darstellt; die Schichtfolge beginnt mit fraglichem Neokom; der größte Teil des Flysches ist wohl in die Kreide zu stellen; seine Sedimentation erfolgte in Deltas. Wichtig ist die Verbindung des Flysches mit der Gosau (S. 41); im ganzen Habitus des Flyschsediments liegt die Trennung von den Seewenschichten begründet; denn der Unterschied ist so groß, daß man getrennte Bildungsräume annehmen muß. Im Flyschgebiet ist auch Eozän vorhanden, meist grobklastisch entwickelt; eine Abgrenzung vom Kreideflysch ist nirgends sicher durchgeführt.

In der zentralalpinen (lepontinischen) Fazies ist die Trias wohl nicht lückenlos; im Rät finden sich lebhaft Anklänge an das Ostalpine, während der Jura nicht so direkt vergleichbar ist; am Brenner gibt es auch echt ostalpine Glieder (Carditaoolithe) usw. im Gebiete der „Tauerndecken“. In den Bündner Schiefen ist wie in der Tauernhülle Mesozoikum vertreten, in den ersteren auch obere Kreide (Prättigau) und Tertiär (Rozbreccie).

Die ostalpine Fazies zeigt eine reiche Schichtgliederung. Silur und Devon ist in der Grauwackenzone und bei Graz, Unterkarbon in der Grauwackenzone und bei Nötsch, Oberkarbon in den Zentralalpen (Nöslach, Stangalpe, Grauwackenzone) vertreten. Perm ist im Drauzug als Grödner Sandstein, am Südrande der nördlichen Kalkalpen spärlich als Verrukano vertreten. Mit der Trias beginnt die Reihe der in der alpinen Geosynklinale bis in die Kreide vielfach lückenlos abgesetzten Sedimente. Andeutungen von Lücken gibt es in der ladinischen Stufe in einzelnen Gebieten. In der Zeit des Hauptdolomits erfolgte in den randlichen Gebieten — aus den Kalkhochalpen macht sich gegen den Rand zu eine Abnahme der Schichtmächtigkeit geltend — sehr gering mächtige Sedimentation in Keuperfazies, d. i. ein Einbruch der germanischen Fazies in den Hauptdolomit. Schwankungen des Meeresstandes wurden zur Erklärung der Sedimentation des Dachsteinkalks herangezogen<sup>224</sup>. An einer Stelle der Kalkalpen wurde Transgression von Kössener Schichten über Lunzer Sandstein beobachtet<sup>225</sup>.

Der Lias zeigt eine bedeutende fazielle Gliederung; die bunten Cephalopodenkalke und die Fleckenmergel sind nach einer weit verbreiteten Lehrmeinung in größerer Meerestiefe abgelagert worden. Nach WÄHNER<sup>226</sup> fand vom untersten Lias bis in den oberen Jura eine allgemeine Vertiefung der Geosynklinale statt; diese Vertiefung hat aber nur die mittleren Teile des Ablagerungsraumes betroffen, denn die tiefsten Schuppen der Randkette und die juvavische Einheit bilden die Borde<sup>227</sup>. — So gibt es im Malm z. T. Tiefseebildungen.

Bezüglich der Deutung als Tiefseebildungen siehe S. 38. Gegen die Deutung der Oberalmer Schichten und Aptychenschichten als Tiefseebildungen ist ihre außerordentliche Mächtigkeit und die geringe Mächtigkeit des manchmal unmittelbar benachbarten Plassenkalks (z. B. Osterhorn-Spaterhorn) anzuführen.

Im Jura beginnen die Störungen der Kalkalpen, die wohl von der Intrusion des Ehrwaldits begleitet waren<sup>228</sup>.

Im Jura beginnt nach KOBER die Deckenwanderung<sup>229</sup>. Deckenbildung und Breccienbildung (auch Breccien, die mit Abyssiten wechseln, S. 69) gehen Hand in Hand; die Breccien entstehen nach KOBER bei Seebeben, bei Dislokationen, teils als Dislokations-

breccien, teils als Sedimentationsbreccien usw. Dieselbe tektonische Erklärung wendet KOBER auf die Entstehung des Flysches an.

Vielfach, nämlich in den Randgebieten der Geosynklinale, herrscht keine Konstanz der Sedimentation; das zeigt die Lückenhaftigkeit der Ablagerungen, das unvermittelte, parasitäre Auftreten einzelner Schichtglieder (z. B. Klaus-schichten am Dachsteinplateau)<sup>230</sup>.

In der Unterkreide ist eine positive Strandverschiebung eingetreten, denn es sind meist Bildungen aus seichtem Wasser vorhanden. Meist herrscht Konkordanz mit dem Jura und unterbrochene Sedimentation; doch gibt es auch übergreifend gelagertes Neokom. Sandige und konglomeratische Ablagerungen im Neokom deuten auf Bodenbewegungen.

Eine sehr spärliche Verbreitung hat der Gault; er liegt transgredierend; das Meer hat vom Helvetischen, von Norden her über die Randketten übergegriffen; es ist ein helvetischer Einschlag in die ostalpine Serie, der im Gault vorliegt.

An der Basis der oberen Kreide erfolgte eine gewaltige Störung und Aufrichtung des ostalpinen Gebirges<sup>231</sup>. Auch die Zentralalpen wurden kräftig gestört. Dann erfolgte eine gewaltige Abtragung, eine scharfe Einebnung der Falten und die cenomane Transgression, die einen litoralen Charakter hat. Vom Turon weiß man fast nichts. Am Ende desselben begann die Ingression und Ablagerung der Gosau. Die obersten Ablagerungen der Gosau, die Nierentaler Schichten, stellen Bildungen aus tieferem Wasser vor; sie müssen sehr gleichmäßig eingebnetes Land vorgefunden haben; nach ihrer Ablagerung müssen noch bedeutende Verstellungen vorgekommen sein, denn sie liegen auf dem Lattengebirge und in der Taltiefe bei Reichenhall.

An der Grenze von Kreide und Tertiär erfolgt wieder eine bedeutende Verschiebung von Wasser und Land („bayrische Faltungsphase“); darauf tritt die Transgression des Alttertiärs ein, welches in Buchten und Fjorde der Kalkalpen eindringt. Damit schließt die Schichtreihe der Kalkalpen; die geringen Reste von Jungtertiär haben nur z. T. horizontale Verstellungen durchgemacht.

Eine Sedimentation solcher Art, wie sie die doch zum größten Teil aus Seichtwasserbildungen bestehende Serie Trias-Unterkreide darstellt, ist nur auf dem Boden einer sich langsam senkenden Synklinale denkbar. Legt man die tektonischen Einheiten hintereinander, dann sieht man, daß im Juvavischen (Reiteralm usw.) und Hochtirolischen (Inntaldecke, Steinernes Meer), d. i. also im südlichsten Streifen der kalkalpinen Geosynklinale, die Sedimentation großer Komplexe bereits in der obersten Trias aufhört. Tieftirolisch (Kammerker usw.) und Hochbajuvarisch (Lechtaldecke) sind Stätten reicher Sedimentation in Lias, Jura, Unterkreide. Tiefbajuvarisch, d. i. der nördlichste Teil der Geosynklinale, zeigt geringe Mächtigkeit und lückenhaften Bestand, eben als Randzone. — Die kretazische Störungsphase verwischt diese Unterschiede, denn die Gosau transgrediert über alle Einheiten, so wie sie das auch über die Zentralalpen tut. Doch ist die Diskordanz in den südlichen Teilen der Kalkalpen größer als in der Randkette.

Andeutungen der variszischen Diskordanz sind in dem hier besprochenen Gebiete der österreichischen Alpen nicht nachzuweisen, da sie wohl durch die sehr starken späteren Störungen verwischt sind. Das klassische Gebiet dieser Diskordanz ist die karnische Hauptkette. — Eine Hauptstörungsphase hat in der mittleren Kreide stattgehabt. Die Basis der Gosauschichten stellt ein kräftig modelliertes Relief auf einem sehr gestörten Untergrund vor. Einzelne Hinweise auf diese große Diskordanz seien gegeben.

Aus der Stellung der Gosau von Brandenburg läßt sich folgende Geschichte erkennen: Gebirgsbildung vor der Gosau; Einschneiden von Erosionsrinnen; Ablagerung der Gosau; Gebirgsbildung; Ablagerung des Häringer Tertiärs; Gebirgsbewegung; Erosion<sup>232</sup>. Im Salzkammergut erfolgte die Faltung des Tieftirolischen (Schafberg), die Aufschiebung

der Gamsfelddecke auf die Hallstätter Decke vor der Gosau; nach Ablagerung derselben erfolgte eine neuerliche Störungsphase<sup>233</sup>. — Auch in den kristallinen Gebieten muß die Bewegung vorgosauisch gewesen sein, denn die Exotika der Gosau sind Schutt, der durch Bäche und Flüsse transportiert wurde; die gleichmäßige Verbreitung, starke Abrollung usw. verbinden eine direkte Herleitung von der Grauwackenzone und zeigen, daß zwischen diesen und den Gosaubecken ein weiterer Weg lag als heute, was seine Erklärung in der postgosauischen Zusammenschiebung des Gebirges findet. — Die vorgosauische Störung wird gezeigt durch die Kreidebucht von Groß Ramming im Unterenstal (S. 41), wo die scharfe Unterbrechung im Streichen der Kalkalpen, die Durchmischung von Gosaukreide und Flysch vorhanden ist; die Abschwenkung und ganze Tektonik des östlichen Teils zeigt einen postgosauischen Schub aus SO an. — Im Höllensteinzug geht der Ablagerung der Gosau die Faltung und eine Zeit der Erosion voraus, so daß die Gosau über einem alten Relief liegt, bald einer Antiklinale folgend, bald eine Mulde bedeckend, bald als Lappen übergreifend. — Die diskordante Auflagerung der Gosau über ein gestörtes Land ist — abgesehen von zahlreichen anderen Beispielen auch noch in den Zentralalpen zu sehen, nämlich in der Gosau der Kainach, die über paläozoische Gesteine übergreift, ferner an der noch stark gefalteten Gosau des Krappfeldes, die über der Trias und auch über deren kristalline Umrahmung übergreift. Vorgosauisch waren die geringen, faltenden Störungen, welche die südöstlichen Zentralalpen (Gegend von St. Paul usw.) erlitten haben; denn die Gosau ist stellenweise (z. B. Bacher) nicht gefaltet, sondern nur vertikal verstellt (z. B. Gosau von Rabenstein-Windisch-Graz und Jesurkoberg). — Gosau transgrediert über den Ostabbruch der Falten der Karawanken. — Aus allen diesen Überlegungen ist vom Standpunkt der Deckentheorie die Zeit der Hauptdeckenbewegung vor der Ablagerung der Gosau gestellt worden<sup>234</sup>.

Die kretazische Gebirgsbewegung ist zweifellos ein innerostalpinisches Ereignis; spätere Störungsphasen folgten, wie folgende Angaben, für den mittleren Teil der Kalkalpen aufgestellt, wohl aber für die ganzen Kalkalpen geltend, zeigen<sup>234a</sup>, im Tirolischen gab es eine energische Störung in der Kreide, wobei es zu Deckenschüben kam (innerhalb des Tirolischen und Aufschiebung des Juvavischen). Senon und Alttertiär sind über Tirolisch und Juvavisch so abgelagert wie sie heute liegen; die spätere alttertiäre Faltung differenziert in der Richtung mit der kretazischen. Dagegen kommt im Tiefbajuvavischen die vorgosauische Störung fast ganz zum Ausklingen. Die Diskordanz verstärkt sich aber im Hochbajuvavischen, aber ohne daß bedeutende tektonische Störungen vor der oberen Kreide auftreten; denn die tektonischen Flächen sind durch das Vorhandensein von Gosau ausgezeichnet; vor der Ablagerung des Alttertiärs (z. B. Reit im Winkel) war schon ein Querbruchsystem vorhanden; es gibt daher postsenone und praemittelleozäne Störungen, d. h. eine paläocäne Faltungsphase. Da aber noch Alttertiär in den Bau einbezogen wurde (Nordabfall des Kaisergebirges S. 72), so gibt es auch posteoazäne Störungen; diese nach- und jüngstoligozäne Bewegungen sind nicht Faltungen, sondern Deckenförderungen im Block.

Besonders schwierig ist die vom Standpunkte der Deckentheorie aus gestellte Frage zu beantworten, wann das Ostalpin über das Lepontin geschoben wurde. An dem Aufbau des Lepontinischen nimmt teil Oberkreide (couches rouges bzw. Globigerinenschiefer im Prättigau, eventuell Tertiär im Unterengadin); daraus muß man auf einen postkretazischen Schub des Ostalpinen auf das Lepontinische schließen; als obere Altersgrenze ergibt sich aus der Lagerung des Mürztaler Tertiärs zum Semmeringfenster eine Bewegung vor der II. Mediterranstufe<sup>235</sup>. — Zu einem andern Schluß kommt man von einer andern Gedankenreihe aus<sup>236</sup>; aus der Zusammensetzung der Nagelfluh muß man schließen, daß die Kalkalpen zu Beginn des Oberoligozäns schon im N auf dem Helvetischen gelegen sind; für eine solche Lage der Kalkalpen spricht auch die enge Verbindung mit dem Flysch. Daraus muß man schließen, daß die Kalkalpen (von ihrer Gailtaler Wurzel, S. 128) und das im Sinne der Deckentheorie als Ostalpin anzusprechende Kristallin bereits vor der Gosau die lepontinischen Decken überstiegen hat. — Der Verfasser hat aus den beiden zweifellos richtigen Schlußreihen die Konsequenz gezogen, daß eine Ableitung der Kalkalpen aus einer Wurzel im Drauzug — und damit die jetzt bestehende Form der Deckentheorie — unmöglich ist.

Andeutungen von gebirgsbildenden Vorgängen, welche, nach der Kreide eintretend, der alttertiären Transgression vorangingen, gibt es auch in den Zentralalpen (= Krappfeld). Posteoazän ist jedenfalls die Überschiebung der Kalkalpen auf den Flysch<sup>237</sup>. Auch die Verschuppung des Helvetischen mit dem Flysch erfolgte posteoazän. Die Aufschiebung der Flyschzone auf die Molasse und die damit verbundene Blockbewegung erfolgt jedenfalls im jungen Miozän<sup>238</sup>. Das ist

jene gebirgsbildende Bewegung, der man früher die Aufrichtung des gesamten Alpengebäudes zugeschrieben hat.

