

II. Besprechungen.

A. Unter der Redaktion der Geologischen Vereinigung.

Die Anwendung der Deckentheorie auf die Ostalpen. I.

Von Franz Heritsch (Graz).

Mit 2 Texttabellen und einer Übersichtstabelle Tafel II.

Bei der Bearbeitung der Ostalpen für das »Handbuch der regionalen Geologie« mußte für die Kalkalpen die Frage in den Vordergrund gestellt werden, ob sich die Faciesgebiete und die tektonischen Einheiten in den Kalkalpen decken. Eine detaillierte Erörterung könnte naturgemäß nur bei einer genaueren Besprechung der einzelnen Gebirgsgruppen gegeben werden; da dies unmöglich ist, mögen einige Ergebnisse hervorgehoben werden. Am besten eignet sich zu einer solchen Erörterung das Gebiet der Salzburger und bayrischen Alpen, zwischen dem Königssee und der Kammerkergruppe. Dort mußte ja schon HAUG bei seiner bekannten Arbeit über die Schubdecken der Kalkalpen zu dem gewagten Auskunftsmittel eines nicht motivierten Bruches greifen¹⁾. HAHN hat in glänzender Detailarbeit in diesem Gebiet die wichtigsten Nachweise geführt²⁾, welche das Verhältnis der stratigraphischen Entwicklung zu den verschiedenen tektonischen Einheiten auf denselben Punkt bringen, zudem in neuester Zeit der Begründer der ostalpinen Deckentheorie, P. TERMIER in den Zentralalpen gekommen ist: »Die Facies wechseln in derselben Decke; es ist also unzulässig, eine Decke, eine tektonische Einheit durch stratigraphische Merkmale zu definieren.« So kann für die nördlichen Kalkalpen der Satz aufgestellt werden, daß große facielle Differenzen nicht mit einer tektonischen Grenze zusammenfallen. Ein

1) E. HAUG, Les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales. Bull. Soc. géol. de France. 4. ser. T. VI. 1906 dazu J. NOVAK, Über den Bau der Kalkalpen in Salzburg und im Salzkammergut. Bull. de l'académie des sciences de Cracovie 1911.

2) F. F. HAHN, Geologie der Kammerker-Sonntagsgruppe I. Ib. 1910. Zur Geologie der Berge des oberen Saalachtals. V. 1911. Geologie der Kammerker- und Sonntagshorngruppe II. Ib. 1910. Geologie des oberen Saalachgebietes zwischen Lofer und Diesbachtal. Ib. 1913.

großes Beispiel dafür ist die Inntaldecke AMPFERERS, die ihrer Unterlage gegenüber dieselbe Stellung einnimmt, wie die »hochalpine« oder »Dachsteindecke« in den östlichen Teil der Kalkalpen; aber die facielle Entwicklung ist diejenige der Unterlage.

Wenn man die reinliche Trennung der Faciesgebiete auf die tektonischen Einheiten, bei HAUG, NOVAK, KOBER betrachtet, dann könnte man zur Feststellung kommen, daß tatsächlich zwischen den einzelnen Decken und der faciiellen Entwicklung ein kausaler und direkter Zusammenhang wäre. Daß dies nicht so ist, hat HAHN gezeigt. Im Saalachgebiete konnte HAHN¹⁾ eine Übergangsfacies zwischen der bayrischen und Berchtesgadener Entwicklung für die norische Stufe feststellen. Die untere Decke der posttriadischen Sedimente der Kammerker-Sonntagshornmulde bildet im Norden Hauptdolomit—Plattenkalk, den nördlichen Teil des Westrandes baut Plattenkalk, den südlichen Abschnitt aber Dachsteinkalk vom Typus der Loferer Steinberge auf; der Südrand stellt ein Profil von Dachsteindolomit, Dachsteinkalk vom Loferer Typus und bunten norisch-rätischen Grenzkalken vor. Dadurch wird es klar, daß die Berchtesgadener Facies der Loferer Steinberge und ihre östliche Fortsetzung (Steinernes Meer usw.) nicht zur juvavischen Einheit (HAHN) zustellen ist. HAHN sagt daher, daß Berchtesgadener Facies und Berchtesgadener Schubmasse nicht einander gleichzustellen sind. Auch im mittleren Teile des Saalachgebietes (von Loferer aufwärts) herrscht das Gesetz, daß die Trias der Unterlage (tirolische Einheit) bereits der Berchtesgadener Facies angehört. Auch die Entwicklung der oberen Trias in den Loferer Steinbergen zeigt eine Vermittlung zwischen der Tiroler und Salzburger Facies. HAHN stellt folgende Beziehungen zwischen den Facies auf, welche auf Tabelle I dargestellt sind.

Hinsichtlich der Übergangsfacies wäre noch zu erwähnen, daß auch an anderen Stellen die Facies des bayrischen Gebietes und der Dachsteindecke nicht weit voneinander absteht, das ist z. B. der Fall bei der Gamsfelddecke SPENGLERS, der über dem Karnischen noch norische Dolomite angezeigt hat, über welchen dann erst der relativ nicht mächtige Dachsteinkalk folgt²⁾. Die Faciesunterschiede werden noch geringer, wenn man die südliche Osterhorngruppe, die Hohe Schrott, heranzieht, wo die Kössener Schichten durch rätische Kalke ersetzt werden. Freilich sind Faciesübergänge in einer Decke selten zu beobachten, wenigstens solche Verschiedenheiten, auf welche der Deckensystematiker Gewicht legt. Da ist an BÖSES Ausspruch zu erinnern: »Die Faciesbezirke sind unendlich größer als die Übergangsbezirke«. Und es ist wie bei jeder auf Faciesverschiedenheiten aufgebauten Tektonik sehr wohl zu be-

¹⁾ HAHN, Jahrbuch 1910.

²⁾ E. SPENGLER, Untersuchung über die tektonische Stellung der Gosauschichten I. Sitzungsbericht d. K. Akademie d. Wiss. Wien. Math. Naturwiss. Klasse. Bd. CXXI. Abt. I. 1912.

Tabelle I nach F. F. Hahn.

Geologische Rundschau. V.

7

		Kammerker-Sonntagshorngruppe			Gebiet der mittleren Saalach		
		Berchtesgadener Facies	Übergangsfacies	Bayrische Facies	Tirolische (= bayr.) Facies	»Vorzone«	Berchtesgadener Facies.
Rät.	Stufe	Dachsteinkalk vom Reiteralmtypus <i>Fedata-kalk</i>	Buntes Rät. Riffkalk Kössener Kalk	Riffkalk Kössener Schichten.	Dachsteinkalk und Starhemberger Lagen.		
Norische	Stufe		Dachsteinkalk des Lärchkogeltypus. Loferer Schichten.	Dachsteinkalk vom Loferer Steinbergtypus Dachsteindolomit.			
Karnische	Stufe	Raibler Dolomite, lichtbunt; in ihrem Gefolge treten Halobienkalke (Hallstätter Kalke) auf.	Dolomite der Karn. Stufe.		Raibler Dolomit, stellenweise mit Einschaltung von schwarzen Kalken (Carditaschichten), stellenweise Unterlagerung durch Reingrabener Schiefer.	Hallstätter (Ramsau-)Dolomit mit Linsen von karnischem Hallstätter Kalk.	Ramsaudolomit mit Linsen von
Ladin.	Stufe	Ramsaudolomit.			Ramsaudolomit.	Ramsaudolomit.	Hallstätter Gesteinen.

