

Zugleich ist hier die Schichtfolge vervollständigt, indem beiderseits Unterschönau auch Mitteldevon und Silur auftreten.

Dieser ganze Komplex silurischer bis culmischer Gesteine ist durch eine Abscherung vom Cambrium der Erzgebirgsschieferhülle getrennt. Zwar konnte ich die Grenze nirgends aufgeschlossen beobachten, aber aus ihrem gebogenen Verlauf im Grünauer Tal und aus zahlreichen Harnischen, die die cambrischen Tonschiefer durchziehen, läßt sich auf ein mittelsteiles nördliches Einfallen schließen. Doch dürfte sie ähnlich der Überschiebungsbahn der Deckscholle nicht überall die gleiche Neigung haben. Besonders am Westrand scheint sie recht flach zu liegen, und die vier isolierten Schollen devonischer Gesteine auf dem Raubschloßberg sind wohl zugehörige Erosionsreste, wenn ich auch bei dem dichten Unterholz des Raubschloßwaldes die genaueren Lagerungsverhältnisse nicht beobachten konnte.

Die kristalline Deckscholle besteht hauptsächlich aus oft stark phyllitischen Glimmerschiefern und Amphiboliten. Ganz im Norden sind auch Gneise, z. T. mit großen Feldspäten vorhanden. Die Grenze dieser Gesteine gegen das Altpaläozoicum ist wechselnd. Manchmal fällt sie flach ein (z. B. hinter der Schönauer Obermühle) oder liegt ungefähr wagrecht (etwa im oberen Lohetal), manchmal scheint sie steil aufgerichtet (z. B. wo ihr Westrand das Schönauer Tal quert). Fast rings herum ruht sie auf einem Saum mitgeschleppter, meist culmischer Gesteine. Vor ihrem Südwestrand hat sie ihre Unterlage noch weitergehend gestört und den schon erwähnten engen Schuppenbau bei Unterschönau erzeugt, der Oberdevon, Culm und auch Mitteldevon toll durcheinander geschoben hat.

Diese Tatsache in Verbindung mit zahlreichen anderen Beobachtungen haben mich zum Schlusse geführt, daß die Deckscholle, schon nachdem sie auf das Altpaläozoicum aufgeschoben worden war, und nach ihrer Isolierung, einen Druck von Nord bis Nordost her erfahren hat. Es fügt sich dies gut in den allgemeinen Bauplan des variskischen Gebirges in Sachsen ein, der durch die Umbiegung in der Elbgegend beherrscht wird. Für die Herkunft der Deckscholle sagen diese Beobachtungen dagegen nichts aus, und es besteht kein Grund, die von F. E. SUESS<sup>1</sup> gegebene Deutung einer südlichen Herkunft abzulehnen.

<sup>1</sup> F. E. SUESS, Vorläufige Mitteilung über die Münchberger Deckscholle. Akad. d. Wiss. Wien. Almanach 1913. XIV. — Ähnliche Beobachtungen machte unlängst W. JÄGER, Der Gebirgsbau des sächsischen Vogtlandes und dessen Erzlagerstätten. Adorf 1924.

## Lithogenetische Untersuchungen in den Kalkalpen.

Von Kurt Leuchs.

Die geologische Erforschung der Kalkalpen hat sich bisher weit aus überwiegend mit der Feststellung der Altersfolge der Formationsstufen und mit der Untersuchung der Tektonik beschäftigt. Die Frage nach der Entstehungsart der Gesteine ist dabei verhältnismäßig wenig behandelt worden und in den meisten Fällen wurden die aus den Versteinerungen sich ergebenden Schlüsse auf die Art der Sedimentation als ausreichend betrachtet, um die nötige Klarheit über die Bildungsweise der die organischen Reste einschließenden Sedimente zu gewinnen.