Nach diesem tektonischen Ausbau der Ostalpen gab es zwar noch Störungen, wie z. B. die Verstellungen des Jungtertiärs in den Alpen (S. 54) zeigen. Aber im allgemeinen herrscht Ruhe, die Zertalung beginnt; nur das Tertiär des Ostrand es ist eine Stätte der Unruhe, hier spielt sich ein nicht unbedeutender Vulkanismus ab. Darauf folgte die Diluvialzeit mit der endgültigen Ausgestaltung des Talnetzes. Die Veränderungen seither sind ganz unbedeutend.

## VI. Technisch wichtige Vorkommen.

Der im Vorstehenden erörterte Abschnitt der österreichischen Alpenländer weist einige sehr wichtige Bergbaue auf; besonders berühmt ist die Gewinnung von Eisenerzen in Steiermark, ferner der Magnesitbau und der — allerdings fast auf den Rand konzentrierte — Bergbau auf Braunkohlen.

### Erze.

Die Erzführung der Ostalpen ist sehr reichlich. An erster Stelle steht das Eisen; in einzelnen Gebieten geht der Abbau bis in vorgeschichtliche Zeiten zurück (Eisenerz); heute allerdings sind im Gegensatz zu früheren Zeiten die ganz wichtigen Abbaue auf wenige Punkte konzentriert. Die Erzlagerstätten zeigen eine Art von gesetzmäßiger Anordnung; nach GRANIGG<sup>239</sup> läßt sich derselbe Lagerstätten-typus, d. h. dieselbe Metallvergesellschaftung, oft auf mehrere 100 km im Streichen verfolgen; diese Metallzonen nehmen in ihrer ganzen Erstreckung dasselbe geologische Niveau ein. GRANIGG stellt folgende Metallzonen auf: I. Die Aureole von Gold-, Silber- und Kupfererz-lagerstätten der Zentralkerne der Hohen Tauern und ihrer Schieferhülle. II. Die Erz-lagerstätten in den Muralpengesteinen, d. s. die metasomatischen Spateisenstein-lagerstätten vom Typus Zeyring-Hüttenberg, die Kieslager zwischen den beiden Typen Lamprechtsberg und Oeblarn, die arsenigen Goldquarzgänge, der reine Bleiglanz-Zinkblende-Typus. III. Die Lagerstätten der nördlichen Grauwackenzone, d. s. die kristallinen Magnesite des Karbons, die Spateisenstein-, Kupferkies-, Zinnober-, Fahlerz-lagerstätten vom Silur bis zur Basis der ostalpinen Trias. IV. Die Lagerstätten des ostalpinen Paläozoikums unmittelbar nördlich des Drauzuge, d. s. Magnesite, Zinnober-Fahlerz-Vorkommen, Eisenstein-lagerstätten, Bleiglanz-Zinkblende. V. Die Bleiglanz-Zinkblende-Vorkommen der ostalpinen Trias zwischen Vorarlberg und Türrnitz, bzw. zwischen dem Jauken und dem Ursulaberg.

Die Eisenerze sind das wichtigste bergbauliche Produkt der Alpenländer<sup>240</sup>. Den Wert der Lagerstätten setzt das Fehlen eines genügenden Heizmaterials herab, das jetzt zum großen Teil aus der Ferne bezogen wird. Spateisenstein kommt bes. in der Grauwackenzone zwischen dem Semmering und Liezen vor. Nach GRANIGG<sup>241</sup> ist in einem schmalen Terraintreifen von Payerbach bis Schwaz eine gut charakterisierte Serie von Erz-lagerstätten vorhanden, die „Variationen desselben Typus“ darstellen. Die Lagerstätten treten z. T. nur im Silur, z. T. nur an der Basis der Trias auf; sie bilden Stöcke und Linsen (metasomatisch im Kalk), Gänge, Lagergänge. „Der stoffliche Bestand dieser Lagerstätten ist vor allem durch die Mineralien: Spateisenstein, Kupferkies, Zinnober und Fahlerz charakterisiert.“ Die Menge der vier Minerale wechselt, daher findet sich Bergbau von verschiedenem Charakter, nämlich Spateisensteinbau, Kupferkiesbau, an dritter Stelle der Wichtigkeit Fahlerzbau. Zwischen Payerbach und Liezen herrscht der Spateisenstein. Wichtige Lager von Spateisenstein befinden sich in der Radmer, bei Niederalpel, Gollrad, Altenberg und besonders in der Umgebung von Eisenerz, am Erzberg;

das Lager des Erzberges liegt im devonischen Kalk der Grauwackenzone (Sauburger Kalk); seine Unterlage bildet die körnige Grauwacke von Eisenerz, d. i. ein metamorpher Quarzporphyr, von dem das Devon durch eine Störungsfläche getrennt ist; das Spateisensteinlager ist 160—200 m mächtig; im Jahre werden 17 Millionen Zentner abgebaut; der Spateisenstein ist metasomatischer Entstehung<sup>242</sup>.

Metasomatische Spateisensteinlager sind im Brettsteinkalk, der von Pegmatiten durchdrungen wird, vorhanden; hierher gehört der Spateisenstein von Oberzeyring und jenseits der Antiklinale von Glimmerschiefern der Abbau von Hüttenberg. GRANIGG<sup>243</sup> hebt es als charakteristisch für diese Lagerstätten hervor, daß in der Nähe des Erzes sowohl im Kalk als auch im Glimmerschiefer Pegmatite vorhanden sind; Gneise sind als Injektionsgneise aufzufassen. Die Lagerstätten sind im Kalk Linsen, im Glimmerschiefer Gänge. „Besonders charakteristisch ist für diesen Zug neben dem Arsenkies aber das Auftreten von silberhaltigem Bleiglanz und von Zinkblende“; Spateisenstein ist vorherrschend. — Zahlreiche Erzlagerstätten sind — wegen der Konzentration in große Betriebe — nicht mehr im Abbau, so z. B. die Eisenvorkommen der Gurktaler Alpen, Kitzbühler Alpen usw. Erwähnt seien hier noch die sedimentären Eisenerzvorkommen von Kressenberg und vom Grünten in Bayern.

In den Revieren von Brixlegg und Schwaz tritt „das Fahlerz in wirtschaftlich beachtenswerten Mengen auf, ohne daß indessen die Spateisenstein- und Kupferkiesgänge verschwunden wären“<sup>244</sup>. Die Lagerstätten sind fast ausschließlich an den Schwazer Dolomit gebunden. Zahlreiche alte Gruben erinnern an die Bedeutung, die dieser Bergbau einst im Unterinntal gehabt hat.

Von den Kupferkiesvorkommen ist der größte Teil außer Betrieb. Das wichtigste Vorkommen ist der Bergbau Mitterberg bei Bischofshofen, welcher derzeit am meisten Kupfer in den österreichischen Alpen (75—80 000 q) fördert; ferner seien erwähnt die Vorkommen von Kitzbühel und Kallwang, dann ein Bergbau im Fraganttal in den Hohen Tauern. — Viele Kieslagerstätten finden sich in der südlichen Randzone der Zentralalpen; im Norden liegen nur die Vorkommen vom Seekar in den Radstädter Tauern und von Oeblarn<sup>245</sup>; es sind Gänge oder Lagergänge, immer aber epigenetische Lager, durch das Auftreten von Schwefelkies, Magnetkies und Kupferkies charakterisiert. Oeblarn produziert 39 000 q, Sillian im Pustertal 14 000 q Schwefelkies.

**Blei-Zink-Vorkommen** gibt es in den zentralen Alpen; so in der Umgebung von Passail-Frohnleiten, von St. Veit in Kärnten; die Produktion ist nicht bedeutend. Hier ist auch die Lagerstätte von Schneeberg in Tirol zu nennen. In den nördlichen Kalkalpen gibt es solche Lager von Vorarlberg bis Türritz in Niederösterreich. Bescheidene Gruben bestehen bei Imst, Nassereith, Leermoos usw. Sehr wichtig sind dagegen die Kärntner Vorkommen, von welchen Bleiberg-Kreuth, Kreuzen, Obir, Petzen, Mieß besonders genannt seien. Bleiberg war schon in der vorrömischen Zeit bekannt und wird seit dem 11. Jahrhundert wieder ausgenutzt; es produziert 50 000 q Bleiglanz. 26 000 q Zinkerze; sehr wichtig ist auch Mieß mit 86 000 q Bleiglanz an Jahresproduktion. Die Erzführung ist an den ladinischen erzführenden Kalk oder Dolomit der Karawanken gebunden und dringt bis zu den undurchlässigen Carditaschichten vor; sehr wichtig sind Spalten, d. h. Verwerfungen, welche den Kalk oder Dolomit durchbrechen, bzw. die Grenze des ladinischen Kalkes nach oben; bald sind die Spalten, bald der Kontakt mit den Schiefen durch die Erzführung ausgezeichnet. Diese Lagerstätten sind metasomatisch. „Ihrer Form nach stellen demnach diese Lagerstätten Stöcke, Säulen, Schläuche und auch Platten dar. Der stoffliche Bestand ist ziemlich monoton. Bald herrscht Bleiglanz, bald Zinkblende vor.“<sup>246</sup> An einzelnen Stellen ist der Bleiglanz silberfrei, an anderen nicht.

An die Zentralgranite sind Goldvorkommen gebunden, welche in Form von Gängen oder Lagergängen auftreten. Die wichtigsten Vorkommen sind der Rathausberg bei Gastein, wie überhaupt das Gebiet von Rauris und Gastein besonders reich an diesen Vorkommen ist. Des weiteren sind zu nennen der Fundkofel bei Greifenburg, der Bergbau Heinzenberg bei Zell am Ziller.

### Nicht-Erze.

**Kohlen** werden hauptsächlich in Steiermark gewonnen, aber nur ein kleinerer Teil dieses Abbaues fällt in den Bereich des hier erörterten Alpenanteils<sup>247</sup>. Steinkohle kommt an einer ganz beschränkten Stelle bei Turrach im oberen Murtal vor, ferner werden hieher die mesozoischen Kohlen von Nieder- und Oberösterreich gestellt; es sind darunter triadische Kohlen aus der Lunzer Entwicklung der Trias (Schrammbach-Lilienfeld, Lorch, Lunz, usw.); in den Grestener Schichten gibt es ebenfalls Kohlen (z. B. Hinterholz, Grossau, Pechgraben); in der Gosau liegt die Kohle von Grünbach-Klaus.

Am Randgebiete des Wiener Beckens liegt in einem Becken der Kalkalpen eingebettet die neogene Braunkohle von Grillenberg; die Mulde ist mit Leithakalk und Leithakonglomerat ausgefüllt. Kleine Vorkommen neogener Braunkohle finden sich auch in der Umgebung von Aspang-Pitten; den Schichten von Eibiswald-Wien ist äquivalent das Braunkohlenvorkommen von Hart bei Gloggnitz.

Sehr reich an Braunkohlen ist Obersteiermark. Auf der Stoderalpe liegt, umgeben von Dachsteinkalk, in 1700 m Höhe und isoliert durch eine vertikale Verstellung von ca. 900 m Höhe ein kleines Braunkohlenvorkommen, das sehr gute miozäne Braunkohle liefert. Sehr wichtig ist das jungtertiäre Braunkohlenvorkommen von Fohnsdorf, das sich an Glimmerschiefer anlehnt und auf mehr als 5 km Länge erschlossen ist. Überhaupt treten im Judenburger Becken und dessen Umgebung zahlreiche Braunkohlenvorkommen auf, so z. B. bei Obdach usw. — Nördlich von Leoben liegt auf Phylliten braunkohlenführendes Jungtertiär, das ziemlich stark gestört ist; die Braunkohle wird im Seegraben und Tollinggraben abgebaut. Mit denselben geologischen Verhältnissen sind die Kohlen von Trofaiach, ferner im Müürztal die von Parschlug zu nennen. Dem Turnau-Aflenzer Jungtertiärbecken gehört das Braunkohlenvorkommen von Göriach an.

Wo die Zentralalpen in Mittelsteiermark unter das Mittelsteirische, schon zur Ausfüllung des pannonischen Beckens gehörige Jungtertiär sinken, da liegen Braunkohlen am Rande des alten Gebirges, an der Basis des Jungtertiärs; die braunkohlenführenden Schichten sind Äquivalente der Lignite von Pitten, sie sind wie die oben genannten obersteirischen Braunkohlen als Schichten von Eibiswald-Wies anzusprechen<sup>248</sup>. Hier seien nur die beiden größten Reviere genannt: Voitsberg-Köflach, Eibiswald-Wies. Der Natur dieser Ablagerung entsprechend gibt es auch Braunkohlen innerhalb des Gebirges (z. B. Rein).

In Kärnten gibt es neben miozänen auch eozäne Braunkohlen. Im Eozän des Krappfeldes werden bei Sonnberg Braunkohlen abgebaut; das Eozän, das nicht nur über der Krappfeldgosau liegt, sondern auch über die Phyllite der Umrahmung übergreift, beginnt mit roten fluviatilen Tonen, darüber liegt das Kohlenflöz, dann folgen Sandsteine, Mergel, dann ein zweites Kohlenflöz, begleitet von Brandschiefern mit Brackwasserfauna, dann Mergel mit Kohlenschmitz, dann Nummulitenmergel und Nummulitenkalk. — Im oberen sowohl als auch im unteren Lavanttal treten miozäne Braunkohlen auf (in der Nähe von St. Leonhard, bes. aber in der Tertiärmulde des unteren Lavanttals, d. i. bei Mühlendorf und St. Stefan. Am Nordrande der Karawanken gibt es in den ausgedehnten, vielfach von Diluvium

verschütteten Tertiargebieten eine Reihe von Braunkohlenvorkommen; bes. wichtig ist davon der Bau von Liescha.

In Tirol treten Braunkohlen auf in den alttertiären Häringer Schichten (S. 44); im Liegenden der Kohle befinden sich meist Brandschiefer, in den Hangendlagen Mergel. Das Tertiär ist stark aufgerichtet.

Im Anschluß daran sei der **Torf** erwähnt, der eine nicht unbedeutende Verbreitung in einzelnen großen Tälern hat, z. B. im Ennstal, bei Salzburg und Klagenfurt.

Auf die Grauwackenzone hauptsächlich ist das Vorkommen von **Graphit** beschränkt, dessen Entstehung auf regionalmetamorphem Wege zu erklären ist<sup>249</sup>. Die graphitführende Serie (S. 48) beherbergt Bergbaue bei Trieben, Wald, Kalwang, Mautern, Bruck, Tragön usw. Der Graphit liegt in Graphitschiefern. In der Grauwackenzone liegt ferner das wichtige Talkvorkommen von Mautern; ein anderes befindet sich bei Anger; der Talk ist durch Umsetzung von Schiefen infolge der Zufuhr von magnesiareichen Lösungen entstanden, welche Kalk in Dolomit und Magnesit umgewandelt haben<sup>250</sup>.