denken, daß es ein unbilliges und unberechtigtes Verlangen wäre, daß innerhalb einer großen Deckengruppe die tektonischen Linien und die Facies auf sehr großen Strecken im Streichen gleichbleiben. Eine solche Annahme verträgt sich nicht mit dem Aktualitätsprinzip. HAHN sagt: »Facielle Differenzierung wird hervorgerufen durch die Gesamtheit der geographischen Eigenschaften eines Ortes, deren wechselvolles Spiel in horizontaler Richtung verschiedenartige Ablagerungen bedingt.« Man kann daher nicht verlangen, daß in einer Deckengruppe — nehmen wir z. B. die ostalpine Serie her — die faciiellen Verschiedenheiten im Streichen direkt konstant bleiben, daß darauf eine Teildeckensystematik zu begründen ist. In dieser Richtung scheint mir — abgesehen von der Tektonik — eine Hauptschwierigkeit für KOBERS Deckengliederung seiner unterostalpinen Decken zu liegen. Auch die Gegenüberstellung der oberostalpinen und unterostalpinen Deckengruppe im Sinne KOBERS auf Grund der Facies hat, wie HAHNS früher erwähnten Ergebnisse zeigen, nur einen lokalen Wert; wenn die Sache in den östlichen Kalkalpen geht, so stimmt es in Salzburg nicht mehr mit den Verhältnissen überein. Das zeigt ja in glänzender Weise, daß Faciesgliederungen nicht auf tektonische Einheiten übertragbar sind. HAHNS Ergebnisse sind um so bedeutungsvoller, als er den Nachweis einer Übergangsfacies auch für den Lias führen konnte; so tritt in der bayrischen Facies Hierlatzkalk auf (Kammerkergruppe), die Adnether Facies ist im Gebiet des Hochgebirgskorallenkalkes vorhanden.

Innerhalb bestimmter tektonischer Einheiten kommen verschiedene Faciesunterschiede vor, auf welche die Deckensystematiker keine Rücksicht genommen haben; da wäre aus dem westlichen Teile der Kalkalpen zu erwähnen das Wechselverhältnis von Arlbergschichten einerseits und Wettersteinkalk — Partnachschichten — andererseits, es wäre auch zu gedenken der lokalen Entwicklung der Wettersteinkalke im Gebiete der Reiflingerkalke; die tektonischen Grenzen überschreiten vielfach die Faciesgrenzen. SPRITZ hat solches aus dem Höllesteinzug beschrieben; auch KOBERS Ötscherdecke bildet ein Beispiel dafür. Aus diesem Verhältnis ergibt sich mit Klarheit, daß jede Definition einer Decke durch die Faciesentwicklung unmöglich ist.

Eine weitere Erhärtung für den oben gesperrt gedruckten Satz ist die Totengebirgsdecke HAUGS, die Berchtesgadener Facies zeigt.

Dieser Satz bedarf, um kein Mißverständnis zu erregen, einer Einschränkung in dem Sinne, daß er sich nur auf die großen Deckengebiete bezieht. Ich meine, daß innerhalb der ostalpinen Kalkalpen der Satz seine Gültigkeit hat. Bei dem Gegensatz, welcher etwa zwischen ostalpin und helvetisch unbedingt herrscht, ist die Sache anders; denn hier handelt es sich um verschiedenen Baukörper der Alpen, nicht um Decken im gewöhnlichen Sinne, sondern um Decken erster Ordnung (Suess). Dieses Gebiet hat auch keine gemeinsame Geschichte wie die Kalkalpendecke, sondern ist, um nur ein Ereignis hervorzuheben, getrennt durch

ein ganz verschiedenes Verhältniß zur Zeit der Kreide¹⁾. Eine besondere Rolle spielt bei allen Deckenspekulationen über den Aufbau der Kalkalpen die Hallstätter Decke. Auch bezüglich der Klarstellung des Verhältnisses der auch in tektonischer Beziehung verschieden gedeuteten Hallstätter Gesteine zu den übrigen Massen der Kalkalpen, im besonderen zur juvavischen Einheit HAHNS, bzw. zur hochalpinen- oder Dachsteindecke²⁾ haben HAHNS Studien im Saalachgebiet bahnbrechend gewirkt. HAHN ist der sichere Nachweis gelungen, daß die Hallstätter Decke des Saalachgebietes keine Selbständigkeit hat, weder in stratigraphisch, noch in tektonischer Beziehung³⁾.

Im Gebiet von Unken und an vielen anderen Stellen treten Fetzen von Hallstätter Gesteinen an der Basis der juvavischen Schubmasse auf; daß es sich um keine selbständige Decke handelt, zeigen die vielen Einschaltungen derselben Gesteine in der Schubmasse selbst. Diese an der Basis liegenden Schubfetzen von Hallstätter Kalk, Dolomiten und Werfener Schichten können mit HAHN viel verständlicher und besser erklärt werden, als abgerissene, mitgeschleifte und gelegentlich auch gepreßte Grundschollen. Trotz der Heteropie in der juvavischen Schubmasse ist diese doch einheitlich, wie HAHNS hervorragende Beobachtungen zeigen. HAHN hat im Saalachgebiet in tektonischer Beziehung eine Vorzone (in welcher eine Hallstätter Decke vermutet werden könnte) von der Masse der Reiteralpe abgetrennt; diese Vorzonen überschieben die post-triadische Unkenbachmulde der Kammerkergruppe, bzw. deren tektonische Fortsetzung stehen im umgekehrten Verhältniß zur Reiteralpe. In stratigraphischer Beziehung zeigen sie nicht Selbständigkeit, sondern faciiellen Übergang zur juvavischen Masse der Reiteralpe. HAHN⁴⁾ unterscheidet:

- 1) Eine vorderste Zone (Hochkranz, Gerhardtstein usw.) mit Zlambach und Hallstätter Gestein, besonders Halobienkalk und geringmächtigem Ramsaudolomit; Reichenhaller Dolomit und Werfener Schichten.

¹⁾ HERITSCH, Das Alter des Deckenschubes in den Alpen. Sitzungsber. d. K. Ak. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Klasse. Bd. CXXI. Abt. I. 1912. S. 626.

²⁾ Diese Begriffe decken sich nicht vollständig.

³⁾ Hier sei der Vollständigkeit halber auch die Salzdecke HAUGS erwähnt. Für das Bestehen einer solchen Salzdecke — die auch schon aus mechanischen Gründen wie so viele andere »Decken« unverständlich ist — läßt sich nur ein einziges Profil im Salzkammergut anführen, das aber auch anders gedeutet werden kann. Die »Salzdecke« HAUGS ist auf den Umstand zurückzuführen, daß sich an der Basis der juvavischen Einheit vielfach die Neigung zu partieller Eigenbewegung einstellt. Der Kontakt Werfener Schichten-Ramsaudolomit ist häufig tektonisch bedingt, doch liegt darin kein Grund für die Aufstellung einer eigenen Decke (HAHN). Wenn man auf diese Art selbständige Decken aufstellen würde, dann wäre deren Zahl Legion.

⁴⁾ Ib. 1913, S. 71.

- 2) Eine zweite Zone (Vockenberg usw.), welche einen gering mächtigen Reiteralm-Dachsteinkalk, Hallstätter Dolomit mit Einlagerungen von Halobienkalk und gering mächtigen Ramsaudolomit enthält;
- 3) eine dritte Zone (Hundshorn-Perhorn), in welcher der Reiteralmkalk anschwillt; ausspitzen Zonen von Hallstätter Entwicklung oder Hallstätter Dolomit mit mächtiger werdendem Ramsaudolomit, dann Reichenhaller Dolomit und Werfener Schichten sind vorhanden.
- 4) Die Reiteralm zeigt außer Werfener Schichten sehr mächtigen Ramsaudolomit und ebensolchen Dachsteinkalk ohne Hallstätter Gestein.

HAHN sagt dann, daß auch die Lagerungsverhältnisse gegen eine tektonische Selbständigkeit sprechen, denn diese Zonen zeigen derartige Lagebeziehungen zueinander und zur Hauptzone, wie sie sie von Anfang an gehabt haben müssen, und daß es sich daher nur um randliche Überschiebungen, nicht um Decken handeln kann.

Etwas anders liegt der Fall im Salzkammergut und auch im Westen der Kalkalpen; da ist sicher an vielen Stellen eine besser begründete Zweiteilung vorhanden, zwei Massen liegen übereinander. Es ist nur die Frage, ob man sie einer zweigeteilten Einheit oder zwei ursprünglich bis auf die Wurzeln getrennten Decken zuzählen soll.