Bei dieser Arbeitsmethode ergaben sich jedoch notwendigerweise gewisse Lücken in den Vorstellungen. Denn wenn auch die Schichtreihe durch ihren Versteinerungsgehalt marine Entstehung beweist, wenn innerhalb dieses Schichtenstoßes gerade durch die Art der darin enthaltenen Versteinerungen mannigfacher Wechsel von größerer und geringerer Meerestiefe, größerer oder geringerer Entfernung von einer Küste, von Möglichkeiten vagiler und sessiler Lebensweise u. a. nachgewiesen wurde, so reichen doch die Versteinerungen allein nicht aus zu einer Deutung der mannigfachen, horizontalen und vertikalen Faziesunterschiede, an welchen das alpine Gebiet so reich ist.

Da aber für die Klärung des tektonischen Baues der Alpen die Feststellung der ursprünglichen Sedimentationsbereiche und ihrer Verknüpfung untereinander von der größten Wichtigkeit ist, ergibt sich immer stärker die Notwendigkeit, da, wo die Versteinerungen zu einer sicheren und vollständigen Deutung nicht ausreichen, auch mit anderen Methoden diesem Ziele näher zu kommen.

Eine solche Methode ist in der sedimentpetrographischen Forschung gegeben. Dabei liegt das Hauptgewicht in der Untersuchung der Gesteine und der Feststellung ihrer Entstehungsart, mit anderen Worten: in der Erforschung der Bedingungen, unter welchen die verschiedenen Fazies entstanden sind. Daß solche Untersuchungen natürlich nur unter möglichst vollständiger Berücksichtigung aller Tatsachen gemacht werden können, welche die paläontologische Methode liefert, ist wohl selbstverständlich und braucht kaum eigens betont zu werden. Andererseits dürfte es gelingen, durch in solcher Weise erweiterte Untersuchungsmethoden manche bisher nicht oder nur ungenügend erklärte Erscheinungen bezüglich des Auftretens oder Fehlens von Organismen zu erklären. Ich möchte hier nur die Armut vieler mächtiger Kalksteine und Dolomite an Organismen erwähnen als ein Beispiel dafür, daß der heutige Gehalt an organischen Resten nicht ohne weiteres als Beweis für die Menge von Organismen dienen

kann, welche bei der Entstehung solcher Gesteine vorhanden und wirksam waren.

Für Untersuchungen der angegebenen Art erscheint das Gebiet der nördlichen Kalkalpen ziemlich günstig, da dort in verhältnismäßig engem Raume eine Menge verschiedener Gesteinsarten nebeneinander gebildet wurde. Die tektonischen Vorgänge haben diese ursprüngliche Mannigfaltigkeit noch gesteigert durch horizontale und vertikale Massenbewegungen, so daß die heutige Verteilung der Faziesgebiete nicht mehr ohne weiteres mit der ursprünglichen übereinstimmt.

Um so wichtiger ist es aber, diese anfängliche Verteilung nach Möglichkeit festzustellen, denn erst, wenn dieses Ziel erreicht ist, läßt sich das Ausmaß der tektonischen Bewegungen mit größerer Sicherheit als bisher ermitteln.

Die Bedeutung dieser Untersuchungen ist besonders groß in einem Gebiete, dessen tektonischer Bau manchen Forschern nur durch weite horizontale Bewegungen erklärbar scheint. Wenn dabei noch die gegenwärtige Faziesverteilung zu Hilfe genommen wird und ihre Zurückführung auf die vermutete ursprüngliche Lage als Beweis für die Richtigkeit der tektonischen Annahmen betrachtet wird, so müssen solche Folgerungen solange als unbewiesen gelten, als nicht die tatsächlichen Beziehungen der verschiedenen Sedimentationsbezirke zueinander besser bekannt sind.