Besonders in die Grauwackenzone treten die **Magnesite**, in Kalke und Dolomite eingelagert, auf; sie sind Stöcke und Linsen und sind epigenetischer Entstehung. Große Abbaue bestehen in der Veitsch im Mürztal (das größte Magnesitwerk der Erde), am Semmering, bei Tragöß, im Sunk bei Trieben; ferner gibt es ein großes Lager auf der Millstätter Alpe in Kärnten. Nicht oder nur in geringem Maßstabe in Abbau stehende Lager gibt es an mehreren Stellen; so in der Breitenau bei Graz, bei Wald usw.

**Asphalt** gibt es bei Seefeld und Pertisau in Nordtirol; er tritt im Hauptdolomit auf.

Wichtig ist der **Salzbergbau** der nördlichen Kalkalpen; der Abbau reicht an verschiedenen Stellen tief hinter die historischen Zeiten zurück. Die Bedeutung des Salzabbaues zeigen die verschiedenen „Salzstraßen“ der österreichischen Alpenländer. „Die erste Stelle in der Produktion nimmt das Salzkammergut ein mit 923 000 q Sudsalz und 246 000 q Industriesalz, an zweiter Stelle steht Hallein (155 000 bzw. 127 000 q), an dritter erst Hall in Tirol (120 000 bzw. 50 000 q).“<sup>252</sup> Dazu treten noch die bayrischen Lager von Berchtesgaden-Reichenhall. Die Bestandteile der Salzlager sind<sup>253</sup> Steinsalz, Polyhalit, Anhydrit, Salzton; die Salzlager liegen, in einer außerordentlichen Weise gestört, im Haselgebirge (S. 15). Die tektonische Durchbewegung wird durch Schüblinge von mesozoischen Gesteinen und von Eruptivgesteinen markiert. Vielfach ist das Haselgebirge eine Breccie mit Steinsalz als Bindemittel und Komponenten aus Steinsalz, Anhydrit, Salzton. Im Berchtesgadener Salzgebirge wurde festgestellt<sup>254</sup>, daß der sogenannte Salzstrich jünger ist als die Einbettung der fremden Schüblinge, da diese die Kontinuität des Salzlagers nicht stört. Die Genese des Salzstriches selbst ist auf Gebirgsbewegungen bei der Entstehung des Gebirges zurückzuführen. Manchmal zeigen die Gestalt des Lagers und die Stauchungen an, daß es sich da um bewegte Massen handelt.

In einzelnen Gebieten ist die **Steinbruchindustrie** von Wichtigkeit. Hier sei genannt der Abbau des gosauischen Untersberger Marmors, des Liaskalks bei Adneth, der weißen Marmore von Sterzing, der berühmten Laaser Marmore (Vintschgau); ferner sei erwähnt der Abbau von Material für Zementbereitung bei Kufstein, Perlmoos, Hallein, Gmunden, in der Umgebung von Wien, von St. Bartelmae bei Graz, von Gummern bei Villach.

Ferner sei gedacht der radiumhaltigen **Therme** von Gastein, dann der an der Thermenlinie liegenden Thermen von Baden und Vöslau, der Thermen von Brennerbad und Warmbad Villach und Tobelbad bei Graz. Sehr zahlreich sind die Mineral-



quellen, von denen genannt seien Pejo und Rabbi am Sulzberg, Eisenkappel, Praevali, Preblau; außerhalb des alpinen Terrains, nämlich im mittelsteirischen Tertiär, liegen die zahlreichen Mineralquellen der Umgebungen von Gleichenberg und Radein, deren Zusammenhang mit dem jungtertiären Vulkanismus klar ist.

## Nachträge.

**Zu S. 10.** Im Wiener Wald wurde durch Fossilfunde eine stratigraphische Gliederung des Flysches erreicht (JÄGER, M.W.G. VII, S. 122ff.). In das Neokom (von früheren Autoren als Eocän oder Oberkreide angesehen) gehören Sandsteine mit Aptychen, sandige Kalke, reich an Foraminiferen; in beiden Gesteinen finden sich nicht selten Granitblöcke. In das Neokom gehören auch Klippen von Aptychenkalken (S. 141). Der Neokomflysch bildet die nördlichste Zone des Flysches bei Wien. — In die obere Unterkreide und wohl noch in die Oberkreide gehören Glaukonitsandsteine. — Die Oberkreide ist wahrscheinlich in allen Abteilungen vertreten; Cenoman wurde von TOULA nachgewiesen; die Ablagerungen der Oberkreide zeigen am besten den Flyschcharakter, es sind Seichtwasserbildungen, Sandsteine, Schiefertone, Mergel; es sind gar nicht wenige Versteinerungen nachgewiesen. — Das Eozän ist in zwei verschiedenen Folgen entwickelt; es gehören hierher die Greifensteiner Sandsteine (gelbe Sandsteine) in mächtigen Bänken; im Südosten sind bunte Schiefer und Sandsteine entwickelt (Glaukonitsandsteine und Nummuliten-Mittleozän; helle sandige Kalke und Kalksandsteine mit Foraminiferen, Mergel, Kalkmergel, Konglomerate). Beide Gruppen sind gleichaltrig, aber durch Fazies verschieden. — Zwischen der Oberkreide und dem Eozän scheint eine Abtragsperiode zu liegen, welche das ganze Unter- und einen Teil des Mittleozäns umfaßt. Im Eozän liegen nicht selten Klippen von Neokom (S. 141). Im Mittleozän ist fazielle Differenzierung zu beobachten; es folgen von Nord nach Süd: a) die Zone der Waschbergkalke (strandnahe Bildungen mit Riffkorallen und eckige Blöcke kristalliner Gesteine; b) die Zone der Greifensteiner Sandsteine, die ungefähr ein fazielles Äquivalent der oberkretazischen Seichtwasserbildungen darstellen; c) die kalk- und glaukonitreiche Zone des Eozäns.

Der größte Teil des Materiales, das zur Flyschbildung im Wiener Wald Anlaß gegeben hat, stammt vom böhmischen Massiv; es ist die Küste im Norden gelegen. (Im westlichen Teile der Flyschzone, siehe Anmerkung 14, scheint das etwas anderes gewesen zu sein. Dort scheint der Flysch auch zum größten Teile kretazisch zu sein.)

Im westlichen Teile der Flyschzone (Südbayern) scheidet HAHN (Z.D.G. 1912, S. 533) eine vorwiegend kalkige von einer aus Sandstein bestehenden Gruppe und schließt sich der von BÖHM für den Salzburger Flysch geäußerten Meinung an, daß die erstere stratigraphisch höher, die Sandsteinzone unten liegt. (Im Wiener Wald wurde ein ähnliches Verhältnis, allerdings bezüglich Eozänflysch, auf tektonischem Wege gedeutet, S. 141.) Auch in den Flyschkonglomeraten Südbayerns finden sich häufig kristalline Gerölle. Den Flysch hält HAHN mit guten Gründen (Inoceramen) für Kreide (auszunehmen ist die nördliche Flyschzone des Bregenzer Waldes).

**Zu S. 11.** Die Blöcke im Flysch von Niederösterreich bilden ein großes Problem. HAHN hat die bekannten Granite des Waschberges auf tektonischem Wege gedeutet. GÖTZINGER bringt wieder die alte Ansicht, daß sie Anstehendes (böhmische Masse) seien, das von Eozän ummantelt ist (V. 1913, S. 438). SCHUBERT (V. 1914, S. 149) sagt dagegen, daß das böhmische Massiv, wie besonders Bohrungen im karpathischen Flyschgebiete zeigen, sehr tief liegt, daß die Verbindung der Blöcke mit den sie umhüllenden Sedimenten kein Beweis ist, der Anstehendes Grundgebirge verbürgt; die Blöcke sind nicht exotisch, sie stammen aus dem Untergrund der Umgebung und können durch fluviatischen Transport in den Flysch erklärt werden. — Diese Erklärung kann auch auf die Granitklippe des Pechgrabens angewendet werden, umso mehr, als damit die Fazies des Lias gut stimmt (Grestener Schichten, S. 38).

**Zu S. 14.** Kreidebreccien aus dem Gebiete nördlich der Arlberglinie (Valluga, Parseyspitze, d. i. Lechtaler Alpen, S. 64) haben eine große Ähnlichkeit mit solchen aus dem Bündner Schiefergebiet des Unterengadin (AMPFERER, Ib. 1914, S. 307ff.).

**Zu S. 15.** Eine nähere Parallelisierung der südtiroler skythischen Stufe mit jener bei Berchtesgaden ist durch die Gleichstellung der Coelostylinabank mit dem an der Grenze

von Seiser und Campiler Schichten gelegenen Gastropodenoolith ausgebahnt (RASSMUS, Z.D.G. 1911, S. 553).

**Zu S. 32, zu Anmerkung 25.** Auch in der Reiteralp-Decke (d. i. im Juvavischen, S. 73) ist primäre Reduktion der ladinischen Stufe vorhanden (HAHN, M.W.G. VI, S. 387).

**Zu S. 33.** Der Dachsteinkalk reicht im Juvavischen z. T. in das karnische Niveau herab; die Hauptmasse der karnischen Stufe ist ein heller Dolomit mit kleinen Megalodonten; auch Mischserien von bunten Mergeln und dunklen Raibler-Kalken mit Hallstätter-Kalken gibt es, was eine heteropische Durchmischung von Berchtesgadener und Hallstätter Entwicklung vorstellt (HAHN, M.W.G. VI, S. 389).

**Zu S. 33.** Um die mächtige Zone der juvavischen Dachsteinkalke (Reiteralmkalke) des Berchtesgadener-Loferer Gebietes (S. 73) legen sich die norischen Heteropien zonar herum, wie dies auch für die tieferen Zonen (Tabelle III, S. 24, 25) gilt, nämlich eine Rinne mit der in tieferem Wasser abgelagerten Hallstätter Sedimentation (HAHN, M.W.G. VI, S. 395). Die Hallstätter Kalke (S. 35) sind also abgelagert worden in einer Zone tieferen Wassers zwischen der tirolischen und juvavischen Berchtesgadener Fazies (HERITSCH, Geol. Rundschau V, S. 102, 111).

Zur oberen Grenze des Dachsteinkalkes ist zu bemerken, daß in den höchsten Teilen desselben lokal tieferes Rät vorhanden ist. In der Regel ist aber durch das Fehlen des Rät eine Schichtlücke angezeigt, die auch durch die Transgression des Lias  $\beta$  (Hierlatzkalk) markiert wird (HAHN, M.W.G. VI, S. 397).

**Zu S. 35.** So liegen am Untersberg bei Salzburg Plassenkalke direkt auf Hierlatzkalk, ohne daß eine Spur von Sedimenten dazwischen wäre.

**Zu S. 40.** Auf dem Eozänflysch des Wiener Waldes (JÄGER, M.W.G. VII) finden sich Klippen von Neokomkalk (S. 140), die wohl aus der Randzone der Kalkalpen abzuleiten sind.

**Zu S. 45 (Tabelle V), 46.** Die mesozoischen Inseln am Posruck (v. BENNESCH, M.W.G. VII, S. 177ff.) haben als Unterlage permische Sandsteine und Konglomerate (in der Tabelle als Werfener Schichten bezeichnet, was sie wohl z. T. auch sind); Muschelkalk (siehe Tabelle, welche nach STUR, Geol. d. Steiermark 1871, angefertigt ist) ist nicht vorhanden; hierher ist vielleicht ein schwarzer Aderkalk zu stellen, dessen Alter v. BENNESCH unbestimmt ließ. Über dem Perm oder über dem liegenden Phylliten folgen Cardita-Tonschiefer und dann Plattenkalke (Opponitzerkalke), dann Hauptdolomit, dann Oberkreide. Im untermiozänen Eibiswalder-Konglomerat finden sich Nummulitenkalkgerölle, welche auf ein einstmaliges Vorhandensein von Eozän hinweisen.

Eine ähnliche Gliederung zeigt das Mesozoikum des Bachergebirges (S. 115); über kristallinen Gesteinen liegen Verrukano und Grödner Sandstein, dann Tonschiefer, welche ganz den Reingrabener Schiefen gleichen, aber mit Werfener Schichten wechsellagern (HERITSCH, Mitteil. d. naturwiss. Vereins f. Steiermark, Bd. 50, S. 76, 77). Darüber folgt Gosaukreide (Hippuritenkalk am Jesenkeberg, bei Unterdrauburg, Windischgraz usw.).

**Zu S. 47.** Aus dem Schöckelkalk macht PENECKE (Zentralbl. f. Min. Geol. Pal. 1915) Silurfossilien bekannt, welcher Nachweis sämtliche Spekulationen über das karbonische Alter unhaltbar und eine direkte Parallele mit den Karbon der Grauwackenzone unmöglich macht.

**Zu S. 59.** Im Murnauer Moos (HAHN, Z.D.G. 1914, S. 46ff.) kommt neben Flyschsandsteinen und einer Zementmergelkalkserie des Flysches helvetische Kreide vor: Gault (sandige Kalke und tonreiche Lagen) in einem nördlichen Zug, in einem südlichen Zug kalkig-sandiges Albien, Aptienkalk, schwarzbraune, schieferige Mergel und Mergelkalke (= Örtibulina-Schiefer?); im nördlichen Zug treten Pattenauer Schichten und Eozän auf. Über der helvetischen Kreide liegt Flysch überschoben, der nach Inoceramenfunden in die Kreide zu stellen ist.

**Zu S. 60.** Im Wiener Wald (JÄGER, M.W.G. VII, S. 122ff.) bildet Neokomflysch und Oberkreideflysch einen schmalen Saum am Rande der Flyschzone gegen die Molasse. Nordwestlich und westlich von Wien beteiligt sich Oberkreide und Eozän am Aufbau der Flyschzone, während im südöstlichen Teile des Wiener Waldes, ausgenommen die schmale kretazische Randzone, Eozän vorherrscht; die beiden Fazies desselben (die Greifensteiner Sandsteine und die bunten Mergel- und Sandsteinschichten) grenzen unmittelbar ohne jeden Übergang aneinander; beide bilden zwei Zonen, die in Nord-Süd-Richtung aufeinander folgen; vielleicht ist die Grenze eine tektonische Linie. In den Zügen von Eozänflysch treten nicht selten Klippen von Neokomaptchenkalken auf; sie liegen auf dem Flysch (z. B. bei Neuwaldegg) und sind wohl von den Kalkalpen abzuleiten. Durch die Studien JÄGERS ist das Bild des Wiener Waldes klar geworden.

Zu erwähnen ist noch ein bei Steinhof bei Wien in kontaktmetamorph verändertem Flysch aufsitzender Gang von Pikrit (GREUGG, V. 1914, S. 269).