Im Gamsfeldgebiet¹⁾ ist die Trennung durch die tektonischen Verhältnisse ausgesprochen; auch eine gewisse facielle Verschiedenheit ist vorhanden²⁾. Die Dachsteindecke, die im Norischen sich facieell recht stark der bayrischen Serie nähert, ist vorgosauisch auf die Hallstätter Serie geschoben, welche letztere sich nur im Norischen etwas von der Berchtesgadener Facies unterscheidet. Ähnliche Verhältnisse ergeben sich auch für die Hallstätter Gesteine zwischen Ischl und Aussee und auch im Mürztal. Doch ist da wohl einschränkend hervorzuheben, daß die Trennung der Hallstätter Decke nicht nur in vielen Fällen Geschmackssache ist, sondern daß eine Trennung in manchen Fällen sogar illusorisch ist; folgendes kann dies erhärten. BITTNER hat auf die bedeutende Übereinstimmung des Kalkes des Schneeberges mit dem der hohen Wand hingewiesen³⁾; das zeigt die bedeutende Ähnlichkeit des Hochgebirgskalkes mit den Hallstätter Kalken; der Übergang zwischen Hallstätter Kalk und Riffkalk wurde in den südlichen Vorlagen des Totengebirges nachgewiesen⁴⁾; es ist überdies sehr bezeichnend, daß sich

1) SPENGLER l. c. 1912.

2) Im Norischen 800 m Dolomit darüber Dachsteinkalk, bzw. roter oder weißer unternorischer Kalk, grauer ungeschichteter Kalk mit *Monotis salinaria* und Pötschenkalk.

3) BITTNER, Herrnst. 1882. Der Kalk der Hohen Wand wird teils zum Hallstätter Kalk, teils zum Hochgebirgskalk gestellt, ARTHABER teilt ihn unter die letzteren ein.

4) GEYER, V. 1913.

in den Hochgebirgskorallenkalken vielfach (Übergossene Alpe, Göll, Untersberg usw.) Zwischenlagen eines grünen oder rötlichen Kalkes finden, der als Hallstätter Kalk erklärt worden ist; es handelt sich da um Linsen; auch Einschaltungen von Zlambachschichten kommen vor (Hochschwab). Daraus möge zweierlei entnommen werden, nämlich erstens, daß die Trennung des Hallstätter Kalkes von anderen Entwicklungen der norischen Stufe nicht immer klar auf der Hand liegt; und zweitens, daß eine facielle Verknüpfung im großen Maßstab vorhanden ist, welche einer Ableitung der Hallstätter Gesteine aus einem eigenen Wurzelgebiet mit Mißtrauen entgegenzusehen heischt.

Über die tektonische Stellung der Hallstätter Decke sind die Meinungen verschieden; diesbezüglich wandert sie von der Basis in die obersten Reihen des kalkalpinen Deckensystems. Die Feststellung der tektonischen Stellung der Hallstätter Gesteine ist abhängig von der Definition des Begriffes Decke. Versteht man darunter einen tektonischen Körper, der absolut selbständig ist und als solcher bewegt wurde, dann bilden die Hallstätter Gesteine keine Decke; denn sie sind nahe verwandt mit der hochalpinen Facies, und erst in der karnischen Stufe beginnt eine facielle Differenzierung¹⁾. Und gerade vom Standpunkt derjenigen Deckentheoretiker, welche das Facieskriterium an erste Stelle setzen, muß man dagegen einen Einspruch erheben, daß zwei so nahe verwandte Glieder durch einen Deckenkontakt getrennt werden, das heißt bis auf die Wurzel zurückgetrennt sind. Das hindert nicht, daß sie zwei Schubmassen bilden können, deren Trennung auf eine geringe Erstreckung zurückgeht. Nimmt man an, daß die Hallstätter Gesteine ursprünglich nördlich von der bajuvavisch-tirolischen Serie gelegen haben, dann kommt man mit der Tektonik der nördlichsten Kalkketten in Konflikt; zudem hindert die Tatsache der vorgosauischen Störungsphase diese Vorstellung. Gegen eine Verlegung des Ablagerungsgebietes der Hallstätter Decke in den Rücken der juvavischen Einheit sprechen die Lagerungsverhältnisse; denn dann müßte die Hallstätter Decke tatsächlich über der hochalpinen Decke liegen, wofür sich aber im besten Falle das Profil Plassen-Hallstätter Salzberg ins Treffen führen läßt²⁾. Von Bedeutung ist die Vorstellung HAUGS, daß das Hallstätter Gebiet zwischen der Dachsteinentwicklung abgelagert wurde. Für das östliche Salzkammergut muß man mit HAUG eine solche Annahme — natürlich auf die Wurzel bezogen — machen; denn nach diesem Forscher liegt die Hallstätter Decke zwischen der Totengebirgs- und Dachsteindecke.

1) KOBER, Denkschriften der K. Akad. d. Wiss. Wien 1912.

2) Das Gesagte gilt nur für den Fall, daß der Dachstein und das Katergebirge gleichzusetzen sind der juvavischen Einheit; gewichtige Überlegungen sprechen gegen diese Parallele; wahrscheinlich gelten folgende Parallelen: Dachstein = Katergebirge = Tännengebirge = Steinernes Meer = Tirolische Masse. Dann würde der Hallstätter Salzberg usw. gleichzustellen sein der Hallstätter Decke von Berchtesgaden.

Aus dieser Feststellung HAUGS ergibt sich die Möglichkeit, die eigenartige Stellung der Hallstätter Gesteine zu erklären. Die Hallstätter Gesteine sind nach meiner Vorstellung abgelagert worden zwischen der Dachsteinentwicklung. Die Hallstätter Entwicklung ist, wie allgemein angenommen wird, eine Ablagerung aus tieferem Wasser; die Dachsteinkalke stellen aber Seichtwasserbildungen dar. Es ist zu denken an solche Verhältnisse im Meer, welche einen bunten Wechsel von aufragenden Riffen und ruhiger tieferer See zeigen; so muß das Ablagerungsgebiet vom Dachstein- und Hallstätter Gebiet ausgesehen haben. Wir kommen so dazu, MOJSISOVIC'S Vorstellung von den Kanälen mit Hallstätter Entwicklung auf die Wurzelgebiete der Kalkalpen anzuwenden. Auf diese Weise können Einschaltungen von Hallstätter Kalk im Dachstein- oder Riffkalk selbst leicht erklärt werden; man braucht dabei auch nicht an sehr erhebliche Niveaudifferenzen zwischen dem Ablagerungsraum der Hallstätter Gesteine und den sie überragenden Bildungen zu denken; das zeigen die früher angeführten Verhältnisse (seitlicher Übergang in Riffkalk usw.).

Wenn wir uns vorstellen, was eintreten müßte, wenn eine solche nicht gleichmäßige Masse in horizontale Bewegung versetzt würde, also zusammen geschoben und überschoben würde, dann müßten einerseits die höher aufragenden Dachstein- und Riffkalkmassen die Hallstätter Gesteine überschieben, andererseits aber müßten die tiefer liegenden Hallstätter Gesteine durch Differentialbewegungen eine ganz verschiedene Stellung innerhalb der anderen Massen bekommen. Daraus erklärt sich die verschiedene Stellung der Hallstätter Gesteine zu den Dachsteinkalkmassen (z. B. Gamsfeldgebiet, Hallstatt). Dadurch wird vielfach der Selbständigkeitscharakter der Hallstätter Kalke vorgetäuscht.