Als Mittel zur Erreichung dieses Zieles, wie überhaupt zur Gewinnung weiterer Grundlagen für die Paläogeographie des alpinen Gebietes sollten daher derartige Untersuchungen in wesentlich größerem Maße als bisher ausgeführt werden. Daß dabei ein Hauptgewicht der Untersuchung nicht nur auf die mächtigen, petrographisch und faunistisch im ganzen gleichmäßig entwickelten „Normalausbildungen“ der einzelnen Stufen gelegt wird, sondern auch auf die Grenz- und Übergangszonen, auf die petrographisch wechselnd entwickelten Stufen, auf die Beteiligung abweichend beschaffener, wenn auch geringmächtiger Bildungen — versteht sich eigentlich von selbst. Nicht immer ist es die typische Ausbildung einer Formationsstufe, welche die wichtigsten Aufschlüsse in dieser Hinsicht gibt, obgleich natürlich auch viele „normale“ Gesteine noch der genauen sedimentpetrographischen Untersuchung bedürfen.

So erweitert sich die Aufgabe zu einer Untersuchung und Darstellung der Sedimentationsvorgänge, welche die Baustoffe für die nördlichen Kalkalpen geliefert haben. Tektonische (orogenetische und epirogenetische) Vorgänge sind dabei von größter Wichtigkeit, da die Sedimentation auf jede Bewegung, möge sie im angrenzenden Lande oder im Meeresbereiche selbst erfolgen, sofort automatisch reagiert. Dadurch

werden die Sedimente zu Indikatoren der tektonischen Vorgänge und ermöglichen die Feststellung selbst geringfügiger Bodenschwankungen, während sie andererseits Hinweise auf den Einfluß der exogenen Kräfte: Klima, Meeresströmungen, Art und Umfang der Erosions- und Transportkraft des fließenden Wassers u. a. geben.

Von dieser umfangreichen Aufgabe sollen im folgenden zunächst nur einige Beispiele gegeben werden, welche die Bedeutung solcher Untersuchungen zeigen können. Weitere eingehendere Darstellungen sollen folgen, sobald meine diesbezüglichen Arbeiten und Begehungen abgeschlossen sind. Heute möchte ich nur noch den Wunsch aussprechen, daß sich an einer solchen Erforschung einer der wichtigsten Grundlagen für jede Tektonik recht viele berufene Kräfte beteiligen möchten.

### 1. Ladinische Trias im Wettersteingebirge.

Während im Hauptteil des Wettersteingebirges der anisische Muschelkalk mehr oder weniger allmählich in den ladinischen Wettersteinkalk übergeht<sup>1</sup>, ohne Zwischenlagerung von mergeligen Gesteinen, liegen am Nordrande, von Klais bis Eibsee, über dem Muschelkalk die bis 400 m Mächtigkeit erreichenden Partnachschichten. Dabei zeigt sich ein Unterschied zwischen W- und O-Teil: vom Eibsee bis zum Hammersbach sind die Partnachschichten in geringerer Mächtigkeit zwischen Muschelkalk und Wettersteinkalk des Waxensteinkammes eingeschaltet, zwischen Hammersbach und Klais dagegen umrahmen im S, O und N die karnischen Raiblerschichten das von Partnachschichten und Muschelkalk aufgebaute Gebiet von Wamberg derart, daß im weitaus größten Teile der Umrahmung die unterste Abteilung der Raiblerschichten, die Sandsteine, in Kontakt mit den Partnachschichten treten.

Es ist nun eine, auf die in früherer Zeit vorwiegend die Klärung der Stratigraphie erstrebende Forschung zurückzuführende Erscheinung, daß auch nach Überwindung von Irrtümern bezüglich des Alters der Sandsteine doch die Meinung bestehen blieb, es müsse der Wettersteinkalk ursprünglich zwischen Partnach- und Raiblerschichten vorhanden gewesen sein. Seine Ausmerzung durch vorwiegend tektonische Vorgänge erschien deshalb nötig und es bildete sich mit der zunehmenden Erkenntnis von der Bedeutung horizontaler Bewegungen in den Alpen die Vorstellung heraus, welche zur Annahme des „Fensters von Wamberg“ führte.

Das von Muschelkalk und Partnachschichten gebildete Gebiet wurde als Teil einer tieferen Decke oder Schubmasse im Gegensatz zu den den Rahmen dieses Fensters bildenden Raiblerschichten

<sup>1</sup> S. dazu: Geol. Karte des Wettersteingebirges von REIS-PFAFF, München 1911.

gebracht, welche dort das tiefste Schichtglied einer höheren Decke bilden sollten.