**Zu S. 63.** Im Profile vom Arlberg gegen Norden (AMPFERER, Ib. 1914, S. 307ff.) sind steil südfallende Gneise durch eine Bewegungsfläche von Spuren von Verrukano und Buntsandstein getrennt. Westlich des Arlbergsattels liegt ein Gewölbe (Rungelinsgewölbe) von Verrukano bis Arlbergkalk; die Antiklinale sinkt rasch in die Tiefe. Vom Gewölbe bis zur Valluga herrscht eine regelmäßige Folge bis zum Hauptdolomit-Rät; dann folgen gegen das Paziellerjoch Fleckenmergel, Tithon, Breccien, Konglomerate, Hornsteinkalke, Kreideschiefer, Sandsteine, Brekzien und Mergel (wahrscheinlich Kreide); die Kreidebreccien haben die größte Ähnlichkeit mit solchen aus den Bündner Schiefen. Die Kreide setzt bis in die Parseyerspitzgruppe fort (siehe auch Fig. 1 auf Taf. I) und umschließt andererseits in einem Zug die Gruppe Krahbachspitze — Fallesinspitze — Schwarzer Kranz. Auf diesen Kreidgesteinen liegt Hauptdolomit (Inntaldecke), der eine Mulde bildet, welche eine noch höhere Schubmasse trägt; dazwischen liegen Linsen aus Rät, Aptychenkalk usw. Die obere Schubmasse (Krahbachdecke), die noch tirolisch ist, wird von Hauptdolomit gebildet, und z. T. von tieferer Trias unterlagert.

Unter den Kreideschiefern liegt in der Gruppe der Wösterspitz Tithon bis Hauptdolomit; die Masse der Wösterspitz liegt selbst wieder über Kreide. Die zahlreichen Schubflächen, welche die Lechtaldecke im Bereiche des „Querschnittes“ (S. 64, Fig. 1 auf Taf. I) durchziehen, vereinigen sich im Gebiete von Lech. Die große Schubmasse der Lechtaler Decke liegt unter der Wösterspitz. Unter der Lechtaldecke liegt die Algäudecke deren Verbreitung westlich der Mädelegabel auf eine schmale, bis Bludenz durchziehende Randzone beschränkt ist. (Auf der Kartenskizze auf S. 62 sind Teile der Lechtaldecke westlich der Mädelegabel mit R. S. bezeichnet; die Schubfläche ist nicht durchgezogen.)

**Zu S. 67.** Die Krahbachdecke ist im Gebiete des Muttekopfes auch mit einer kleinen Deckscholle vertreten am Larsennglat-Ödkarlekopf; diese Scholle besteht aus einer sehr gestörten Serie von Muschelkalk bis zum Hauptdolomit (AMPFERER, Ib. 1914, S. 323).

**Zu S. 68.** Siehe dazu v. LOESCH, Ib. 1914, S. 1ff. und AMPFERER, V. 1914, S. 338ff. Auf Ost-West-Schübe läßt die Tatsache schließen, daß in einem Ost-West-Profil vom Rhein bis zum Wettersteingebirge folgende übereinander folgende tektonische Einheiten gegen Osten untersinken: helvetische Kreide, Flysch, Algäuerdecke, Lechtaldecke, Wettersteinscholle; beim Achensee folgt darüber die Unnutz-Guffert-Scholle (S. 69). Wenn man mit HAHN die Wettersteinscholle tieftirolisch nennt, dann braucht man zwischen ihr und der Lechtaldecke keine Schubfläche annehmen, denn sie kann mit dieser dort primär verknüpft sein, wo die Aufhängepunkte der „aufgehängten“ Überschiebungsbögen sich befinden (HERITSCH, Geol. Rundschau V, S. 287).

**Zu S. 69, Anmerkung 84.** Der Wettersteinkalk des Unnutz-Guffert liegt unter Hauptdolomit, der den Sockel des Sonnwendgebirges bildet. In der Knickungsstelle der Mulde der jungen Gesteine herrscht Überschiebung durch Hauptdolomit, der seinerseits in komplizierter Weise vom Wettersteinkalk des Unnutz-Guffert überschoben wird (AMPFERER, Erläuter. z. Bl. Achenkirchen d. geol. Spezialkarte, Wien 1914, S. 26).

**Zu S. 74.** Nach HAHN (M.W.G. VI, S. 423) zeigt der Göll eine O-W-Bewegung; er ist aus Osten um einige Kilometer heraufgetragen worden; die Questchzone am Torrenerjoch (Muschelkalk, Werfener Schichten) ist eine der Führungsspalten dieser Bewegung.

Überhaupt zeigt die Reiteralpdecke des Berchtesgadener Gebietes (Juvavische Einheit) nach HAHN (l. c. S. 411, 479ff.) zahlreiche Anzeichen einer nacheozänen Querbewegung.

**Zu S. 74.** Die juvavische Einheit ist nicht aus der Ferne durch einen Deckenschub auf das Tirolische gefördert worden (HAHN, M.W.G. VI, S. 467ff.); sie schließt faziell an den Südrand des Tirolischen (Steinernes Meer, Übergossene Alpe) durch die Reduktion der ladinischen Stufe, Tiefergreifen des Dachsteinkalkes unter die karnisch-norische Grenze und durch Einschaltung bunter Hallstätter Linsen und Zephalopoden an.

**Zu S. 77.** Das früher erwähnte fragliche Tertiär über den Nierentaler Schichten des Gosaubeckens ist entweder Danien oder Palaeozän oder Untereozän (SPENGLER, S. B. 1914, S. 267ff., HAHN, M.W.G. VI, S. 431). Die darüber liegende Masse der Donnerkögel gliedert sich in drei Schuppen an; die unterste zeigt Hallstätter Fazies (Werfener Schichten, Hallstätter Kalk, Zlambachschichten), die mittlere steht der Aflenzer Fazies (S. 81) nahe (Reiflinger Kalk, Carditaschichten, Hüpfingerkalk, Dolomit), die oberste setzt sich aus Hochgebirgsriffkalk und Zlambachschichten zusammen. Die Überschiebung der gesamten Masse auf die Gosau setzt über den Gosausee in das Dachsteinmassiv fort.

**Zu S. 78.** Es ist möglich, daß diese Hallstätterzone von Ischl-Aussee und ihre Fortsetzungen sowie die Plassengruppe juvavisch ist und erst nach der Überschiebung von einem Teil des Tirolischen (Gamsfelddecke) überfahren wurde.

**Zu S. 80.** Die früher erwähnten Kalkklippen (S. 78) sowie der Bosruck als auch der Zug Haller Mauern — Grabenerstein, der aus der Reihe der Stadelfeldmauer (S. 81) und des Aflenzer Bezirkes (Anmerkung 98) erinnert, sind durch ihre lückenhafte, zum

Hallstätter Typus hinneigende Serie und durch ihre allerdings mangelhaft bekannte Tektonik mit dem Juvavischen zu parallelisieren, während die Gesäuseberge und der Hochschwab dem Dachstein-Grimming gleichzusetzen ist (HAHN, M.W.G. VI, S. 445).

Die dem eigentlichen Hochschwab im Süden vorgelagerte Serie umfaßt Werfener Schichten, Guttensteiner Kalk, helle Dolomite, plattige und klotzige Kalke, eine kalkig-schieferige Abteilung Halobia rugosa-Schiefer mit kalkigen Zwischenlagern, kalkige Abteilung, den Zlambachschichten sehr ähnlich und seitlich in den Hochgebirgskalk übergehend.

Die Serie der Jahrlingsmauer-Stadelfeldschneid im Gesäuse zeigt dunkle Mergelkalke (unsichere Stellung), Halobiarugosa-Schiefer, rotgefärbte, hornsteinführende Knollenkalke vom Typus der Pötschenkalke (S. 35), (welche Stufe BITTNER Hüpflinger-Kalke nennt und in das Niveau der Opponitzerkalke stellt), helle Kalke, an die Salzburger Hochgebirgskorallenkalke erinnernd. — Es ist daher am Südrande der östlichen Kalkalpen eine Serie vorhanden, an welche man die Juvavische Einheit faziell anknüpfen kann.

**Zu S. 101.** Bei Mauls liegt das Altkristallin (= alte Gneise) unter dem Kalkphyllit; im Pfunderstal (SANDER, V. 1914, S. 324) steht die Grenze zwischen beiden steil; im Mühlwaldtal liegt bereits Kalkphyllit unter dem Altkristallin (das gegen Süden gerichtete Hinabtauchen der Schieferhülle und des „Matreierzuges“ (S. 103) hält vom Mühlwalder Tal bis zum Süden des Hochalmmassives an); im Mühlwalder Tal ist ein Fenster von Kalkphylliten (Schieferhülle) unter dem Altkristallin des Zinsnock-Speikboden vorhanden; die Überschiebungsweite beträgt 4 km. Hier ist also das Altkristallin wirklich auf die Tauern geschoben (S. 110). Das Altkristallin bildet in den Terentnerbergen (S. 110) einen Fächer, in dem auch Augengneise auftreten.

**Zu S. 127.** Bei Schwarzenbach (GRANIGG und KORITSCHNER, Zeitschr. f. prakt. Geologie XXII, S. 171 ff.) treten an einer Längsstörung Werfener, Muschelkalk und Carditaschichten an den Granitit von Eisenkappel heran; auffallend ist die Reduktion des erzführenden Kalkes (was im Einklang mit dem Fehlen der ladinischen Stufe im Posruck steht, vielleicht aber auch auf tektonische Reduktion zurückzuführen ist). In der Gegend von Schwarzenbach herrscht an der Grenze des Granitit und der Schiefer von Zell-Rasswald einerseits und der nordalpinen Karawankentrias andererseits schwer gestörte Lagerung dreimalige Wiederholung von Wettersteinkalk-Carditaschichten, Bau von komplizierten gegen S liegenden Antiklinalen) und eine deutliche O-W-Faltung. Auch nördlich der Randzone kommen N-S streichende Antiklinalen vor, ferner Umbiegung von O-W in N-S-Streichen; die Profile zeigen einen komplizierten Faltenbau in O-W und N-S. Auch liegende Falten von kurzer Spannweite kommen vor, welche sich im Streichen aufstellen; das gilt sowohl für die O-W, als auch für die N-S streichenden Falten. — Die Verfasser kommen zum Schluß, daß hier kein Wurzelland vorliegt.

Zu erwähnen ist noch, daß die Trias und der dieser vorgelagerte (wahrscheinlich tektonisch tiefere) Jura des Ursulaberges von Porphyriten durchbrochen wird (TELLER, Erläut. z. geol. Karte d. Ausläufer d. Jul. u. Karn. Alpen, Wien 1898).

## Literatur.

Jb. = Jahrbuch d. geol. Reichsanstalt in Wien.  
 V. = Verhandlungen der geol. Reichsanstalt in Wien.  
 M.W.G. = Mitteilungen der Wiener geol. Gesellschaft.  
 N.Jb. = Neues Jahrbuch f. Min. Geol. Pal.  
 N.Jb.BB. = Neues Jahrbuch f. Min. Geol. Pal. Beilageband.  
 S.B. = Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wiss. Wien.  
 Z.D.G. = Zeitschrift d. Deutsch. Geol. Gesellsch.

<sup>1</sup> Bezüglich der Literatur sei verwiesen auf C. DIENERS Bau u. Bild der österreich. Alpen, Wien 1913; sehr viele Literatur ist zitiert in KREBS, Länderkunde der österreich. Alpen, Stuttgart 1913. Die rein geolog. Literatur (mit Ausschluß des Diluviums und der montanistischen Literatur) ist ausgeführt in dem von F. HERITSCHE erschienenen Verzeichnis der geol. Literatur der österr. Alpen, Leoben 1914. Hier sei auch die gehörige Entschuldigung gebracht wegen der wenigen Zitate; der Raumangel hat ein ausgreifendes Zitieren der Literatur unmöglich gemacht. — Der kleine Druck wurde nicht für minder Wichtiges angewendet, sondern nur, um Platz zu sparen. Infolge des Krieges hat sich der Druck sehr verzögert. Arbeiten, welche nach Ende März 1914 erschienen, konnten nur zum geringsten Teile berücksichtigt werden.