Auf der eben ausgeführten Vorstellung fußend, kann sowohl der Kreis der Beobachtung HAHNS im Saalachgebiet als auch derjenigen SPENGLERS im Salzkammergut unter einen gemeinsamen Gesichtspunkt gebracht werden. Das sind die einzigen Gebiete, in welchen in den Kalkalpen wirkliche Detailarbeiten über Hallstätter Gebiete gemacht wurden. Auch die Deckengliederung KOBERS für die Mürztaler Kalkalpen kann nicht als Einwand angeführt werden; denn gerade dort erscheint das Verhältnis von Riffkalk und Hallstätter Kalk ein inniges zu sein; man hat vielfach den Eindruck, daß die Trennung von Hallstätter und Hochalpinendecke eine künstliche sei (z. B. Hohe Wand—Schneeberg). Nach dem Erörterten wird es klar, daß man nicht gut von einer Hallstätter Decke sprechen kann. Im übrigen sei auf die beigegebene Tabelle¹⁾ verwiesen. Zu dieser Tabelle ist zu bemerken, daß überhaupt alle in den betreffenden tektonischen Einheiten auftretenden mesozoischen Entwicklungen angeführt sind, doch so, daß die übereinander-

1) Die Tabelle ist hervorgegangen aus einer tabellarischen Übersicht durch Zusammenziehen in große tektonische Einheiten.

	»Hallstätter Decke«		Juvavische (Dachstein-, Hochalpine pr. p.) Decke		Inntaldecke	Tirolische Einheit östlich vom Salzachdurchbruch	Wettersteinscholle (tirolische Einheit) westlich vom Salzachdurchbruch		Randkette in Bayern und von der Traun gegen Osten				Subalpine Zone							
Obere Kreide	Gosau		Gosau		Gosau	Gosau, z. T. flyschähnlich		Gosau		Gosau, Konglomerate mit exotischen Geröllen. Gosaubrekzie (event. Cenoman), flyschähnliche Gosau Cenomanbrekzie, Mergelschiefer mit Kalken, Konglomerat, Kalke, Sandstein				Gosau in Flysch oder couches rouges-Fazies Cenomankonglomerat						
Untere Kreide						Neokommernel und Aptychenkalk	Roßfeldschichten Schrammbachschiechten	Neokommernel und Aptychenkalke		Gaultmergel Fleckenmergel des Neokom; Neokomkalke mit Konglomeratbänken; Neokommernel und Aptychenkalke				Neokom-Apt.-Kalk u. Mergel Wacke u. graue Kalke mit den Kreidemergeln wechselnd.						
Malm	Plassenkalk					Oberalmere Schichten	Plassenkalk Aptychenkalk	Aptychenkalk Hornstein und Nerineenkalk	Oberalmere Schichten	Bunte Aptychenschichten des Tithon Aptychensch. Rote Acanthiuskalke	Radialienhornstein	Aptychensch. Weiße u. rote Hornsteine	Aptychenkalke und Mergel Hornsteinoolithe d. Malm	Graue u. rote knollige Kalke des Acanthius-Niv.	Kieselige Aptychenkalke	Rote Kalke mit Krin. oder Hornstein Aptychenkalk	Roter Tithon-Flaserkalk Weiße und rote Jurakalke	Rotbraune und weiße Tithonkalke Weißer konglomeratischer mit Horn-Acanthiuskalk		
Dogger						Konglomerate, Kalke, Kieselschiefer Kieselkalke	Radiolarite Klausschichten Kieselmergel	Fleckenmergel	Radiolariengesteine, Radiolarit		Vilser Kalk Kalke des mittl. Dogger		Oolithe des mittl. Dogger	Weißer Kalke mit Pos. alpina; Klauskalk; Kieselkalk, roter Brekzienkalk	Vilser Kalk Schiefer Klausschichten graublauer Bajocienkalke					
Lias	Oberliaskalk					Fleckenmergel	Adneter Sch. (Mittellias) Liaskalk	Rote Cephalop.-Kalke	Graue Brachiopodenkalke	Spongienkalk, Adneter Kalk	Rote Liaskalke Weißer Riffkalk	Grestener Kalk	Fleckenmergel Roter Liaskalk	Adneter Sch. Kieselknollenkalk Spongienkalk Bunter grauer Lias (α-δ) Hierlatz-ähnliche Kalke	Schwarzer Lias (ε-Dogger) Roter u. grauer Lias (α-δ)	Rote Oberliaskalke Weiße u. Fleckenmergel	Kiesel- od. Spongitenk. Graue und braune Kalke mit Hornstein; weiche Kiesel- und Krinoidenmergel α-β	Mergel-schiefer u. Oberlias Schwarze Kieselkalke	Rote Ammonitenkalke des Mittel- u. Oberlias Mittellias. Brachiopodenkalke Dunkelgraue Liask. Bunte Kalke, Angulatenlias	Schiefer mit Pos. Bronni Fleckenmergel d. Mittellias Arkosen u. Sandsteine d. Grestener Sch. Arienlias
	Hierlatzkalk		Fleckenmergel																	
Rät	Zlambachmergel		Rät in Starhembergerfazies			Rät. Dachsteinkalk Kössener Schichten	Kössener Schichten	Plattenkalk	Riffkalk = Ob. Dachsteinkalk Kössener Sch. Plattenkalk	Riffkalk	Kössener Sch. Plattenkalk	Starhemberger Lagen im Dachsteinkalk	Ob. Dachsteinkalk Kössener Sch. Kössener Sch. Kössener Sch. Ob. Dachsteinkalk Kössener Schichten	Kössener Schichten	Plattenkalk	Kössener Schichten	Kössener Schichten	Kössener Schichten		
Norische Stufe	Lerchkogel-Dachsteinkalk	Hallstätter Kalk	Oberror. Hallstätter Kalk, Zlambach-Sch., lichte Dachsteinkalke	Dachsteinkalk mit Einschaltung von Hallstätter Kalk	Dachsteinkalk	Hochgebirgskorallenkalk mit Einschaltung von Hallstätter Kalk	Hauptdolomit	Hauptdolomit	Dachsteinkalk Hauptdolomit	Dachsteinkalk	Hauptdolomit	Dachsteindolomit	Dachsteinkalk und Einlagerungen von Hallstätter Kalk	Hauptdolomit, z. T. mit Einschaltung von Mergel- und Kalkbänken, z. T. mit Asphalt-schiefern	Hauptdolomit mit »buntem Keuper«	Hauptdolomit				
	Loferer Schichten	Dachsteinkalk des Reiferntypus	Unterrorischer Hallstätter Kalk																	
Karnische Stufe	Dolomit mit Hallstätter Kalkklinsen	Hallstätter Kalk	Cardita-Sch. Schwarze Hallstätter Kalke mit Hornstein	Dolomit Cardita-Sch. Cardita-Sch.	Hochgebirgskorallenkalk	Cardita-schichten	Opponitzer Kalk Lunzer Sandstein Reingrabener Schiefer	Reingrabener Schiefer	Raibler Sch.	Raibler Dolomit mit schwarzen Kalken, ev. Reingrabener Schiefen, auch Carditaoolithen	Dolomit Kalke u. Schiefer	Kalke, Schieferton, Sandstein, Gips, Rauchwacke	Opponitzer Niveau Lunzer Sandstein Reingrabener Schiefer							
Ladinische Stufe	Ramsaudolomit	Kieselknollenkalk	Wettersteinkalk	Lichte Dolomite, welche in das Karnische und Anisische reichen	Ramsaudolomit	Unterer Dolomit	Wettersteinkalk u. Dolomit mit einzelnen Bänken von Partnachschichten	Wettersteinkalk	Reiflinger Kalk	Wettersteinkalk od. Reiflinger Kalk mit Einschaltung v. Wettersteinkalk	Reiflinger Kalk, oben mit Einschaltung v. Wettersteinkalk	Wettersteinkalk oder Arlbergschichten	Partnachschichten	Ramsaudolomit	Reiflinger Kalk	Ramsaudolomit	Wettersteinkalk Partnachschichten	Reiflinger Kalk		
Anisische Stufe	Schreyeralmkalk	Dolomit	Graue knollige Kalke vom Typus der Reiflinger Kalke	Ramsaudolomit	Dunkle Kalke ev. mit Hornstein	Reichenhaller Dolomit	Muschelkalk	Reiflinger Kalk	Muschelkalk	Ramsaudolomit	Kalke vom Aussehen der Reiflinger Kalke Guttensteiner Dolomit	Muschelkalk	Reiflinger Kalk	Guttensteiner Sch.						
Skythische Stufe	Werfener Schichten und Haselgebirge		Werfener Schichten und Haselgebirge		Buntsandstein und Haselgebirge	Werfener Schichten und Haselgebirge		Buntsandstein	Werfener Schichten mit Gips											