Die Forschung verfiel in das andere Extrem: der vorwiegend stratigraphischen Untersuchung der älteren Zeit steht die vorwiegend tektonische der jüngeren Zeit gegenüber.

Die Tatsache, daß Partnach- und Raiblerschichten in dem ganzen Gebiete unmittelbar aneinander stoßen, wurde ohne nähere Untersuchung als Beweis für einen anormalen Kontakt angesehen und auf diesem hypothetischen Grunde wurden mit großem Eifer kunstvolle tektonische Gebäude errichtet.

Eine Durchsicht der zahlreichen, das Gebiet behandelnden Arbeiten läßt aber erkennen, daß keines dieser Gebäude allgemeine Billigung gefunden hat. Selbst die einzelnen Autoren waren mit ihren Konstruktionen nicht restlos zufrieden, denn es war keinem gelungen, die Notwendigkeit des „Wamberger Fensters“ zu beweisen.

In einer früheren Arbeit<sup>1</sup> habe ich in aller Kürze dargelegt und auf der von mir geführten Exkursion der Deutschen Geologischen Gesellschaft im Anschluß an die Hauptversammlung in München 1923 konnte ich an Ort und Stelle zeigen, daß bei all diesen Konstruktionen keine Rücksicht auf die Ausbildungs- und Faziesverhältnisse der Schichten genommen wurde.

Und doch hatte schon ROTHPLETZ 1894<sup>2</sup> Partnachschichten und Wettersteinkalk als wahrscheinlich verschiedene Fazies der gleichen Stufe bezeichnet, hatte BOESE 1898<sup>3</sup> auf die Möglichkeit mehr oder weniger vollständiger Vertretung von Partnachschichten durch Wettersteinkalk hingewiesen, hatte DIENER 1903<sup>4</sup> erwähnt, daß die ladinische Stufe entweder ausschließlich durch Partnachschichten vertreten wird oder neben örtlich entwickelten Partnachmergeln durch Wettersteinkalk.

Nun betrachten zwar alle Autoren, welche sich seit 1911 mit diesem Gebiet beschäftigt haben, die Möglichkeit fazieller Vertretung als nicht ganz ausgeschlossen, geben aber doch rasch diesen Gedanken wieder auf und gehen zu rein tektonischen Erklärungen über.

Als erster veröffentlichte 1916 MYLIUS Beobachtungen, welche die fazielle Vertretung als sehr wahrscheinlich erscheinen lassen, Sie dienen zugleich als Stütze meiner seit 1908 feststehenden und durch jede neue Begehung bestätigten Ansicht von der faziellen Vertretung des Wettersteinkalkes durch Partnachschichten, von der durch tektonische Bewegungen nur wenig gestörten primären Überlagerung der Partnach- durch Raiblerschichten und der daraus sich ergebenden wesentlich einfacheren Deutung des Gebirgsbaues.

<sup>1</sup> Z. D. Geol. Ges. 1923. Bd. 75. Monatsber. p. 100—113, hier auch Lit. Angaben!

<sup>2</sup> Ein geol. Querschnitt durch die Ostalpen. München.

<sup>3</sup> Z. D. Geol. Ges. Bd. 50.

<sup>4</sup> Bau und Bild der Ostalpen. Wien.

Die Untersuchungen im Partnachgebiete lassen nun folgendes erkennen: Der oberste Muschelkalk enthält zwischen seinen sehr dünnen Kalkbänken häufig Lagen von schwarzem Mergelschiefer. In den darüber liegenden untersten Partnachschichten ist das Verhältnis umgekehrt, indem dünne Kalkbänke den schwarzen Mergeln eingeschaltet sind. Nach oben verschwinden die Kalkbänke immer mehr, jedoch kommen des öfteren noch dunkelgraue Mergelkalkbänke, sowie 7 oder 8, bis 10 m mächtige Kalkbänke vor, welche noch Muschelkalk-Charakter zeigen. Es besteht demnach keine ganz scharfe Grenze zwischen beiden Stufen, vielmehr eine Übergangszone, in welcher die allmähliche, durch Rückfälle unterbrochene Ersetzung des Kalksteins durch Mergel stattfindet.