- <sup>2</sup> Ich habe zu dieser Frage schon Stellung genommen und betont, daß zwingende Gründe für eine Trennung der Alpen und Dinariden nicht ins Feld geführt werden können (Geol. Rundschau V, 1914). Damit habe ich die Lehrmeinung vom einseitigen Bau der Alpen aufgegeben und halte wie viele, vielleicht die Mehrzahl ostalpiner Geologen, die Ostalpen für einen Körper, zu welchem als sehr integrierender Bestandteil auch die Südalpen gehören. Ich bin daher gegen eine Trennung in Alpeniden und Dinariden.
- <sup>3</sup> BLUMER, Der östl. Teil des Säntisgebirges; Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. N. F. 16. Nach ARNOLD HEIM handelt es sich um ein altes in die Molasse eingeschnittenes Tal.
- <sup>4</sup> Siehe dazu bes. KREBS, Länderkunde.
- <sup>5</sup> LORENZ, Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz, N.F. 1900; ROTHPLETZ, Geol. Alpenforschungen II. PAULCKE, Bericht über die 40. Versamml. d. Oberrhein. Geol. Vereins in Lindau, 1907.
- <sup>6</sup> MYLIUS, M. W. G. 1911.
- <sup>7</sup> WEPFER, N. Jb. BB. 27. 1908.
- <sup>8</sup> Zur Frage einer Vertretung der Wangschichten siehe WEPFER l. c.; bezüglich der Parallelen in der oberen Kreide siehe BÖHM-HEIM, Abh. d. schweiz. pal. Gesellsch. 36. Bd.
- <sup>9</sup> MYLIUS, l. c.
- <sup>10</sup> REIS, Geogn. Jahreshäfte 1895, unterscheidet eine unternone, untere Abteilung der Nierentaler Schichten mit Sandeinlagerungen und eine obere Abteilung der Nierentaler Schichten; mit SPENGLER, S. B. 1914, und anderen wird man den Terminus Nierentaler Schichten auf das Maestrichtien beschränken.  
Bezüglich der obersten Kreide ergeben sich folgende Gleichstellungen: Nierentaler Schichten = roter Seewer = couches rouges = Scaglia; siehe dazu LEBLING, Geol. Rundschau 1912.
- <sup>11</sup> Über deren Parallelisierungen siehe REIS, l. c. u. LEBLING, l. c.
- <sup>12</sup> Kressenberg — siehe REIS, Geogn. Jahreshäfte 1895; Mattsee — GÜMBEL, V. 1886. Ferner BOUSSAC, Mém. d. l. carte géol. de France, 1912.
- <sup>13</sup> TORNQVIST, N. Jb. 1908. I. Profil am Schmidlebach bei Egg: Seewenmergel, Flyschkonglomerat, schieferiger Flysch mit Nummulitenkalklinsen. Dies Profil bezieht sich auf den nördlichen Flyschzug des Bregenzer Waldes, der vielleicht nicht mit dem südlichen zu parallelisieren ist. Der südliche Flysch des Bregenzer Waldes und der ganze andere Flysch ist wahrscheinlich selbständig von der helvetischen Kreide und mit dieser nur sekundär verfaltet; zwischen beiden geht eine Überschiebung durch. Siehe dazu HAHN M. W. G. 1913. S. 242.
- <sup>14</sup> V. 1904. Siehe ferner DEECKE, N. Jb. BB. XXXIII. 1912. Als Lieferant für das Material zur Flyschbildung kommt nur das Gebirge im Süden, das Ostalpin, in Betracht. SCHARDT hat gesagt: „Toute la composition du Flysch est d'ailleurs exotique.“
- <sup>15</sup> Jb. 1895, dort auch ausgezeichnete Übersicht über die Literatur.
- <sup>15a</sup> ZUBER, V. 1904. DEECKE, N. Jb. BB. XXXIII. KOBER, M. W. G. 1912.
- <sup>16</sup> Siehe bes. GEYER, V. 1904.
- <sup>17</sup> HEIM, Eclog. geol. Helvet. IX. AMPFERER, V. 1908. BECK, Ecl. geol. Helvet. 1912.
- <sup>18</sup> ROLLIER, Vierteljahrschrift d. naturforsch. Gesellsch. Zürich 1894 leitet die Nagelfluhgerölle von einer Decke von Flysch oder besser von vindelizischen Gesteinen ab, welche damals allgemein über den Alpen lag.
- <sup>19</sup> GEYER, V. 1904.
- <sup>20</sup> Siehe F. HERITSCH, Geol. Rundschau, 1914, wo sich Literaturangaben finden.
- <sup>21</sup> SPITZ, M. W. G. 1908, p. 139. AMPFERER, V. 1906, p. 274. SEIDLITZ, Geol. Rundschau 1912.
- <sup>22</sup> MYLIUS, Geol. Forschungen II, 1913, p. 54 ff.; ZYNDEL, Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz, N. F. 41, 1912; KOBER, M. G. W. 1912. Einen Vergleich der Tuxer u. Prättigauer Serien hat SANDER, V. 1911, durchgeführt.
- <sup>23</sup> Jb. 1911, Ein geol. Querschnitt durch die Ostalpen.
- <sup>24</sup> KOBER, M. W. G. 1909. Gliederungen der Skyth. Stufe bei Böse, Z. D. G. 1888; BITTNER, V. 1884; GEYER, Denkschriften d. k. Akad. Wien 1907, V. 1913 usw.
- <sup>24a</sup> HAHN, Geol. Rundschau V, 1914, S. 115.
- <sup>25</sup> — Jb. 1913; BITTNER, V. 1884, p. 106. Nach HAHN, M. W. G. 1913, S. 301 ff. ist am Südrande der Kalkalpen zwischen dem Kaisergebirge und dem Hochkönige ein primäre Reduktion der Ladinischen Stufe vorhanden, während die Anisische und Karnische Stufe vollwertig entwickelt sind (1000 m Wettersteinkalk im Kaiser, 800 m Ramsaudolomit in der Kirchberggruppe, 600—800 m

- zwischen Poneck und Pillersee, am Poneck ca. 600 m, Westseite des Hochkönigs 350 m, Breittal 60 m, Mitterfeld 10 m Ramsaudolomit). HAHN sagt, daß die vollständige Reduktion der ladinischen Stufe ein hervorragender Charakterzug des am weitesten gegen Süden vorgeschobenen tirolischen Randes sei.
- <sup>26</sup> GEYER, V. 1913. Der Riffkalk geht hier vielleicht in das Karnische hinab, denn wo er sich auflösen beginnt, erscheinen über dem Ramsaudolomit die ersten Spuren des *Cardita*-Niveaus.
- <sup>27</sup> Sicher aber ist der aus der Stellung liassischer Ablagerungen abgeleitete Schluß, daß der Dachsteinkalk in den Lias reicht, unrichtig. Am Kaiser Franz Josef-Reitweg zur Simony-Hütte dringt Lias der Z. d. *Oxynticeras oxynotum* in Dachsteinkalk ein. Die Erklärung muß man wohl auf tektonischem Wege, etwa nach Art von F. WÄHNERS Sonnentektonik suchen. Auch die untere Grenze ist nicht leicht zu bestimmen, denn stellenweise vertritt er (Hochkönig, Dachstein) Subbullatuszone und Norikum. An vielen Stellen liegt unter dem Dachsteinkalk ein sehr mächtiger Dolomit („Dachsteindolomit“), der z. T. wohl noch karnisch ist. (Siehe HAHN, M. W. G. 1913.)
- <sup>28</sup> HAHN, Jb. 1910, 1913.
- <sup>29</sup> GEYER, V. 1913.
- <sup>30</sup> SUSS und MOJSISOVICS, Jb. 1860, ARTHABER, Leth. geogn. Trias.
- <sup>31</sup> ARTHABER, Leth. geogn., S. 349.
- <sup>32</sup> — Leth. geogn., S. 358.
- <sup>33</sup> — Leth. geogn., S. 370.
- <sup>34</sup> HEINRICH, V. 1909, 1913. Kritik der Zonengliederung des Norischen bei ARTHABER, S. 374.
- <sup>35</sup> WÄHNER, V. 1886.
- <sup>36</sup> N. Jb. BB. 32, 1911.
- <sup>37</sup> WÄHNER, Exkursionsführer zum IX. internation. Geologenkongreß, Wien 1903.
- <sup>38</sup> Jb. 1852, 4. Heft, S. 90. Ferner GEYER, Jb. 1886.
- <sup>39</sup> HAHN, V. 1913
- <sup>40</sup> TRAUTH, Beiträge zur Pal. u. Geol. Öst.-Ung. XXII.
- <sup>41</sup> PIA, Jb. 1912.
- <sup>41a</sup> HAHN, M. W. G. 1913. S. 326 ff.
- <sup>42</sup> Sie vertreten den Dogger und reichen vielleicht noch in den Malm; die Radiolarite der Kammerkergruppe gehören wahrscheinlich in den Dogger; sie sind mit den Oberalmer Schichten durch eine Übergangszone verknüpft.  
Im Gebiete von Schliersee gibt es Radiolarit über den Aptychenkalken. Daraus resultieren zeitlich verschiedene abyssische Sedimente.
- <sup>43</sup> Leitend ist *Posidonomia alpina*. *Pos. alp.* hat WÄHNER im mittleren Lias, BITTNER in den Hallstätter Kalken nachgewiesen.
- <sup>44</sup> Übergreifende Lagerung der Aptychenschichten wird von BITTNER für die Umgebung von Herrnstain angegeben.
- <sup>45</sup> HANIEL, Z. D. G. 1911. Zu dem folgenden siehe AMPFERER, Jb. 1912, 1911. SCHLOSSER, Jb. 1909. FELIX, Palaeontographia, 54. Bd., 1907-08. LEBLING, Geogn. Jahreshäfte 1911. SPENGLER, M. W. G. 1911, S. B. 1913. GEYER, Denkschriften d. Wiener Akad. 1907. V. 1913. FRANK, Mitteil. d. naturwiss. Ver. f. Steiermark 1913. GEYER, Jb. 1889. BITTNER, Herrnstain 1882. GEYER, V. 1907, 1910, 1911, Jb. 1909. SPITZ, M. W. G. 1910.
- <sup>46</sup> BOUSSAC, Mém. d. l. carte géol. d. France 1913.
- <sup>47</sup> Wo keine weiteren Angaben gemacht werden, beziehen sich die Ausführungen auf die Lischanna Gruppe. Bezüglich der Stratigraphie ROTHPLETZ und deren Kritik — siehe SPITZ-DYHRENFURT, Eclog. geol. Helvetiae, 1913, p. 480. Zum folgenden siehe bes. AMPFERER-HAMMER, Jb. 1911. Siehe dazu Tabelle IV.
- <sup>48</sup> AMPFERER-HAMMER, Jb. 1911, p. 607.
- <sup>49</sup> SCHLAGINTWEIT macht auf die vollständige Übereinstimmung der Liaskonglomerate mit der Hornfluhbreccie des Chablais aufmerksam.
- <sup>50</sup> Siehe dazu TELLER, Erläuterungen zur geol. Karte der Karawanken und Steiner Alpen 1896; GEYER, Erläuterungen zur geol. Karte Oberdrauburg-Mautern, Sillian S. Stefano.
- <sup>51</sup> STACHE, Z. D. G. 1884.
- <sup>52</sup> OHNESORGE, V. 1905.
- <sup>53</sup> PENECKE, Jb. 1893. HERITSCH, Mitteil. d. naturw. Ver. f. Steiermark 1905.
- <sup>54</sup> MOHR, M. W. G. 1911. HERITSCH, M. W. G. 1911. MOHR, Denkschriften 1912. KOBER, Denkschriften 1912.  
Über die Gliederung in Unter- und Oberostalpin siehe HERITSCH, Geol. Rundschau 1914.

- <sup>55</sup> FRECH, Karnische Alpen, 1894. Zum Folgenden: KOCH, Z. D. G. 1893; REDLICH, Zeitschrift f. parkt. Geol. 1913.
- <sup>56</sup> HERITSCH, Mitteil. des naturw. Ver. f. Steierm. 1911.
- <sup>57</sup> Zum Beispiel STACHES Gliederung in eine Gneissphyllitgruppe, Quarzphyllitgruppe, Kalkphyllitgruppe usw.  
Zur besonderen Vorsicht mahnt der unglückliche Begriff Casannaschiefer, der schon seit Jahrzehnten abgetan ist, aber doch immer wieder erscheint; siehe dazu TIETZE, Jb. 1870; STACHE, Jb. 1873; STUR, Geol. d. Steiermark 1871.
- <sup>58</sup> HAMMER-AMPFERER, Jb. 1911.
- <sup>59</sup> SCHUBERT, V. 1910 p. 328.
- <sup>60</sup> KOCH, V. 1877.
- <sup>61</sup> Literatur zum Folgenden: BECKE-LÖWL, Exkursionsführer 1903. TERMIER, Bull. Soc. géol. France, 1904, 1905. SANDER, Jb. 1912, V. 1913, p. 176. Denkschriften d. k. Akad. 1911. Geol. Rundschau 1912. KOBER, S. B. 1912. BECKE, S. B. 1908. BECKE-UHLIG S. B. 1906. STARK, S. B. 1912. HARTMANN, Jb. 1913. TERMIER, Geol. Rundschau 1913. KERNER, Jb. 1911. FURLANI, M. W. G. 1912.
- <sup>62</sup> KOBER, M. W. G. 1912 definiert in folgender Weise: Das Ostalpine ist ausgezeichnet durch die durchgehends vollständig entwickelte Schichtfolge, durch den alpinen Charakter der Schichten; das Mesozoikum reicht geschlossen vom Werfener Niveau bis zum Neokom; bes. wichtig ist die Trias; im Jura gibt es z. T. Sedimente der Tiefsee; die Oberkreide liegt transgressiv. Im Lepontin sind große Granitmassen vorhanden; das Paläozoikum ist recht arm, das ältere Mesozoikum lückenhaft, das jüngere Mesozoikum reicht bis zur oberen Kreide; Unvollständigkeit der Schichtfolge, Häufigkeit primärer Diskordanzen zeichnen das lepontinische Gebiet aus. (Wo sind die Diskordanzen? Der Aut.)
- <sup>63</sup> HOERNES, Bau u. Bild d. Ebenen Österreichs 1908. DIENER, Bau u. Bild 1903. Ferner: SCHLOSSER, Jb. 1909. GEYER, V. 1913. OESTREICH, Jb. 1899. HÖFER, Exkursionsführer 1903. DREGER, V. 1909. HÖFER, V. 1908. TELLER, Erl. 1896. GRANIG, Öst. Zeitschrift f. Berg- u. Hüttenwesen 1910
- <sup>64</sup> PENCK-BRÜCKNER, Alpen im Eiszeitalter. KREBS, Länderkunde d. öst. Alpen 1913.
- <sup>65</sup> AMPFERER-HAMMER, Jb. 1911.
- <sup>66</sup> KOBER, M. W. G. 1912. ABEL, Jb. 1903.
- <sup>67</sup> MYLIUS, Geol. Forschungen 1912.
- <sup>68</sup> AMPFERER-HAMMER, Jb. 1911.
- <sup>69</sup> RÖSCH, Mitteil. d. geogr. Gesellsch. München, I. Bd. 1905.
- <sup>70</sup> ROTHPLETZ, Geol. Alpenforschungen. TORNIQUIST, N. Jb. 1908. MYLIUS, Geol. Forschungen 1912. AMPFERER, V. 1909.
- <sup>71</sup> AMPFERER-HAMMER, Jb. 1911.
- <sup>71a</sup> HAHN, M. W. G. 1913. S. 249, macht auf die Anwesenheit von kräftigen Faltenknien in der Flyschzone bei Salzburg aufmerksam, welche auf querfallende Kräfte zurückgehen. „Der unvermittelte Abfall der Salzburger Flyschberge gegen die Salzach stellt den Überquellungsrand einer von Ost her quergefalteten und vorgetriebener Masse dar.“ Das ist eine neue Vorstellung über den „Einbruch von Salzburg“.
- <sup>72</sup> SCHAFFER, V. 1912, hat zwei solche gegen NW untertauchende Falten vom Leopoldsberg beschrieben.
- <sup>73</sup> Der Begriff Dachsteindecke (HAUG), hochalpine Decke (KOBER) deckt sich nicht mit juvavischer Einheit (HAHN). Auch der Begriff Berchtesgadener Fazies und Berchtesgadener Schubmasse (= juvavisch) deckt sich nicht.
- <sup>74</sup> SEIDLITZ, Berichte d. naturforsch. Ges. Freiburg. 1906. Geol. Rundschau 1912. AMPFERER, V. 1907. MYLIUS, Geol. Forsch. II. LORENZ, Berichte 1902.
- <sup>75</sup> RICHTHOFEN, Jb. 1859, 1861/62, MOJSISOVICS, Jb. 1872. ROTHPLETZ, Geol. Alpenforschungen II. MYLIUS, Geol. Forschungen I. SEIDLITZ, M. W. G. 1911.
- <sup>76</sup> Profil bei RICHTHOFEN, Jb. 1859, ebenso für das Folgende.
- <sup>77</sup> Zu den folgenden Zeilen bes. AMPFERER, Jb. 1911, Ein geol. Querschnitt.
- <sup>78</sup> REISER, Tschermaks Min. petrogr. Mitteil., N. F. X., 1889.
- <sup>79</sup> ROTHPLETZ, Geol. Alpenforschungen II., p. 41 ff.
- <sup>80</sup> ROTHPLETZ, Paleontographica, 33. Band; für das Folgende: Böse, Geognost. Jahreshäfte 1883; SÖHLE, ebenda 1898, 1896; KNAUER, ebenda, 1905. AIGNER, Landeskundl. Forsch. München 1912. DACQUÉ, ebenda 1912; FRAAS, Geogn. Jahreshäfte 1890. SCHLOSSER, N. Jb. B. 1895. I. Jb. 1909. HAHN, Geol. Rundschau 1914.
- <sup>81</sup> AMPFERER, Jb. 1905, Jb. 1910, V. 1912. SCHLAGINTWEIT, Geol. Rundschau, 1912. V. 1912; REIS, Geogn. Jahreshäfte 1910.
- <sup>82</sup> AMPFERER-HAMMER, Jb. 1898, AMPFERER, Jb. 1903. Geol. Spec. K. Bl. Zirl-Nassereith u. Innsbruck-Achensee.