stehenden Schichten nicht einem Profil entsprechen. Vergleicht man die »Hallstätter Decke« mit der juvavischen Einheit (für die tektonische Gliederung ist überall der Entwurf HAHNS¹⁾ zugrunde gelegt worden), so sieht man keinen prinzipiellen Unterschied. Daß die tirolische und juvavische Einheit miteinander eng verknüpft sind durch Faciesübergang, wurde schon früher hervorgehoben; als weiterer Hinweis kann die Tabelle benutzt werden. Einen besonderen Schichtreichtum weisen die Randketten auf; doch ist höchstens der Gault nicht in den höheren Kalkalpen zu finden, und bei diesem ist es fraglich, ob es sich nicht um ein Glied der sogenannten subalpinen Serie handelt. Eine in gewissem Sinne abweichende Entwicklung stellt die äußerste Randzone der Kalkalpen dar; es ist das, was GEYER subalpin genannt hat; er spricht von einer Art Flyschfacies des Liasjura²⁾. Diese Entwicklung ist z. B. zwischen dem Pechgraben und Waidhofen vorhanden³⁾; es liegen da über kohlenführenden Arkosen und Sandstein der Grestener Schichten dünnsschichtige Mergelschiefer, welche in den tieferen Lagen *Posidonomya Bronni* oder *Harpoceras Murchisonae*, in den höheren aber *Posidonomya alpina* und eine Cephalopodenfauna des Kellaway führen; darüber erscheinen weiße konglomeratische Schichten des *Acanthicus*-Niveaus, lokal rote Tithonkalke, Aptychenkalke und Mergel des Neocoms. — Der Jura der dem Höllengebirge vorgelagerten Langbathscholle hat eine große Ähnlichkeit mit der subalpinen Facies⁴⁾. Das führt zur Erörterung der ostalpinen Klippenzonen⁵⁾.

Am Nordrand der Kalkalpen taucht im Algäu und im Osten eine schmale Zone hervor, die als Klippenzone bezeichnet wurde. SUESS und UHLIG haben diese Zone als lepontinisch gedeutet und mit den sogenannten lepontinischen Decken am Südrand des Rätikon in direkten Zusammenhang gebracht. AMPFERER⁶⁾ hat die Klippen des Algäu mit den besten Gründen als ostalpin aufgefaßt, und KOBER⁷⁾ hat sich für den östlichen Teil der Kalkalpen derselben Auffassung angeschlossen. Das ist ein nicht zu unterschätzender Fortschritt; denn damit ist wieder einmal ein schwächtiger Deckenkörper aus dem Leibe der Ostalpen beseitigt und ein mechanisch nicht verständliches Bewegungselement aus den Ostalpen verschwunden. Es wird die Klippenzone eben nur zur

1) V. R. A. 1912.

2) Jahrbuch R. A. 1909.

3) GEYER, Erl. Bl. Weyer 1912.

4) PIA, Jahrb. R. A. 1912, sagt, daß dieser Jura als subpieninisch angesprochen werden könnte, wenn er nicht mit der Trias verbunden wäre. Das ist ein lebhaftes Zeugnis dafür, daß zwischen den Klippen und dem Ostalpinen (dies im Sinne von STEINMANN, SUESS, UHLIG einander gegenübergestellt) eine lebhaftige Verwandtschaft besteht.

5) Daß dieser Name unglücklich gewählt ist, hat jüngst WILKENS, Zentralblatt für Mineral. Geol. Paläon. 1913 ausgeführt.

6) AMPFERER-HAMMER, Jahresber. d. geol. Reichsanstalt 1911.

7) Denkschriften der Kais. Akad. 1912.

Randzone, und als solche ist sie von den südlicheren Deckenkörpern überfahren worden. Für sie eine eigene Wurzel anzunehmen, ist nicht notwendig; sie soll eben nur Randzone sein. Der Klippenzone eine tektonische Selbständigkeit zuzuerkennen, hieße die Sache wieder auf ein totes Geleise schieben; als Randgebiet der ostalpinen Geosynklinale¹⁾ kann ihre stratigraphische Sonderstellung und ihre tektonische Stellung als Schuppenkörper an der Stirne des ostalpinen Blockes wohl verstanden werden. Ihre Tektonik ist nur zu verstehen unter dem Druck der nachwirkenden Masse; AMPFERERS Querschnitt hat dieses Verhältnis in glänzender Weise aufgezeigt. In der Klippenzone der Ostalpen wurde eine pieninische und subpieninische Zone oder Decke zu unterscheiden versucht²⁾. KOBER spricht als subpieninisch die Klippen des Algäu und von St. Veit an; eines der auffallendsten Glieder ist der Gault. Die pieninischen Klippen sind nach KOBER auch in den Ostalpen durch Gesteine der Fleckenmergel-Hornsteinfacies (also durch Kalkarmut) ausgezeichnet; hierher rechnet KOBER die wenigen Reste von Posidonomyenschiefer und dann auch die Kieselkalke (Höllensteinzug usw.). Wer nicht auf dem Standpunkt steht, eine in den Karpathen gewonnene Gliederung auf jeden Fall auf die Ostalpen zu übertragen, wird SPITZ³⁾ zustimmen müssen, daß eine Trennung in subpieninisch und pieninisch nicht durchzuführen ist. Eine in so geringen Resten vorhandene und so gering mächtige Serie überhaupt von den Kalkalpen zu trennen, diesen als Eigendecke anzugliedern, das muß auf denselben Vorwurf stoßen, den man schon so oft mit Recht der Deckentheorie gemacht hat, nämlich den Einwand, daß so dünne Gesteinskörper auch bei einer Deckenbewegung nicht transportabel sind. Die Klippenzone, die Randzone der Kalkalpen, ist eben aufzufassen nur als Randzone, nicht als selbständige Decke; es muß sich da um randliche Massen handeln, welche von den mächtigeren, nachrückenden Kalkalpen überwältigt und zu Schubspänen umgeschaffen wurden. Es sind jedenfalls nicht Decken, sondern tektonisch modifizierte und laminierte Randteile der ostalpinen Decken selbst, welche hier durch facielle Sonderausbildung, welche in der Randstellung begründet ist, einen Eindruck von selbständigen tektonischen Einheiten hervorrufen.

Die Facies der Klippenzone nähert sich der ostalpinen Entwicklung sehr stark. Der Hauptdolomit und Rät sind beiden gemeinsam; die Grestener Schichten sind nicht allein auf die Randzonen beschränkt⁴⁾.

¹⁾ AMPFERER, ib. 1911, hebt mit Recht hervor, daß eben der Rand einer großen Synklinade andere Sedimentationsbedingungen hat als das Innere.

²⁾ KOBER, Denkschriften 1912, Mitteil. d. geol. Ges. Wien 1912.

³⁾ Der Höllensteinzug. Mitteil. der geol. Gesellschaft. Wien 1910. (Eine vorbildliche Detailstudie.)

⁴⁾ Nach SPITZ sind Grestener und Algäuer Schichten recht nahestehend; es unterscheiden sich die ersten von den letzteren nur durch die Kohlen und die fossilreichen Grestener Kalken.