Prinzipiell die gleiche Erscheinung ist im Hangenden der Partnachschichten vorhanden, nur mit dem Unterschied, daß die ladinische Mergelfazies in die des karnischen Sandsteins übergeht. Es stellen sich Sandsteinlinsen in den oberen Mergellagen ein, allmählich nehmen die Sandsteine an Ausdehnung zu, die Mergel ab, bis die Schichten weitaus vorwiegend aus dem grüngrauen pflanzenführenden Raibler-Sandstein bestehen, in welchem aber noch Linsen und Lagen von schwarzem Mergel eingeschaltet sind, die sich petrographisch von den echten Partnachmergeln nicht unterscheiden.

Damit ist der Beweis erbracht, daß das Wamberger Gebiet kein Fenster ist, sondern in normaler Verbindung mit seiner Umgebung steht. Es lassen sich daraus aber noch weitere Folgerungen ziehen. Denn, wie erwähnt, fehlen die Partnachschichten im Hauptteil des Wettersteingebirges vollständig, an ihrer Stelle ist dort Wettersteinkalk entwickelt. Wenn nun, wie ich im folgenden Abschnitt näher ausführen werde, der Wettersteinkalk als Riffbildung zu betrachten ist, so beweist sein Fehlen im Partnachgebiete, daß dort keine Riffbildung stattfand. Die Grenze der beiden Faziesgebiete ist im Süden des Wamberger Gebietes verdeckt durch die jüngeren Schichten. Aber im Westen ist sie sichtbar am Nordfuße des Waxensteinkammes.

Unter den aus Wettersteinkalk bestehenden Felswänden sind die konkordant mit diesem 30—40° S fallenden Partnachschichten als Mergel mit eingelagerten Kalkbänken aufgeschlossen. Ihre Mächtigkeit wechselt, erreicht etwa 100 m, stellenweise auch nur 40 m. Sie werden konkordant von Muschelkalk unterlagert.

Somit ergibt sich, daß dort in der ladinischen Zeit zuerst Mergelbildung erfolgte, daß sich aber später das ladinische Riff nach dieser Seite hin vergrößerte. Damit wurde die mergelerzeugende Sedimentation beendet. Die Partnachschichten nördl. des Waxensteinkammes sind demnach zeitlich gleichzusetzen dem untersten Viertel derjenigen des Wamberger Gebietes; sie täuschen eine Normalausbildung der ladinischen Stufe vor, welche doch nur ein besonderer, durch die spätere Verbreiterung des Riffes hervorgebrachter Fall ist.

Damit stimmt auch überein, daß die Grenze zum Wettersteinkalk scharf ist und dieser ohne jede Übergangsbildung beginnt, während bei dem auf Muschelkalk ruhenden Wettersteinkalk ein allmählicher Übergang die Regel ist.

Die drei im Wettersteingebirge sichtbaren Arten der ladinischen Sedimentation sind demnach in schon ursprünglich unmittelbar benachbarten Räumen entstanden und nicht erst durch Fernschub nebeneinander gebracht worden. Durch diese Erkenntnis ergeben sich weitere Möglichkeiten, Lage und Ausdehnung der ladinischen Riffe festzustellen.

## 2. Riffbildungen.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß der Wettersteinkalk an organischen Resten sehr arm ist. Wohl finden sich gelegentlich in ihm einzelne Bänke, welche vorwiegend aus Korallen oder Diploporen bestehen, oder Linsen, die mit solchen erfüllt sind, ferner Nester von Gastropoden, oder Anhäufungen von Cephalopoden, neben anderen Organismenresten, aber im ganzen ist der nachweisbare Anteil des organischen Materials sehr gering.