- <sup>83</sup> HERITSCH, Geol. Rundschau 1914, „Aufgehängte Überschiebungsbögen“.
- <sup>84</sup> — Geol. Rundschau 1914.
- <sup>85</sup> WÄHNER, Das Sonnwendgebirge, 1903. AMPFERER, Jb. 1908.
- <sup>85a</sup> BROILI, N. Jb. BB. XXXVII. 1913.
- <sup>86</sup> ARLDT, Landeskundl. Forsch. München 1912. Nach HAHN, M. W. G. 1913, S. 257, zeigen die eigenartigen Streichungsverhältnisse (strahlenförmige Ausbreitung im Hochgern-Hochfellengebiet, Bündelung im Osten) die tektonische Selbständigkeit der bajuvarischen Tektonik. Nach HAHN streicht die Thierseer Mulde nicht, wie es hier erörtert wurde, weiter, sondern zieht unter das Kaisergebirge hinein, welches als tirolische Überschiebungsmasse über dem Bajuvarischen liegt.
- <sup>87</sup> LEUCHS, Zeitschr. d. Ferdinandeums, 1907, Mitteil. d. g. Ges. 1912.
- <sup>88</sup> Im Wochenbrunner Graben fand GÜMBEL, V. 1880 in Schieferletten Magnesit (Schüblinge?).
- <sup>89</sup> HAHN, V. 1912, p. 340.
- <sup>90</sup> — Jb. 1910; zum Folgenden HAHN, Jb. 1910, 1912, V. 1911. GILLITZER, Geogn. Jahreshefte 1911; KRAUS, geogn. Jahreshefte 1913.
- <sup>91</sup> GILLITZER, Geogn. Jahreshefte 1912, LEBLING, ebenda 1911. FUGGER, Jb. 1907.
- <sup>92</sup> SPENGLER, M. W. G. 1911. C. f. M. G. P. 1913. HAUG, Bull. Soc. géol. France. 1912.
- <sup>93</sup> PIA, Jb. 1912.
- <sup>94</sup> In der Gosau bei Gschwend liegt der Gabbro von Fitz am Berg; der wohl intrusiv ist, da er die Gosaumergel verändert hat. Die ältesten Schichten der Gosau liegen im N, die jüngsten im S; vielleicht ist die Gosau noch von dem Block der Osterhorngruppe überfahren worden. Die Landschaft zur Ablagerungszeit dieser Gosau kann, wie der Mangel an Konglomeraten zeigt, kein Hochgebirge gewesen sein; ein Süßwassersee leitete die Gosau ein.  
Zum Folgenden siehe SPENGLER, S. B. 1912.
- <sup>95</sup> GEYER, V. 1913.
- <sup>96</sup> Ganz klar ist die tekton. Stellung des Traunstein zum südlich von ihm folgenden Hauptdolomit nicht. Nach HAHN, M. W. G. 1913, S. 277, ist wahrscheinlich das Gebiet zwischen Eisenau am Traunsee, Rinnbach, Offensee, Habernau, Steyerling, Grünau ein bajuvarisches Fenster.
- <sup>97</sup> Zum Folgenden GEYER, Jb. 1909, V. 1907. Blatt Weyer, samt Erläuterungen.
- <sup>98</sup> BÖSES Aflenzler Fazies der Trias, Z. D. G. 1898.
- <sup>99</sup> Von KOBER (Denkschriften 1912) wird das Vorhandensein einer Störung geleugnet. BITTNER hat für das Vorhandensein einer Störung angeführt den unvermittelten Abbruch des Hochschwabs gegen das Becken von Gollrad, die Änderung des Streichens, da der Hochschwab und das nördlich angrenzende Terrain NO oder ONO streichen, während östlich der angenommenen Störung SO-Streichen herrscht. Es macht, wie BITTNER sagt, den Eindruck, als ob an der Grenze zwischen dem Hochschwab und dem Mürtzaler Gebiet eine Schleppung oder Stauung des östlichen Terrainabschnitts eingetreten wäre. KOBER erklärt den Ostabbruch des Hochschwabs für einen Denudationsrand, der über „Hallstätter Decke“ der Bucht von Gollrad herabschaut.
- <sup>100</sup> KOBER, Denkschriften 1912.
- <sup>101</sup> BITTNER, V. 1893. Siehe dazu KOBER, Denkschriften 1912; F. HERITSCH, Geol. Rundschau 1914.
- <sup>102</sup> BITTNER sagt überdies, daß die Hallstätter Kalke der Reitalmmäuer mit dem Plateaukalk der Rax zusammenhängen. Dies sowie die Möglichkeit eines direkten Zusammenhangs der Schneebergkalke mit der Hohen Wand machen die Frage nach der Berechtigung einer Trennung einer „Hallstätter Decke“ von einer „hochalpinen Decke“ wieder aufleben. Siehe dazu F. HERITSCH, Geol. Rundschau 1914. V. Bd.
- <sup>103</sup> KOBER, M. W. G. 1909. Dazu F. HERITSCH, Geol. Rundschau 1914.
- <sup>104</sup> BITTNER, Herrnst. 1882. KOBER, M. W. G. 1911.
- <sup>105</sup> — V. 1888, 1893; STUR, Geol. der Steiermark 1871.
- <sup>106</sup> KOBER, Denkschriften 1912.
- <sup>107</sup> W. FRANK, Mitteil. d. naturw. Ver. f. Steiermark. 1913.
- <sup>108</sup> HERITSCH, Geol. Rundschau 1914.
- <sup>109</sup> KRULLA, V. 1909, BITTNER, Herrnst. 1882, V. 1892; für das Folgende KOBER, M. W. G. 1911. Die Grundlage der Kenntnisse und beste Darstellung gab BITTNER, Herrnst. 1882.
- <sup>110</sup> SPITZ, M. W. G. 1910.
- <sup>111</sup> Auf die Entstehung der Anomalität des Streichens, auf die Genese der Kreidebucht werfen die Verhältnisse bei Kirchdorf (S. 79) ein scharfes Licht; denn zwischen einer scharfen Knickung und dem Zerreißen ist nur ein gradueller Unterschied.



- Dagegen erscheint es nicht unbedingt notwendig zu sein, zwischen dem Kreidefjord und dem Granit des L. V. Buchdenkmals einen kausalen Zusammenhang anzunehmen.
- <sup>112</sup> BITTNER, V. 1892, 1894; GEYER, Jb. 1903. Zum folgenden siehe GEYER, Jb. 1909, V. 1907.
- <sup>113</sup> Im Pleißadurchbruch liegt Neokom direkt auf Hauptdolomit; das ist ein Gegenstück zur Gfälleralpe und zu Golling (S. 75).
- <sup>114</sup> TRAUTH, Beiträge zur Pal. u. Geol. Österr. XXII. M.W.G. 1908; GEYER, Jb. 1909. Die beiden Darstellungen weichen im Kartenbild sehr voneinander ab. Hier wird GEYERS Darstellung gefolgt. Dazu ferner NEUMAYR, V. 1886; JÜSSEN, Jb. 1890; UHLIG, M. W. G. 1909; TOULA, V. 1888; KOBER, Denkschriften 1912; HOCHSTETTER, Jb. 1897; SPITZ, M. W. G. 1900; TRAUTH, V. 1907.
- <sup>115</sup> Zum Folgenden siehe BITTNER, V. 1891, 1896, 1901, 1894, 1887, 1898; SPITZ, M. W. G. 1910; KOBER, M. W. G. 1911.
- <sup>116</sup> Im obersten Türnitztal scheint ein Fenster vorhanden zu sein, was aus der Beschreibung BITTNERs hervorgeht.
- <sup>117</sup> Siehe dazu HERITSCH, Geol. Rundschau 1914.
- <sup>118</sup> Siehe dazu bes. F. HERITSCH, Geol. Rundschau 1914, 2. Heft.
- <sup>119</sup> HAHN, Geol. Rundschau 1914, p. 116 ff.
- <sup>120</sup> HERITSCH, Geol. Rundschau 1914, 2. Heft.
- <sup>121</sup> KRAUS, Geogn. Jahreshefte 1913.
- <sup>122</sup> HEINRICH, V. 1913.
- <sup>122a</sup> Siehe dazu F. HERITSCH, Geol. Rundschau 1914.
- <sup>123</sup> AMPFERER-HAMMER, Jb. 1911. ZYNDEL, Beiträge zur geol. K. d. Schweiz, N. F. 41. TRÜMPY, Vierteljahrschrift d. Züricher naturforsch. Gesellsch. 1912.
- <sup>124</sup> BECKE, Anzeigen d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien 1899.
- <sup>125</sup> Zum Folgenden: BLAAS, V. 1909; OHNESORGE, V. 1905; HRADIL, Jb. 1909, 1911; HAMMER, V. 1912; HAMMER, Bl. Glurns-Ortler, s. Erl. 1912 (mit einer außerordentlichen Fülle von Details).
- <sup>126</sup> FRECH, Wissensch. Ergänzungshefte z. Zeitschrift d. Öst. Alpenvereins, 1905.
- <sup>127</sup> HAMMER-AMPFERER, Jb. 1911. PAULCKE, Verh. d. naturforsch. Ver. in Karlsruhe 1910.
- <sup>128</sup> Gegen die Anwendung des Deckenschemas STEINMANNs haben AMPFERER-HAMMER das Schema widerlegende Einwendungen gemacht, Jb. 1911. An keiner Stelle liegen die Decken so übereinander, wie das Schema es fordert; die „Decken“ sind auch recht wenig scharf charakterisiert.
- <sup>129</sup> SANDER, V. 1913, p. 160; er regt die Frage an, ob sich die Fortsetzung des Fensters des Unterengadin zwischen Silvrettagneise und Ötzngeise einschaltet.
- <sup>130</sup> ZYNDEL, Beiträge zur geol. Karte d. Schweiz, N. F., 41. Lief.
- <sup>131</sup> Literatur zitiert bei F. HERITSCH, Geol. Rundschau III. Dazu SPITZ-DYHRENFURT, Ecl. Geol. Helvet. 1913.
- <sup>132</sup> HAMMER, Erl. zum geol. Spez. K. Bl. Glurns-Ortler.
- <sup>133</sup> — V. 1910; zum Folgenden HAMMER, Jb. 1911.
- <sup>134</sup> SCHLAGINTWEIT, Z. D. G. 1908. HAMMER, Jb. 1908.
- <sup>135</sup> AMPFERER-HAMMER, Jb. 1911.
- <sup>136</sup> Für dieses Gebiet und für den Ortler ist die wichtigste Literatur HAMMER, Jb. 1908.
- <sup>137</sup> STACHE, Jb. 1877.
- <sup>138</sup> HAMMER, Jb. 1908.
- <sup>139</sup> SUSS, Antlitz d. Erde III. 2.
- <sup>140</sup> HAMMER, Jb. 1902.
- <sup>141</sup> — Jb. 1905, Bl. Bormio-Tonale.
- <sup>142</sup> TRENER, Jb. 1906. AMPFERER-HAMMER, Querschnitt, Jb. 1911.
- <sup>143</sup> AMPFERER-HAMMER, Jb. 1911, p. 693.
- <sup>144</sup> Siehe zum Folgenden F. HERITSCH, Geol. Rundschau 1914.
- <sup>145</sup> SANDER, Denkschriften d. Kais. Akad. Wien 1911.
- <sup>146</sup> HRADIL, S. B. 1912.
- <sup>147</sup> FRECH, Wissenschaftl. Ergänzungshefte zur Zeitschrift d. D. Öst. Alpenvereins II, 1. Heft.
- <sup>148</sup> Am Fuß der Saile gibt die Karte FRECHs Carditaschichten an; wie SANDER sagt (V. 1913, p. 260), handelt es sich um eine Serie von Tarntaler Gesteinen: Quarzite (Permakarbon in zentralalpiner Fazies), Pyritschiefer, Marmor, Kalke (welche in den Radstädter Tauern als Jura gedeutet wurden; es fragt sich, ob man diese Gesteine nicht mit dem Jura des Karwendels in Beziehung bringen kann); darüber liegt erst die ostalpine Triasfazies mit dem Dolomit.