Auch in den höheren Stufen sind die Unterschiede geringer. So unterscheidet sich der Tithonneocom der Klippen von den entsprechenden typischen Kalkalpenablagerungen nur durch einen Hornsteinreichtum, der aber den Kalkalpen auch nicht fehlt. Die Vilser Kalke sind auch nicht ganz auf die Randzonen beschränkt. Es bleiben überhaupt für die Klippenzonen nur der Gault und die Posidonomyengesteine übrig. Soll man daraufhin eine oder gar zwei Decken aufstellen? AMPFERER sagt von den »lepontinischen« Klippen des Algäu, daß man ihren Schichtbestand auch im Innern der Kalkalpen wiederfindet, nur den Gault nicht.

Zu den Kalkalpen wird man einen Teil des Flysch rechnen müssen. Wenn auch die Klippen in ihre Stellung zu den Kalkalpen durch eine vorgosauische Bewegung gekommen sind und dann über sie die Kreide in Flyschfacies transgredierte, so mußte ein Teil des Flysches, bei seiner Bildung wenigstens, und muß jetzt durch tektonische Verknüpfung mit den Klippen unter deren Einfluß stehen. Es wäre die Feststellung von größtem Interesse, ob das jener Flysch ist, den v. SEIDLITZ exotisch genannt hat, ob dieser Flysch zu parallelisieren wäre mit jenem, der nach ARNOLD HEIM als Schubmasse auf dem Helvetischen liegt. Leider liegt in den Ostalpen die Flyschforschung im Argen. Es ist überdies eine diskutabile Frage, wo der exotische Flysch wurzelt. Oder ist, wie SCHARDT seiner Zeit sagt, der ganze Flysch exotisch?

Der Zusammenbruch der »lepontinischen Klippenzone« schwächt die Stellung der »Aufbruchzone des Prättigau«; WILCKENS hat neuestens für die drei von STEINMANN aufgestellten Decken einen Sammelnamen »vindelizisch« in Vorschlag gebracht. Für den Rätikon ist besonders durch V. SEIDLITZ¹⁾ das Deckenschema STEINMANN'S ausgebaut worden; doch hat SEIDLITZ selbst seine früher wohl etwas weitgehenden Anschauungen korrigiert²⁾. In der Tabelle II wurde eine Zusammenstellung versucht in dem Sinne, daß alles das markiert wurde, was die drei vindelizischen Decken mit dem hangenden Ostalpinen oder dem liegenden Bündnerschiefer gemeinsam haben:

Wie diese Tabelle zeigt, lassen sich die sogenannten vindelizischen Decken am Südrand des Rätikon ziemlich restlos auf die Bündner (das ist zentralalpine) und ostalpinen Komponenten aufteilen; nur einige Glieder bleiben ungeklärt zurück; und diese sind zum größten Teile solche, deren Deutung unsicher ist. Die Streifenschiefer sind ein derartiges Schichtglied³⁾. Die polygenen Liasbreccien sind in ihrem Alter nur bestimmt durch einen Vergleich mit dem Chablais. Merkwürdig sind, wie schon AMPFERER hervorhebt, die vielen Breccien. Es ist auch wohl zu bedenken, daß viele der Altersdeutungen recht unsicher sind⁴⁾.

¹⁾ Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br. 1906.

²⁾ Im Führer zur Alpenexkursion, geol. Rundschau 1912. Zum folgenden, siehe auch MYLIUS, Geol. Forsch. II. München 1913.

³⁾ v. SEIDLITZ, 1906, die verschiedenen Deutungen dazu auch SEIDLITZ 1912.

⁴⁾ Wie viel von diesen Breccien ist nicht sedimentär, sondern ein Mylonit?

Tabelle II.

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

	Kryst. Gest.	Juliergranit	Permtrias	Lias	Malm	Unterkreide	Oberkreide	Globigerinenschiefer	Bas. Erupt.
Bündner Schiefer			?	Liasschiefer usw.	?	Flysch, Orbitolinen (Tristelbreccie)	Globigerinenschiefer?	Globigerinenschiefer	
Klippendecke		†	Muschelkalk * Rauchwacke *	? Flysch	Sulzfluhkalk * Falknisbreccie	Flysch §, Tristelbreccie §	Couches rouges *	?	
Brecciendecke			Rauchwacke *, gelb. Dolomit *; Streifenschiefer	Liasbreccie § Liasflysch §	Grauer jurass. (?) Schiefer	Flysch §, Breccie §	Couches rouges * (nur ausnahmsweise)	?	
Rätische Decke	†				Radiolarien-Hornstein und -kalk *	Kreideflysch § mit Fukoiden §, Mandelschiefer			Serpentin, Diabas usw.
Ostalpine Decke	Diorit, kryst. Schiefer		Verrukanotrias	Adnether-Lias, Liasbreccie					

§ = Glieder mit den Bündner Schiefen gemeinsam.

* = > > der ostalpinen Facies >

Zieht man zur stratigraphischen Überlegung den tektonischen Befund hinzu, so sieht man, daß die Riesenquetschzone, welche die Aufbruchzone darstellt, und für welche die sicher ostalpine Facies des Rätikon und die Masse der Silvretta der traineau écraseur gewesen ist, sehr wohl als eine tektonische Mischungszone aus Ostalpin und Zentralalpin (= Lepontinisch im Sinne von WILCKENS) aufgefaßt werden kann. AMPFERER¹⁾ hat betont, daß die Verschiedenheit der drei von STEINMANN aufgestellten Decken nicht so groß ist, als daß man drei lepontinische Decken zwingend annehmen müßte. SPITZ sagt: »Faciell vermittelt die Aufbruchzone zwischen ostalpinen, Bündner und helvetischer Facies; mit der ersteren hat sie den Juliergranit, die Trias, den koralligenen Malmkalk, Aptychenschiefer und Radiolarit und, wie es scheint, die couches rouges gemein. Mit der Bündner Facies teilt sie die Entwicklung der unteren Kreide und die vielen »Flyschschiefer«; an die helvetische Facies mahnen die grauen Malmkalke, die vom Hochgebirgskalk nur durch ihre Hornsteinknauern zu unterscheiden sind.« Sehr bemerkenswerte Analogien mit dem Westende der Tauern hat SANDER aufgedeckt²⁾, indem er auf die Ähnlichkeit der Breccien der Tuxer Voralpen mit der Brecciendecke SEIDLITZ' hingewiesen hat. LORENZ' Kreideflysch mit Tristelbreccie erinnern an die Tuxer Kalkphyllite, und im Profil St. Antönien-Tilisuna trifft man die vollständigste Wiederkehr der Tarntaler Serie. Unter Umständen, das heißt, wenn über die tektonische Stellung des Tarntales und der Kalkkögel unbedingte Sicherheit herrschen würde, könnte dieser Vergleich im obigen Sinne für eine tektonische Mischungszone ausgenutzt werden. KOBER³⁾ hat der Aufbruchzone eine Deutung unterlegt, welche der früher gebrachten im gewissen Sinne ähnlich ist. Er deutet das außerordentlich zerknitterte Profil bei Tilisuna in folgender Weise: Über dem Granit des Bilkengrates liegt Verrukano, dann stark reduzierte Trias; die Sandsteine, Kieselkalke und Fleckenmergel stellt er in den Lias, Sandstein mit Kohlenhäcksel erinnern an die Grestener Schichten, die Kieselkalke an die ostalpinen Klippenzonen. In den Malm gehören die Radiolarite. Nach KOBER ist da eine Serie (von SEIDLITZ auf Breccien- und rätische Decke aufgeteilt) vorhanden, welche an die Algäuer Schubmasse oder besonders an die ostalpine Klippenzone erinnert. Die Zone der Sulzfluhkalke (Klippendecke STEINMANN'S) vergleicht KOBER mit der Tauerndecke.

Es besteht aber zweifellos die Möglichkeit, in den Tithonkalken ein ostalpines Glied zu sehen, um so mehr, als auch die damit verbundenen couches rouges (= Nierentaler Schichten⁴⁾) im Ostalpinen eine lebhaftere Vertretung haben. Mit den eben gegebenen Ausführungen ist jedenfalls

1) Verh. d. geol. Reichsanstalt 1907.

2) Verh. d. geol. Reichsanstalt 1912.