Deshalb wurde auch immer wieder die Riffnatur dieses Kalksteins bestritten. Meines Erachtens mit Unrecht! Heute wissen wir durch eine Reihe von Untersuchungen an lebenden Korallenriffen, daß gerade die Skelette dieser Tiere besonders leicht der Auflösung anheimfallen, weil sie aus dem leicht löslichen Aragonit bestehen, während andere, aus Kalkspat gebildete Skelette günstigere Erhaltungsmöglichkeiten haben. Bietet sich damit schon eine Möglichkeit, die Seltenheit von Korallen zu erklären, so brachten die Untersuchungen in Funafuti den Nachweis, daß der Häufigkeit nach Korallen erst an vierter Stelle stehen, während Foraminiferen an dritter, Halimeda an zweiter und Lithothamnium an erster Stelle vorhanden sind. Kalkalgen herrschen somit der Menge nach vor. Da sie außerdem, wie erwähnt, im allgemeinen besser erhalten bleiben, ist damit ihr Vorwalten gegenüber Korallen im Wettersteinkalk erklärt.

Zu erklären bleibt aber noch die Seltenheit auch der Kalkalgen. Da ist in erster Linie die Reinheit der Riffkalke zu erwähnen, welche sich aus der für Riffbildung notwendigen Beschaffenheit des Wassers ergibt. Wo schlammiges Süßwasser von einer Flußmündung hergetrieben wird, kann keine Riffbildung erfolgen, daher entstehen dort Unterbrechungen im Riff, wie das erst kürzlich KRENKEL<sup>1</sup> von der Küste Ostafrikas wieder gezeigt hat. Es werden also die Riffkalke schon ursprünglich als sehr reine detritusfreie Gesteine gebildet. Diese Reinheit erleichtert aber und ermöglicht z. T. erst die ziemlich vollständige Diagenese.

<sup>1</sup> KOEHLER's Nachrichtenblatt 1924.

Dabei werden vorwiegend die Schalen und Skeletteile aufgelöst und die Riffstruktur verschwindet. So führen diese Vorgänge zur Entstehung von reinen und versteinungsarmen Kalksteinen, und gerade solche Kalksteine sind deshalb in hohem Maße „riffverdächtig“.

Wenn diese Entwicklung der Riffsedimente richtig ist — und es dürfte nach der großen diesbezüglichen Übereinstimmung der verschiedenen Untersuchungen rezenter Riffe kein Zweifel möglich sein —, so besteht auch kein Grund mehr, an der Riffnatur des Wettersteinkalkes und anderer Kalksteine der Kalkalpen zu zweifeln.

Aber auch die mächtigen Dolomite der nördlichen Kalkalpen müssen als Riffgesteine angesehen werden. Kalkalgen enthalten bis zu 17 %, Korallen bis zu 20 % Magnesiumcarbonat, in rezenten Riffen wurden bis 43,3 % davon nachgewiesen. Aber abgesehen von diesem primären Gehalt an Magnesiumcarbonat bewirkt der Fäulnisprozeß<sup>1</sup> sowohl durch Absatz der Bittererde, aus dem Magnesiumsulfat des Meerwassers, als auch durch diagenetische Einwirkung des Magnesiumchlorids eine Dolomitisierung, welche unter flacher Wasserbedeckung in warmem Wasser am stärksten erfolgt (halmyrogenerische Metasomatose nach ANDRÉE<sup>2</sup>). In Funafuti ließen sich drei Zonen von oben nach unten unterscheiden: Aragonit-, Kalkspat-, Dolomitzone, diese mit 40% MgCO<sub>3</sub>.

Eine der bekanntesten Eigenschaften des Wettersteinkalkes ist die Großoolithstruktur. Sie bildet sich an dazu geeigneten Stellen, indem sie um Fremdkörper, wie Schalenreste und dergl., herumwächst oder Hohlräume mehr oder weniger vollständig auskleidet. Ihre Entstehung, ob organisch oder unorganisch, ist schon öfters besprochen, jedoch konnte noch keine sichere Entscheidung gewonnen werden.