- 149 LÖWL, Jb. 1894. WEINSCHENK, Abhandl. d. bayr. Akad. 1903. BECKE-LÖWL, Exkursionsführer 1903. DIENER, Jb. 1900.
- 150 LÖWL, Jb. 1896.
- 151 S. B. 1912.
- 152 POSEPNY, Archiv f. prakt. Geol. 1880. BERWERTH, Anzeiger 1886, 1897. TSCHERMAKS Min. petr. Mitteilungen 1900. STARK, S. B. 1912. KOBER, S. B. 1912.
- 153 GEYER, V. 1892, 1893. BECKE, S. B. 1906, 1908, 1909. Geol. Rundschau 1912.
- 154 UHLIG, S. B. 1906, 1909. KOBER, Geol. Rundschau 1912.
- 155 Exkursionsführer 1912. V. 1913, p. 161.
- 156 UHLIG, S. B. 1906, 1909. KOBER, M. W. G. 1912, Denkschriften 1912, dazu SANDER, V. 1913, p. 335. UHLIG selbst ist von der Einwicklungstheorie abgegangen, siehe dazu HERITSCH, Geol. Rundschau 1912, S. 185).
- 157 OHNESORGE, Jb. 1903, V. 1908.
- 158 BLAAS, Geol. Führer 1912.
- 158a Diese Trias gehört nach HAHN, M. W. G. 1913, S. 291, primär an den südlichsten Rand der tirolischen Zone; auch hier ist die Trias unter dem karnischen Niveau reduziert. Die Kalkalpen und der Gaisberg stehen in ursprünglichem Transgressionsverband mit der Grauwackenzone; es ist unmöglich, durch den Gaisberg oder durch den tirolischen Südrand zwischen Kaiser und Grimming einen Deckenkontakt zu legen.
- 159 OHNESORGE, V. 1905.
- 160 UHLIG, S. B. 1909. Es ist aber wahrscheinlicher, daß der Mandlingszug primär tirolisch ist (HAHN, M. W. G. 1913, S. 310 ff.). Seine tektonische Stellung reiht sich in eine Serie von Südbewegungen ein, welche es am Südrand der Kalkalpen gibt.
- 161 FURLANI, M. W. G. 1912. Nach FURLANI ist der Quarzphyllit des Turntals (d. i. also „ostalpin“ Quarzphyllit) von den karnischen Phylliten (d. i. „dinarischen“ Quarzphylliten) verschieden. Alle andern Autoren z. B. TELLER, BLAAS usw., kennen nur einen Pustertaler Phyllit, in welchen der Ausläufer der Lienzer Dolomiten eingebettet ist.
- 162 LÖWL, Petermanns Mitteil. 1893. BECKE, Tschermak Min. Petr. Mitteil., N. F. 13. TELLER, Jb. 1886.
- 163 TELLER u. FOULLON, Jb. 1886; DÖLTER, V. 1874; Tscherm. Min. petr. Mitteil. 1874. CATHREIN und SPECHTENHAUSER, Z. D. G. 1898; HILLEBRAND, Tschermak's Min. petr. Mitt. 1907. SANDER, Zeitschrift d. Ferdinandeums 1909.
- 164 TELLER, V. 1883. FURLANI, M. W. G. 1912.
- 165 SANDER, Jb. 1906.
- 166 BERWERTH, Anzeiger d. K. Akad. d. Wiss. Wien 1895.
- 167 GEYER, V. 1901. CANAVAL, Jb. 1890. Carinthia 1900, 1904.
- 168 M. VACEK, Jb. 1884, V. 1901, 1893.
- 169 STUR, Geol. d. Steiermark, 1871. GEYER, V. 1890, 1891. HERITSCH, S. B. 1909.
- 170 GEYER, V. 1891.
- 171 REDLICH, Zeitschrift f. prakt. Geol. 1908.
- 172 STUR, Jb. 1854; ROLLE, Jb. 1855; PETERS, Jb. 1855; PICHLER, Jb. 1858; STUR, Geol. d. Steiermark 1871; KERNER, V. 1895; HUMPHREI, Jb. 1905.
- 173 LIPOLD, Jb. 1856.
- 174 HÖFER, S. B. 1894. REDLICH, Jb. 1905; PENECKE, S. B. 1884. Für St. Paul: LIPOLD, Jb. 1854, 1855; HÖFER, S. B. 1894; DREGER, V. 1907; PROHASKA, S. B. 1886.
- 175 TELLER, Erläuterung zur geol. K. d. Ausläufer d. Jul. Alpen u. Karawanken, 1896.
- 176 DREGER, V. 1906.
- 177 TELLER, V. 1893, 1889, Erläuterungen z. geol. K. Blatt Pragerhof u. Praßberg 1898, 1899; DÖLTER, Mitteil. d. naturw. Ver. f. Steierm. 1892; DREGER, V. 1905, 1910; HERITSCH, Mitteil. d. naturw. Ver. f. Steierm. 1913.
- 178 VACEK, V. 1884. Zum Folgenden: DÖLTER, Mitteil. d. naturw. Ver. f. Steierm. 1896, HERITSCH, S. B. 1907. Mitteil. d. naturw. Ver. f. Steierm. 1911. SPENGLER, Mitteil. d. naturw. Ver. f. Steiermark 1913.
- 179 HERITSCH, S. B. 1907, 1909, 1911. Mitteil. d. naturw. Ver. f. Steiermark 1911.
- 180 SCHOUPPE, Jb. 1854; STUR, Geol. d. Steiermark; VACEK, Jb. 1900. HERITSCH, Zentralblatt f. M. G. P. 1910. REDLICH, V. 1909. HERITSCH, M. W. G. 1909, S. B. 1909. ASCHER, M. W. G. 1908.
- 181 TOULA, Denkschrift d. K. Akad. d. Wiss. 1888; Exkursionsführer 1903; MOHR, M. W. G. 1910. Denkschriften ... 1912, 1913. HERITSCH, Centralbl. f. M. G. P. 1911. KOBER, Denkschriften 1912.
- 182 VACEK, V. 1888. KOBER, M. W. G. 1909, legt einen Kontakt I. Ordnung in dieses Profil; siehe dazu F. HERITSCH, Geol. Rundschau 1914.

- 183 F. HERITSCH, Centralbl. f. M. G. P. 1911. MOHR, Denkschriften d. K. Akad. d. Wiss. Wien 1912. GAULHOFER-STINY, M. W. G. 1912. KOBER, Denkschriften ... 1912. REDLICH, Z. f. prakt. Geol. 1913. KOCH, Z. D. G. 1893.
- 184 MOHR, Denkschriften d. Kais. Akad. d. Wissensch. Wien 1912, 1913.
- 185 WINKLER, V. 1913. Zum Folgenden siehe CZJZEK, Jb. 1852; VACEK, V. 1852; BECK-VETTERS, Beiträge zur Pal. u. Geol. Öst.-Ung. XIII. 1904; RICHARZ, Jb. 1908.
- 186 VACEK, V. 1892; HOFMANN, V. 1877; TOULA, V. 1878; KOBER, Denkschriften 1912; MOHR, Denkschriften 1912; STOLICZKA, Jb. 1863; WINKLER, Jb. 1913.
- 187 HERITSCH, Mitteil. d. naturw. Ver. f. Steiermark 1905, 1906, 1913. HILBER, Jb. 1902. SCHMIDT, Jb. 1908.
- 188 FURLANI, M. W. G. 1912.
- 189 GEYER, V. 1903.
- 190 — Jb. 1897.
- 191 — V. 1901.
- 192 — V. 1901.
- 193 — V. 1903, p. 190.
- 194 — Jb. 1897, p. 359.
- 195 — Jb. 1897, p. 358. Das, was SUESS, Antl. d. Erde I. 1885, p. 340, Gitschbruch genannt hat, existiert in den Gailtaler Alpen überhaupt nicht.
- 196 Zum Folgenden GEYER, Erläuterungen zu den Spez.-K. Bl. Sillian u. Oberdrauburg; ferner FURLANI, M. W. G. 1912.
- 197 Zum Folgenden siehe TELLER, Erläuterungen zur geol. Karte der Ostkarawanken und Steiner Alpen 1896; TELLER, Denkschriften 1910. — Für einen großen Teil der Karawanken fehlen Profile und Detailbeschreibungen der Tektonik.
- 198 Im Barental gibt es vielleicht auch Tonalit, der im Streichen zwischen beiden Vorkommen vermittelt; siehe TELLER, Direktionsbericht, V. 1913.
- 199 TELLER, Denkschriften 1910 p. 28; Jahresbericht V. 1913.
- 200 HÖFER, V. 1908 S. 294.
- 201 KOSSMAT, M. W. G. 1913.
- 202 Zum Folgenden bes. KOSSMAT, M. W. G. 1913, p. 119 ff.
- 203 GEYERS Profile zeigen deutlich, daß von einem Wurzelcharakter nicht geredet werden kann.
- 204 FURLANI, M. W. G., 1912, S. 270.
- 205 GEYER, V. 1903.
- 206 Von diesem Gebiet fehlen Detailprofile. Auf einer Reihe von Exkursionen hat der Verfasser die Karawanken kennen gelernt; es liegt ein komplizierter Faltenbau vor; der Wurzelcharakter fehlt auch hier vollständig.
- 207 KOSSMAT, M. W. G. 1913. Wo nicht Schuppen vorhanden sind, baut sich der nördliche Schichtkopf der Südalpen in normalem stratigraphischem Verband mit dem Paläozoikum der Karawanken auf. Der Tonalit hat nicht überall dieselbe Stellung, denn im Gebiete des Karawankentunnels tritt er im Karawankenpaläozoikum, bei Eisenkappel am Nordrande desselben auf.
- 208 SUESS, Antlitz d. Erde, III. Bd., 1. Teil.
- 209 AMPFERER-HAMMER, Querschnitt, Jb. 1911.
- 210 Siehe dazu DIENER, Bau u. Bild der Ostalpen 1903, wo Literatur angegeben ist.
- 211 Zum Folgenden: v. RICHTHOFEN, Geognost. Beschreibung der Umgebung von Predazzo, 1860; SALOMON, Tscherm. Min. petr. Mitteil. 1897; AMPFERER-HAMMER, Jb. 1911. TRENER, V. 1900, 1912; HERITSCH, Mitteil. d. naturw. Ver. f. Steiermark 1913; SANDER, Jb. 1906; SALOMON, Adamellomonographie. Abhandlungen d. K. K. geol. Reichsanstalt 1900; HOERNES, S. B. 1912; STEINMANN, Geol. Rundschau 1913.
- 212 Kretazische Gebirgsbildung in den Südalpen, siehe RASSMUS, Z. D. G. 1913.
- 213 SUESS, Antl. d. Erde III. KOBER, M. W. G. 1912. STEINMANN, Berichte d. naturforsch. Gesellsch. in Freiburg 1905.
- 214 Wurzeln sind mit Sicherheit noch nirgends nachgewiesen.
- 215 SANDER, V. 1913, p. 335.
- 216 — V. 1913, p. 335; auch zum Folgenden.
- 217 Es ist ROTHPLETZ' Verdienst, zuerst auf ihre Bedeutung hingewiesen zu haben.
- 218 Zum Folgenden SPITZ-DYHRENFURT, Ecl. geol. Helvet. 1913; vgl. auch ARBENZ, Vierteljahrsschrift d. Züricher naturforsch. Gesellschaft 1913.
- 219 Jb. 1911, S. 703, 704.
- 220 KOSSMAT, M. W. G. 1913.
- 220a HAHN, M. W. G. 1913. S. 310.
- 221 Eine ausführliche Mitteilung des Verfassers erscheint demnächst.
- 222 Jb. 1911, p. 699.

- 223 C. DIENER, Bau u. Bild der Ostalpen, S. 637.  
224 SUSS, Antlitz d. Erde, II. Bd.  
225 BITTNER, V. 1893, p. 337.  
226 V. 1886.  
227 HAHN, V. 1912, p. 342.  
228 — V. 1912, p. 342.  
229 KOBER, M. W. G. 1912.  
230 Eine eingehende Erörterung dieser Verhältnisse findet sich bei DIENER, Bau u. Bild, S. 589—607.  
231 Charakteristik der Bedeutung dieser Störung bei C. DIENER, Bau u. Bild, S. 600.  
232 AMPFERER-OHNESORGE, Jb. 1909.  
233 SPENGLER, Centralbl. f. M. G. P. 1911. S. B. 1912.  
234 HERITSCH, S. B. 1912. KOBER, M. W. G. 1912.  
234a HAHN, M. W. G. 1913. S. 252, 262, 285, 355.  
235 HERITSCH, S. B. 1912.  
236 KOBER, M. W. G. 1912.  
237 — M. W. G. 1912, p. 24. Siehe dazu TORNUIST, N. Jb. 1908.  
238 Nach ARN. HEIM, Vierteljahrschrift d. Züricher naturforsch. Gesellsch. 51. Bd. 1906 ist die Aufschiebung der Helvetischen Decken auf die Molasse in der Schweiz nachmiozän. Es ist durchaus nicht notwendig, daß diese Bewegungen, die ja doch wohl längere Zeit angehalten haben, gleichzeitig eingetreten sind.  
239 M. W. G. 1912, S. 345 ff.  
240 Eine Übersicht über die Entwicklung des Abbaues findet sich bei KREBS, Geographie d. öst. Alpenländer, S. 211.  
241 M. W. G. 1912, p. 352; zum Folgenden S. 352—353.  
242 K. A. REDLICH, Zeitschrift f. prakt. Geol. 1908, 1913, Jb. 1903.  
243 M. W. G. 1912, S. 349.  
244 GRANIG, M. W. G. 1912 p. 353.  
245 — l. c. p. 350; auch für das Folgende.  
246 — l. c. p. 357.  
247 Zum Folgenden: Die Mineralkohlen Österreichs, Wien 1903.  
248 R. HOERNES, Bau u. Bild der Ebenen Österreichs, Wien 1903.  
249 — Mitteil. d. naturw. Verein f. Steiermark 1900.  
250 REDLICH und CORNU, Zeitschrift f. prakt. Geol. 1908.  
251 — Jb. 1903, Zeitschrift f. prakt. Geol. 1908, 1913.  
252 KREBS, Länderkunde der öst. Alpenländer, S. 214.  
253 AIGNER, Mitteil. d. naturwiss. Ver. f. Steierm. 1901.  
254 KOHLER, Geognost. Jahreshefte 1903.