3) Mitteilungen der geol. Gesellschaft 1912. Eine sehr ähnliche Deutung gab MYLIUS, Geol. Forschungen II München 1913.

4) LEBLING, Geol. Rundschau III.

die Tatsache festgestellt, daß die »lepontinischen Decken« in der Aufbruchzone auch anders aufgefaßt werden können. Es scheint mir ein besonders glücklicher Gedanke KOBERS zu sein, die Eruptiva der »rätischen Decke STEINMANN'S« als Schubfetzen auf der großen Überschiebungslinie aufzufassen, wenn ich auch nicht mit ihrer genetischen Erklärung durch KOBER ohne weiteres mitgehen kann. Wenn man die Aufbruchzonen des Prättigau auflöst in ostalpine und zentralalpine Elemente, dann kommt man auch um die mechanische Schwierigkeit herum, welche der Auffassung der ungemein dünnen Decken als Bewegungskörper entgegenstehen. Damit aber fällt, wie es mir scheint, ein sehr gewichtiger Einwand gegen die Deckentheorie.

Im Anschluß an die Besprechung der vorn stehenden prinzipiellen Fragen seien noch ganz wenige Punkte herausgehoben aus der Stratigraphie der Kalkalpen. Erwähnt sei nur die Möglichkeit einer Vertretung von Bellerophonkalk am Pleschberg bei Admont¹⁾. Besonders sei hervorgehoben, daß das Haselgebirge nicht auf eine bestimmte tektonische Zone beschränkt ist; das zeigen die Vorkommen im Karwendel (Inntaldecke), im Gebiet des Ameisplan-Zwillingskogel, dann in der Region Kremsmauer-Windhagberg-Grünau. Vielfach liegen im Haselgebirge große Bewegungsflächen, es hat als Schmiermittel funktioniert. Daher stellt es oft eine Reibungsbreccie vor. — In sehr vielen Detailarbeiten werden Partnachschiechten mit *Koninckina Leonhardi* (= Casianer-Niveau) von der Basis der mächtigen Wettersteinkalke angegeben; es erhebt sich die Frage, ob die tiefere Abteilung der ladinischen Stufe fehlt, oder ob das oben erwähnte Fossil auch tiefer hinab geht.

Bemerkenswert ist die primäre Reduktion des Ramsaudolomits im oberen Saalachgebiet, was nach HAHN durch eine Sedimentationslücke zu erklären wäre; das ist ein Anklang an bestimmte Verhältnisse in den Südalpen. In der nördlichen Randkette gibt es bedeutende Anzeichen einer Verlandung in der karnischen Zeit²⁾. Übergang zwischen Hauptdolomit und Dachsteinkalk sind bekannt geworden; so berichtet GEYER³⁾, daß der Hauptdolomit (z. B. im Warscheneck-Hochmöblinggebiet) gegen Süden seinen Magnesiagehalt verliert und in Dachsteinkalk übergeht; auch im Höllensteingebiet⁴⁾ treten Dachsteinkalke und Hauptdolomit in lebhaft Beziehungen. In der Höllensteinantiklinale und zum Teil in der Teufelsteinantiklinale des Höllensteinzuges treten im Hauptdolomit gelbliche, rote und rötliche fettige Schiefer und glimmerige Sandsteine auf, welche manchmal eine große Mächtigkeit erreichen; sie erinnern in ihrem Habitus an den bunten Keuper der Karpathen⁵⁾.

¹⁾ GEYER, Denkschriften 1907. In einer neuesten Mitteilung, Verh. 1913, hat GEYER diese Möglichkeit stark abgeschwächt.

²⁾ Siehe dazu STURS klassische Auseinandersetzung in seiner Geologie der Steiermark, Graz 1871.

³⁾ Jahrbuch der geol. Reichsanstalt 1909.

⁴⁾ SPITZ, Mitteil. der geol. Gesellschaft 1910.

⁵⁾ SPITZ l. c.

In einzelnen Teilen der Rhein-Inn-Gruppe wird der Hauptdolomit in seinen tieferen Teilen plattig und führt Einschaltungen von Mergeln und Glanzschiefern (Seefelder Asphalt-schiefer). — Die Frage nach dem chronologischen Umfange des Dachsteinkalkes ist mit großer Wahrscheinlichkeit dahin zu beantworten, daß er noch in das untere Rät hinaufgeht. Der juvavischen Einheit fehlt jedenfalls das höhere Rät. Vielfach treten im Dachsteinkalk Starhemberger Zwischenlagen auf (Hagen-Tännengebirge usw.). Wo Lias scheinbar im Dachsteinkalk liegt¹⁾ und so dessen liasisches oder noch jüngerer Alter zu dokumentieren scheint, ist wohl an ähnliche Verhältnisse zu denken, wie sie WÄHNER in seiner herrlichen Monographie des Sonnwendgebirges beschrieben hat²⁾. Von der rätischen Stufe sei nur erwähnt der weiße Riffkalk des Sonnwendgebirges, soweit er der Zone der *Avicula contorta* angehört, der ein wahrer Korallenriffkalk ist; in seinen tieferen Teilen treten Mergelkalke auf, welche in ihrem Habitus und Formen an die Starhemberger Schichten erinnern. Oberrätische Riffkalke gibt es auch in³⁾ der Kammerkergruppe. Eine besondere Ausbildung des Rät dieses Gebirgsteiles ist das »bunte Rät«, das sind mergelige Kalke von verschiedener Farbe mit Einschaltungen von Korallenkalcken, und Konglomeraten; es fragt sich nun, ob das Vorhandensein der letzteren nicht auf Bodenbewegungen hindeutet. Damit würde die Angabe GEYERS stimmen, der im Gebiete des Blattes Weyer Rätkalke und Kössener Schichten über verschiedenen Gliedern des Hauptdolomites, an anderen Stellen das Fehlen des Rät und Überlagerung von Hauptdolomit durch Hierlatzkalk beobachtet hat.

Wie HAHN⁴⁾ ausgeführt hat, überschreiten im Jura die faciiellen Differenzierungen die Grenzen zwischen den großen tektonischen Einheiten sehr bedeutend. Sehr oft herrscht auf ganz kurzen Strecken ein sehr lebhafter Facieswechsel (z. B. Unter- und Mittellias der Kammerkergruppe). Hierlatzkalke finden sich in allen tektonischen Einheiten; nach GEYER⁵⁾ und anderen liegt der Hierlatzkalk transgredierend seiner Unterlage am Hochgebirge auf (präliasisches Relief im Toten Gebirge). Auch neuere Beobachtungen kommen zu ähnlichen Ergebnissen; so liegt zum Beispiel bei Brandenberg über steil aufgerichtem Hauptdolomit Hierlatzlias. Es scheint, daß in den südlichen Teilen der Kalkalpen (auf die Wurzelregion bezogen!) eine Lücke in der Sedimentation vor-

1) Am Kaiser Franz Joseph-Reitweg zur Simonyhütte dringen rote Liaskalke der Zone des *Oxynotoceras oxynotum* in Dachsteinkalk ein. Es ist zwar die Frage offen, ob ein stratigraphischer oder tektonischer Verband mit dem Hangenden vorhanden ist, aber die Anwendung der WÄHNERschen Ergebnisse im Sonnwendgebirge auf diese Verhältnisse legt den Gedanken nahe, die erstere Möglichkeit bei Seite zu lassen.

2) WÄHNER, Das Sonnwendgebirge im unteren Inntal, 1903.

3) HAHN, Jahrbuch 1910.

4) HAHN, V. 1913, S. 341.