Es ist bekannt, daß die Riffe häufig Höhlungen besitzen, sowohl an ihren Außenseiten, als auch im Inneren. Diese Höhlungen sind vielfach mit Kalksinterbildungen ausgekleidet. Ich glaube nun, daß auch die Großoolithstruktur nichts anderes ist als eine solche sekundäre Ausfüllung von Hohlräumen in den Riffen. Denn sie ist ja nicht auf den Wettersteinkalk beschränkt, sondern findet sich ganz ähnlich ausgebildet auch in anderen Kalken und Dolomiten.

Ich selbst habe sie festgestellt im Dachsteinkalk, Oberrhätalk, Ramsaudolomit, Schlerndolomit, bekannt ist sie auch aus Marmolata- und Esinokalk. Sie beweist also, daß sie keine ausschließlich für Wettersteinkalk bezeichnende Bildung ist, daß vielmehr die für

<sup>1</sup> WALTHER, Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. 3. Teil: Lithogenesis. Jena 1893.

<sup>2</sup> Geologie des Meeresbodens. Bd. 2. Berlin 1919 und: Faktoren der marinen Sedimentbildung. Geol. Archiv. 1924.

ihre Entstehung notwendigen Umstände auch bei anderen Gesteinen gegeben waren.

Es ist nicht Absicht dieser Zeilen, die Frage nach der Entstehung dieser Strukturen eingehend zu erörtern, ich möchte hier nur auf ihre große Verbreitung hinweisen und auf die daraus sich ergebende Wahrscheinlichkeit gleichartiger Entstehung aller Gesteine, welche diese Strukturen enthalten.

Dann dürfte aber die schon von BOESE<sup>1</sup> ausgesprochene Ansicht, daß das Hauptgebiet der triassischen Riffbildung im Bereiche der bayrisch-österreichischen Kalkalpen das Gebiet von Berchtesgaden-Salzburg war, durchaus richtig sein. Dort ist die Trias stellenweise von der anisischen bis in die rhätische Stufe ausschließlich durch Ramsaudolomit und Dachsteindolomit und -kalk vertreten.

Dort wäre demnach die untere Abteilung des Riffes vollständig dolomitisiert. An anderen Stellen aber tritt Dolomit ganz regellos innerhalb des Kalksteins auf, so daß z. B. ein beträchtlicher Teil des Wettersteinkalkes als Dolomit entwickelt ist, während in seiner streichenden Fortsetzung keine Spur von Dolomit vorhanden ist, oder es finden sich Nester, Linsen und Lagen von Dolomit im Kalkstein und umgekehrt. Auch das stimmt wieder überein mit den Verhältnissen in jungen Riffen, in welchen öfters solche regellos vorkommende Dolomitpartien festgestellt wurden.

Wenn daher in den Kalkalpen häufiger Wechsel von Dolomit und Kalkstein in horizontaler und vertikaler Richtung sichtbar ist, so muß das nicht als Beweis für irgend welche tektonische Bewegungen angesehen werden, sondern ist nur das Anzeichen einer bald stärkeren, bald schwächeren Dolomitierung von Teilen des Riffkalkes, welche aber auch ganz unterbleiben konnte. Die Stärke und Art der diagenetischen Vorgänge war eben verschieden, das ist auch der Grund, warum stellenweise Versteinerungen reichlich und gut erhalten sind, während an anderen Stellen nur durch mikroskopische Untersuchung ein Haufwerk von Organismenresten sichtbar wird und wieder an anderen Stellen überhaupt nichts Organisches mehr erkennbar ist. Das berechtigt aber noch nicht zu der Annahme einer anorganischen Entstehung dieser Kalksteine und Dolomite, denn auch bei den Untersuchungen in F u n a f u t i wurde nachgewiesen, daß schon in verhältnismäßig geringer Tiefe die jungen Riffkalke ihre organische Struktur verlieren können, ähnlich wie in M o m b a s a (KRENKEL l. c.) durch die Diagenese kreidiges Sediment entsteht, in welchem nur noch selten Reste von Organismen erkennbar sind.