## Inhaltsverzeichnis.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>I. Morphologische Übersicht</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1  |
| <b>II. Stratigraphie</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4  |
| A. Helvetische Fazies . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4  |
| B. Flysch . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5  |
| C. Nördliche Kalkalpen . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 11 |
| „Aufbruchzone“ S. 11. — Bunte Bündner Schiefer S. 14. —<br>Ostalpine Fazies S. 14. — Skythische Stufe S. 14. — Anisische<br>Stufe S. 15. — Ladinische Stufe S. 15. — Karnische Stufe S. 32.<br>— Norische Stufe S. 33. — Rätische Stufe S. 33. — Hallstätter<br>Fazies S. 35. — Lias S. 35. — Dogger S. 39. — Malm S. 39. —<br>Untere Kreide S. 40. — Obere Kreide S. 41. — Alttertiär S. 44.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
| D. Ostalpines Mesozoikum in den Zentralalpen . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 44 |
| E. Nördliche Zone des Drauzuges . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 46 |
| F. Palaeozoikum . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 47 |
| G. Krystalline Schiefer . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 48 |
| H. Zentralalpen (z. T.) . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 48 |
| Bündnerschiefer des Unterengadins S. 48. — Bündnerschiefer<br>des Prättigau S. 49. — Schieferhülle und Zentralgneis der Hohen<br>Tauern S. 49.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
| I. Mesozoikum der Radstädter Tauern und des Brenner . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 52 |
| K. Jungtertiär im Innern und am Ostrand der Alpen . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 54 |
| <b>III. Tektonische Beschreibung</b> . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 55 |
| A. Alpenvorland . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 55 |
| B. Flyschzone . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 55 |
| Fläscherberg S. 55. — Vorarlberg-Allgäuer Kreidegebirge S. 56.<br>— Flysch im Süden und Norden der Kreide S. 58. — Klippen<br>S. 58. — Grünten S. 59. — Flyschzone bis Salzburg S. 59. —<br>Von Salzburg bis Wien S. 59.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |    |
| C. Nördliche Kalkalpen . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 60 |
| Rätikon S. 61. — Lechtaler und Allgäuer Alpen S. 63. — Rand-<br>zone in Bayern S. 64. — Inntaldecke S. 67. — Wetterstein-Mie-<br>minger Gebirge S. 67. — Karwendelgebirge S. 68. — Sonnwend-<br>gebirge S. 69. — Inndurchbruch S. 70. — Randzone östlich vom<br>Inn S. 70. — Kaisergebirge S. 72. — Saalachgebiet S. 73. —<br>Loferer- und Leoganger-Steinberge S. 73. — Steinernes Meer —<br>Übergossene Alpe S. 73. — Reitergebirge, Lattengebirge,<br>Untersberg S. 74. — Tennengebirge S. 74. — Osterhorngruppe<br>S. 75. — Schafberggruppe S. 75. — Höllengebirge S. 76. —<br>Katergebirge S. 76. — Gosau S. 77. — Dachstein S. 77. — Hall-<br>stätter Salzberg S. 77. — Senke Wolfgangsee—Ischl—Aussee<br>— Mitterndorf S. 77. — Totes Gebirge S. 78. — Kremsmauer—<br>Traunstein—Sengengebirge S. 78. — Flyschfjord von Groß-<br>Ramming S. 79. — Boseruck S. 80. — Gesäuse S. 81. — Hoch-<br>schwab S. 81. — Veitsch S. 81. — Rax S. 82. — Hohe Wand<br>S. 82. — Lassingalpen S. 82. — Hauptdolomitgebiet von Rohr<br>S. 83. — Hoheckzug S. 83. — Randzone der Kalkalpen von<br>Ramming gegen Osten, Klippenzone S. 84. — Verteilung der<br>Fazies auf die tektonischen Einheiten S. 87. |    |
| D. Zentralzone . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 92 |
| Silvretta S. 92. — Ötzmase S. 93. — Unterengadin S. 94. —<br>Münstertaler Alpen S. 94. — Jaggl S. 95. — Ortlergruppe S. 96. —<br>— Schiefergebiet im Süden der Ortlergruppe und Ultentaleralpen<br>S. 97. — Hohe Tauern S. 100. — Zillertaler und Tuxer Alpen<br>S. 100. — Kalkkögel—Tribulaun S. 102. — Venedigern                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| S. 102. — Granatspitzkern S. 103. — Matreier Schichten S. 103. Glocknergruppe S. 103. — Sonnblickgruppe S. 103. — Hochalm-<br>spitzgruppe S. 104. — Radstädter Tauern S. 104. — Die Tauern<br>— ein Fenster? S. 107. — Schiefergebirge im Norden der Tauern<br>S. 109. — Kellerjoch S. 109. — Kitzbühler Alpen S. 109. —<br>Pinzgauer Phyllite S. 110. — Schiefergebirge im Süden der<br>Tauern S. 110. — Antholz S. 110. — Riesenferner S. 111. — Vill-<br>graten S. 111. — Brixener Granit S. 112. — Trias von Mauis<br>und Pens S. 112. — Schoberggruppe S. 112. — Kreuzeckgruppe<br>S. 113. — Schiefergebirge im Osten der Tauern S. 113. — Nie-<br>dere Tauern S. 113. — Bundschuhmasse S. 114. — Stangalpe<br>S. 114. — Krappfeld — St. Paul S. 114. — Posruck S. 115. —<br>Bacher S. 115. — Nordsteirischer Gneisbogen S. 116. — Grau-<br>wackenzone von Obersteiermark—Semmering S. 116. —<br>Wechsel S. 120. — Bernstein S. 120. — Palaeozoikum von Graz<br>S. 121. — Einbrüche am Ostrande der Zentralzone S. 121 |            |
| E. Nördliche Zone des Drauzuges . . . . .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 122        |
| Schollen im Pustertal S. 122. — Lienzer Dolomiten S. 122. —<br>Gailtaler Alpen S. 124. — Drau- und Gailbruch S. 125. — Kara-<br>wanken S. 126. — Wurzelfrage S. 127.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |
| <b>IV. Die Bauformel der österreichischen Alpen . . . . .</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>129</b> |
| <b>V. Geologische Geschichte . . . . .</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>133</b> |
| <b>VI. Technisch-wichtige Vorkommen . . . . .</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>136</b> |
| Erze S. 136; Nicht-Erze S. 138.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |
| <b>Nachträge . . . . .</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>140</b> |
| <b>Literatur . . . . .</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>143</b> |

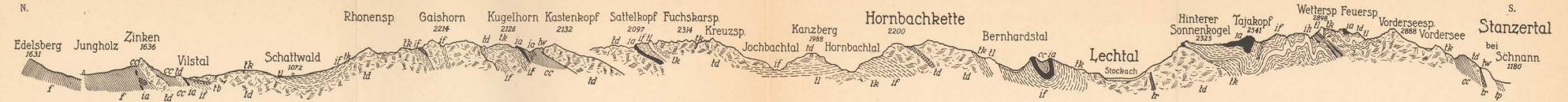


Fig. 1. Profil durch die Lechtaler Alpen, nach AMPREXER-HANDKE, Jb. 1911.  
 f = Flysch; cc = Cenoman; ia = Aptychenschichten; if = Fleckenmergel; ih = Hornsteinkalke; il = rote Liaskalke, eng verbunden mit oberem Dachsteinkalk; tk = Kössener Schichten; td = Plattenkalk und Hauptdolomit; tr = Rauchwacke und Gips der Raibler Schichten; tw = Wettersteinkalk; tp = Partnach-Schichten; tb = Rauchwacke und Buntsandstein.

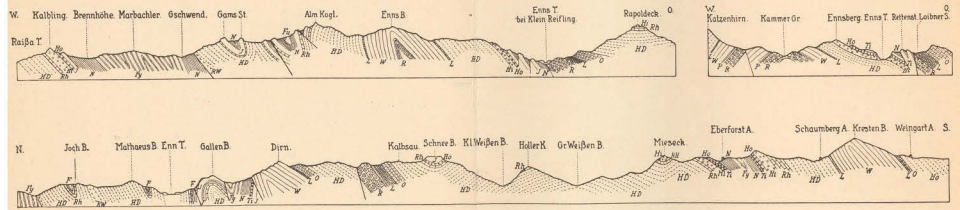


Fig. 2. Profile durch das Gebiet von Weyer, nach GERVA, Jb. 1909.

R = Reiflinger Kalk. HD = Hauptdolomit. J = Jura im allgemeinen. P = Partnachschichten. Rh = Rät. Tl = Tithon. W = Wettersteinkalk. F = Lias-Fleckenmergel. N = Neokom. L = Lunzer Sandstein. Hl = Hietztalkalk. Fy = Kreutzflysch. O = Opponitzerkalk. Ho = Jura-Hornsteinkalk.

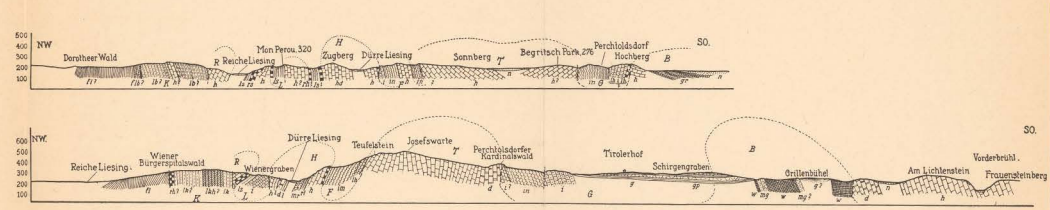


Fig. 3. Profile durch den Höllesteinzug nach A. SVETZ, Mitt. d. Wien. geol. Gesellsch. III.

W = Wertener Schiefer, mg = Muschelkalk. h = Hauptdolomit (Rauchwacke). hd = Hauptdolomit u. Dachsteinkalk wechsell. d = Dachsteinkalk (Rauchwacke); in Verbindung mit Lunzer Sandstein. Opponitzerkalk. rh = Rätische Stufe. lb = Lias-Alpinen (Kieselkalke). ls = Lias Sandstein und Schiefer. lj = Lunzer Juraalk. ln = Jura-Neocommergel. g = Gosauformation im allgemeinen. gp = Gosauformation: Polygene Breccien. fl = Flysch im allgemeinen. flb = Polygene Flyschbreccien. n = Neogen. s = Alpinium. K = Rieselskizzone. R = Bandenkalke. L = Liasgrube. H = Höllesteinantikline. F = Fölsalmde. T = Teufelssteinantikline. G = Giehdübelrude. B = Brüller Antikline.

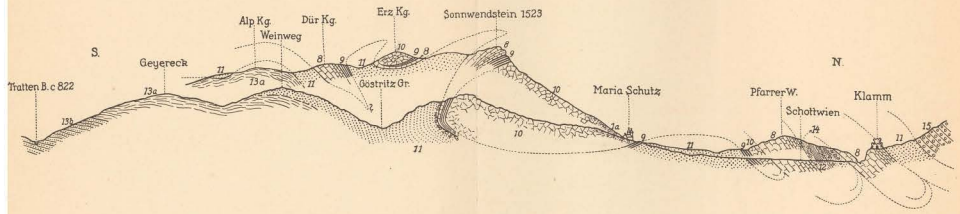


Fig. 4a u. 4b. Profile durch das Semmeringgebiet, nach MOW, Mitt. d. Wien. geol. Gesellsch. III. 1, 1a = Alluvium u. Diluvium; 2 = Süßwasserloazän; 7 = Silbersberggrauwacke; 8 = Lias-Juraalk; 9 = Rät.; 10 = Gypsoporellendolomit; 11 = Quarzit- und Seritzschiefer; 12 = Quarzphyllit und Kontaktglimmerschiefer; 12a, mit Granit; 12a = Wechselliefer; 12b = Wechselliefer; 14 = Mylonit und Rauchwacke zwischen Jura und Quarzit; 15 = Oberkarbon von Klamm.



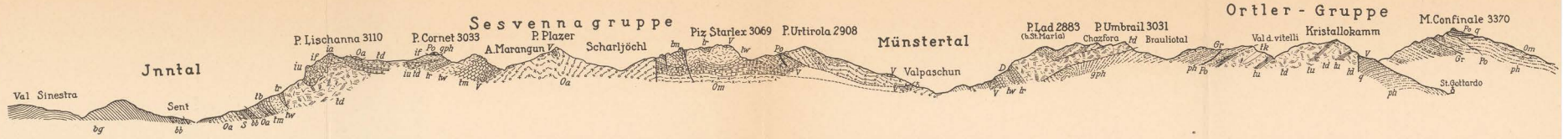


Fig. 1. Profil durch die Sesvenna- und Ortler-Gruppe, nach AMPFERER-HAMMER, Jd. 1911.

ia = Tithon der Lischanna; if = Lias-Fleckenmergel; iu = unterer Lias (Kalke und Breccien); tk = Rät; tu = untertithonische Kalke des Ortler; td = Hauptdolomit; tr = Raitler Schichten; tw = Dioprosendolomit; tm = Muschelkalk; tv = Servino; v = Verrukano und Quarzsandstein; bg = Fazies der Kalke und Tonschiefer der Bündner Schiefer; bb = Fazies der bunten Bündner Schiefer; pb = Phyllit; q = Quarzite der Phyllite; gph = Phyllitgneis; Oa = Augengneis; Om = Muscovitgranitgneis; D = Diabas und Diabasporphyr; Po = Diorit- und Diabasporphyrite.

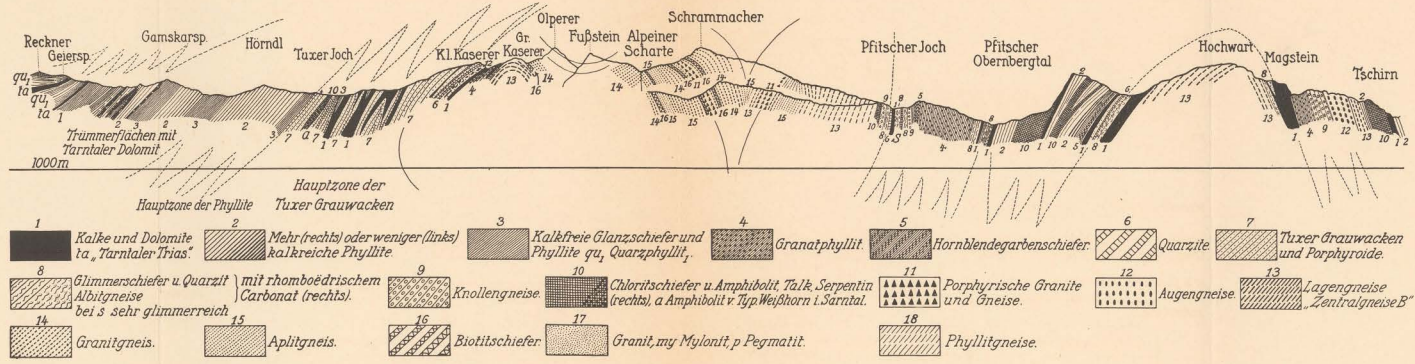


Fig. 2a. Profil durch die westlichen Zillertaler Alpen, nach SANDER, Denkschriften k. k. Akad. Wien. 82. Bd.

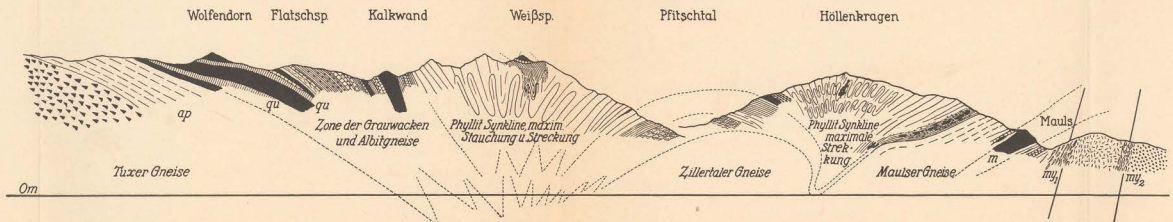


Fig. 2b. Profil durch die westlichen Zillertaler Alpen, nach SASSER, Denkschriften k. k. Akad. Wien. 82. Bd.

ap = vorwiegend aplitische Gneise. qu = Rätzitschiefer, Quarzphyllit, Kohlenstoffquarzit. m = Maulsertrias. my<sub>1</sub> = Phyllitmylonite. my<sub>2</sub> = vorwiegend Granitmylonit.