5) Ib. 1886.

handen ist, während in den tieferen Einheiten (z. B. Sonwendgebirge) dies nicht der Fall ist. Aber auch im Hochgebirge der Dachsteinkalkfacies ist die Lagerung des Hierlatzkalkes gewiß nicht ohne Störungen, etwa nur durch Transgression zu erklären¹⁾. Mit MOJSISOVIC ist es auch in Betracht zu ziehen, ob der Hierlatzlias nicht mit liasischem »Dachsteinkalk« gleichzeitig gebildet worden ist²⁾. Es sei hier noch angeführt, daß von mehreren Stellen Übergänge zwischen Rät und Lias bekannt geworden sind; so geht in der Langbathscholle der Hierlatzkalk aus dem Rät durch vermehrte Einlagerungen von Krinoidenkalk hervor³⁾; auch am Teufelsberg im Allgäu geht der oberrätische Kalk allmählich in den Liaskalk über⁴⁾; auch der Riffkalk des Sonwendgebirges umfaßt beide Stufen⁵⁾. Eine sehr interessante Facies des Lias sind die Grestener Schichten. TRAUTH⁶⁾ hat sie in seiner schönen Monographie definiert als die an der Grenze von Kalkalpen und Flysch auftretenden küstennahen Bildungen des Lias, welche aus Arkosen, Sandstein, Schieferton und dunklen sandigen Kalken oder Mergeln zusammengesetzt sind, und an Stellen typischer Entwicklung, in ihren tieferen Partien Kohlenflöze und eine Reihe von Mollusken der unteren Stufe des Unterlias (besonders Augulatenzone) führen, während die obere Abteilung hauptsächlich von Grestener Kalken (oberer Teil von α und Lias β , dann auch Mittellias) gebildet wird. Stellenweise reicht die Grestener Facies in den unteren und mittleren Dogger hinauf. Die Fauna der Grestener Schichten zeigt in typischer Entwicklung ein vorherrschend mitteleuropäisches Gepräge; viel geringer sind die Anklänge an die alpine und mediterrane Fauna.

Grestener Schichten sind in ganz typischer Entwicklung auf den Kalkalpenrand östlich der Enns beschränkt; westlich davon ist nur im Gschliefgraben am Traunsee noch ein solches Vorkommen; aber auch das Innere der Kalkalpen ist nicht frei von ähnlichen Bildungen; lange schon sind von der Voralpe bei Altenmarkt solche Gesteine bekannt⁷⁾. Ähnliche Ablagerungen hat HAHN aus der Kammerkergruppe und aus dem Gebirge um Achenkirchen-Ampelsbach namhaft gemacht⁸⁾; in die Nähe der Grestener Schichten ist auch die Kieselkalkzone des Höllensteinzuges zu stellen. SPITZ vergleicht die ganze Serie mit den Allgäuschichten von Oberstdorf. Erwähnt sei auch der Cardinienlias desselben Gebietes.

1) Siehe dazu KITTEL, Führer durch das Salzkammergut.

2) Dagegen besonders DIENER, Bau und Bild 1903.

3) PIA Ib. 1912.

4) SCHULZE, Geogr. Jahreshefte 1911.

5) WÄHNER, Sonwendgebirge 1903. HAHN, N. Jb. B. B. 32, 1911, sagt, daß bei Brandenburg die weichen Riffkalkse sich bereits von der rätischen Unterlage freigemacht haben und energisch über die ältere Trias hinübergreifen, ohne ihren petrograph. und faunist. Charakter zu ändern.

6) Beiträge zur Pal. u. Geol. Öst. XXII.

7) STUR, Geologie der Steiermark, 1871; BITTNER, Verh. 1900 sieht in diesen Bildungen Neocom.

8) H. 1910. N. Jb. B. B. 32. 1911.

Die Grestener Schichten sind eine litorale Bildung, die Hierlatzkalke eine Seichtwasserentwicklung; die Fleckenmergel werden als Absatz einer größeren Meerestiefe angesehen, besonders die Adnetter Schichten und die bunten Cephalopodenkalke wurden nach WÄHNER¹⁾ küstenfern und in größerer Tiefe abgelagert. WÄHNER hat für diese Auffassung eine Anzahl von Gründen angeführt. Manches spricht dagegen (z. B. die Grestener Kalke bei Achenkirchen) und ist eine Warnung, nicht allzu optimistisch mit der Deklaration als Tiefseebildung zu sein. PIA²⁾ macht darauf aufmerksam, daß der Tiefseecharakter mancher Jura-sedimente nicht so sehr auf die bathymetrische Lage ihres Entwicklungsortes als auf die absolute seit dem Perm anhaltende Erdruhe zurückzuführen ist. Daraus resultiert ein Minimum an terrigenen Sedimentationskomponenten, und unter diesem Ausblick ist das Zusammenkommen von roten Cephalopodenkalken und Riffkalken verständlich.

Aus der großen Masse des stratigraphischen Details sei hier nur noch darauf hingewiesen, daß die untere Kreide an einzelnen Stellen an ihrer Basis eine Lücke zu haben scheint. So wurde für das Neocom der Weitenau bei Golling eine transgressive Lagerung angenommen. In den vollständig überwiegenden Fällen herrscht zwischen Jura und Kreide eine Konstanz der Ablagerungsfolge; das zeigt die oft unscharfe Grenze (z. B. Langbathscholle). In einzelnen Fällen aber scheint wirklich eine Lücke vorhanden zu sein; so wird im Habersauertal (südlich vom Walchsee) die Basis des Neocoms von Konglomeraten mit triadischen Rollstücken gebildet, und darauf folgen dann Sandsteine und Mergel. Grobe Breccien mit fremden Bestandteilen³⁾ (chloritische Schiefer usw.), welche in der Kammerkergruppe auftreten, sprechen auch für kleine Niveauschwankungen. In den östlichen Kalkalpen greift nach GEYER⁴⁾ das Neocom über ältere Gesteine über. Sehr selten ist der ostalpine Gault⁵⁾. Der Ablagerung der oberen Kreide ist bereits eine lebhaft gebirgsbildung in der ostalpinen Facies vorausgegangen.

Nachtrag. Die früher gegebene Bemerkung über das Ablagerungsgebiet der Hallstätter Kalke in »Kanälen« könnte eventuell mißdeutet werden. Daher sei folgendes als Ergänzung angeführt. Der Charakter des Ramsaudolomites, Wettersteinkalkes, Dachsteinkalkes, Hauptdolomites usw. — um von den Bildungen mit deutlichem terrigenen Charakter oder von der Art der Reiflinger Kalke usw. nicht zu reden — ist nicht der des Rifles; man darf sich wohl die Entstehung dieser Bildungen nicht vorstellen als Riffe in einer Inselwelt; sondern diese Bildungen müssen, wie der auf weite Strecken gleichmäßige Charakter zeigt, einer gleichmäßigen Ausfüllung einer noch im ganzen doch regel-

1) V. 1886.

2) Ib. 1912.

3) HAHN, Jb. 1910.

4) Erl. Z. Bl. WEYER & GAMNING, Maria Zell.

5) LEBLING, Geol. Rundschau.

mäßig sinkenden Geosynklinale ihre Entstehung verdanken; eine seichte See müßte von diesen Bildungen zugebaut werden. So erklärt sich auch das Nebeneinander verschiedener Facies als Funktion der Sedimentationsbedingungen besonders der Materialzufuhr (Wettersteinkalklinsen, bzw. Partnachsichten im Reiflinger Gebiet usw.).

In Senken zwischen solchen Schichttafeln, in Kanälen, wurden die Hallstätter Kalke abgelagert. HEINRICH (Verh. d. R. A. 1913) hat nachgewiesen, daß die Hallstätter Kalke des Feuerkögels ein dem modernen Globigerinenschlamm vergleichbares Sediment sind. Damit ist noch nicht bewiesen, daß es sich um ein Sediment aus größerer Tiefe handelt; die nordische Schreibkreide kann diesbezüglich als Beispiel herangezogen werden. Daß die Hallstätter Kalke keine Bildung in bedeutender Tiefe sind, zeigt das Vorkommen hierher gehöriger Bildungen in dem Salzburger Hochgebirgskorallenkalk. Die flachen Hallstätter Kanäle mußten bei einer Gebirgsbewegung zuerst überwältigt werden, woraus sich die Stellung der Hallstätter Kalke ergibt.