Spärliche Versteinerungsfunde in den triassischen Riffgesteinen dürfen daher nicht als Beweise für entsprechend geringes Leben in jenem Meere angesehen werden und auch nicht als Beweis anorganischer Bildung der Kalkmassen.

<sup>1</sup> Z. D. Geol. Ges. Bd. 50. 1898.

### 3. Hallstätter Fazies.

Diese Fazies hat durch ihren Reichtum an Versteinerungen, besonders Cephalopoden, eine Bedeutung erlangt, welche zu einer Überschätzung bezüglich ihres Anteiles am Gebirgsbau geführt hat. Insbesondere werden ihre Sedimente häufig als Bildungen eines eigenen Faziesgebietes betrachtet, und die auf Grund dieser Annahme versuchte Auflösung der Tektonik nötigt zur Aufstellung größerer Bewegungen, als tatsächlich erfolgt sind. Und doch hat schon WALTHER<sup>1</sup> 1908 und erst 1915 wieder DIENER<sup>2</sup> ausgesprochen, daß die Hallstätter Entwicklung in unmittelbarer Nachbarschaft der triassischen Riffe und in Kanälen zwischen den Riffen entstanden ist.

Aber diese ältere Ansicht geriet durch die Vorherrschaft der rein tektonischen Deutung in Mißkredit und die Vorkommen von Hallstätter Kalk wurden a priori als durch Deckenschübe verfrachtet angesehen. Dem steht aber die Tatsache entgegen, daß die Hallstätter Fazies häufig in Form von Nestern und Linsen auftritt, welche der Rifffazies eingelagert sind. Das beweisen auch die großen Mächtigkeitsunterschiede, denn die normale (Riff-)Fazies erreicht etwa 2000 m, die Hallstätter Fazies nur 200–300 m, wozu noch kommt, daß auch zwischen den einzelnen Hallstätter Linsen gleicher Altersstufen große Unterschiede bestehen, und daß vielfach die Hallstätter Fazies nur teilweise entwickelt ist. Einige Beispiele für die räumlich enge Verbindung zwischen Riff- und Hallstätter Fazies hat schon DIENER (l. c.) angeführt aus dem Hochgebirgsriffkalk und aus dem Dachsteinkalk des Aflenzer Gebietes, weitere Beispiele sind aus dem Berchtesgadener Gebiete bekannt, KOSSMAT<sup>3</sup> erwähnt vollständig gleichartige Vorkommen aus den Julischen Alpen (Dachsteinkalk).

Eine Reihe solcher Vorkommnisse hat BOESE<sup>4</sup> beschrieben aus verschiedenen Teilen der Berchtesgaden-Salzbürger Kalkalpen. Schon 1865 wurden im Dachsteinkalk des Hochkönigs A m m o n i t e n gefunden, welche gleich sind mit solchen aus der Zone des *Tropites subbullatus*, weitere Funde wurden gemacht im Dachsteinkalk der Göllgruppe (O r t h o c e r e n, A r c e s t e n, *Pinacoceras Metternichi*), daneben treten auch für Hallstätter Kalk bezeichnende Lamellibranchiaten (*Monotis salinaris*) und Brachiopoden (*Halorella pedata* u. a.) auf, sowie Gastropoden. Es ist dabei besonders bemerkenswert, daß am Hohen Brett die *Arcesten* zwischen *Lithodendron*-Stöcken liegen, in buntem und rötlich-weißem Kalkstein. Auch am Watzmannstock wurde *Arcesten* und *Pinacoceras* im Dachstein-

<sup>1</sup> Geschichte der Erde und des Lebens.

<sup>2</sup> Die marinen Reiche der Triasperiode. Denkschr. Ak. d. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl. Bd. 92. 1915.

<sup>3</sup> Mitt. Wiener geol. Gesellsch. Bd. 6. 1913.

<sup>4</sup> Z. D. Geol. Ges. Bd. 50. 1898.