

Das Problem des Fazieswechsels in der Mitteltrias der Südtiroler Dolomiten¹⁾.

Von **K. Hummel** (Gießen).

Seit RICHTHOFEN die Dolomitberge Südtirols mit Korallenriffen verglichen hat, ist der Fazieswechsel zwischen den „Riffen“ und der „heteropischen“²⁾ Fazies der ladinischen Stufe Südtirols bekannt und viel erörtert. Die Erörterungen beziehen sich vor allem auf die Form der „Riffe“, die Art der riffbauenden Lebewesen usw.; viel weniger

¹⁾ Vortrag, gehalten in der Hauptversammlung der Geologischen Vereinigung in Frankfurt a. M., am 7. I. 1928. Ausführlichere Mitteilungen über dieses Thema werden im Rahmen einer größeren Abhandlung über die süd-alpine Mitteltrias an anderer Stelle veröffentlicht werden.

²⁾ MOJSISOVICS (Dolomitriffe von Südtirol und Venetien, Wien 1879, S. 7) hat den Ausdruck „heteropisch“ zwar ursprünglich klar definiert, derart, daß nicht nur die Fazies der Wengener und Cassianer Schichten als heteropisch gegenüber den Riffen zu bezeichnen ist, sondern daß auch umgekehrt die Riffe als heteropisch gegenüber der anderen Fazies bezeichnet werden konnten. Er hat jedoch weiterhin in der genannten Abhandlung den Ausdruck „heteropisch“ fast nur als Bezeichnung für die Wengener und Cassianer Fazies gebraucht. Diese Inkonsequenz der Ausdrucksweise beruht darauf, daß MOJSISOVICS für die „Riffazies“ eine klare (wenn auch von anderer Seite nicht unbestrittene) Bezeichnung hatte, während für die andere Fazies keine gleich-

hat man sich um die Frage gekümmert, wie die beiden Fazies miteinander stratigraphisch zu parallelisieren sind. Man hat sich im allgemeinen der Ansicht von MOJSISOVICs angeschlossen, daß sich die Schwellen- und Beckenfazies gleichzeitig gebildet hat, und daß der tiefere Teil der Dolomitmassen mit den Wengener Schichten, die höheren Teile mit den Cassianer Schichten usw. zu parallelisieren seien.

Meine mit anderen, hier nicht zu erörternden Zielen unternommenen Untersuchungen über die Buchensteiner Schichten der Südalpen haben mich zu der Überzeugung gebracht, daß die bisherige Darstellung des Fazieswechsels in der Mitteltrias Südtirols an grundsätzlichen Fehlern krankt. Diese beruhen vor allem auf der Annahme, daß überall immer sedimentiert worden sei, daß infolgedessen das, was jetzt ungefähr gleichmächtig nebeneinander liegt, sich auch gleichzeitig gebildet habe, und daß gleichmächtige Schichten auch ungefähr gleich langen Zeiträumen entsprechen.

Durch die Untersuchungen von ANDRÉE, KLÜPFEL, BRINKMANN, H. FREBOLD u. a. ist in den letzten Jahren zur Genüge dargelegt worden, daß auch in scheinbar vollkommen konkordanten marinen Schichtenfolgen erhebliche Sedimentationslücken verborgen sein können. Dieses Prinzip muß auch auf die Mitteltrias der Südalpen angewandt werden; wir haben in manchen Gebieten und an manchen Stellen der Profile mit längeren Sedimentationsunterbrechungen, bzw. mit starkem Wechsel in der Sedimentationsgeschwindigkeit zu rechnen.

Zu dieser Überzeugung bin ich durch eine Anzahl von Beobachtungen gekommen, die sich in erster Linie auf die unterladinischen Schichten beziehen. Literaturstudien und einige weniger intensive Geländebeobachtungen haben mir gezeigt, daß dasselbe Prinzip auch auf die höheren ladinischen Schichten angewandt werden muß.

An einer ganzen Reihe von Punkten (Nordabhang des Schlern, Udai-Tal bei Campitello, Nordabhang des Mte. Padon in der Marmolata-Gruppe, Valle di San Lucano bei Agordo, Südhang des Peitlerkofel bei Campill) ließ sich feststellen, daß ein sehr mächtiger Teil der ladinischen Schwellenfazies (Schlern-Dolomit, bzw. Marmolata-Kalk) an den Faziesgrenzen in den gering-mächtigen Bänderkalken auskeilt, welche das Hangende des Buchensteiner Knollenkalkhorizonts bilden.

wertige Bezeichnung zur Verfügung stand, da diese Fazies teils aus vulkanischen Massen, teils aus geschichteten Sedimenten besteht. Da wohl jetzt Einigkeit darüber herrscht, daß sich die Dolomitmassen auf hochliegenden Schwellen des Meeresbodens gebildet haben, die „heteropische“ Fazies dagegen in tieferen Becken abgelagert wurde, so scheint es mir zweckmäßiger, die Ausdrücke „Schwellenfazies“ und „Beckenfazies“ zu gebrauchen; man vermeidet dadurch auch den vielumstrittenen Begriff „Riff“.

Diese Beobachtung würde an sich nur beweisen, daß die Bildung der Riffmasse zur Zeit der Ablagerung der genannten Bänderkalke begonnen hat; es bestünde auf Grund dieser Beobachtung allein immer noch die Möglichkeit, daß die höheren Teile des Riffes weiter empor gewachsen sind, während sich seitlich davon die Wengener Eruptiva anhäuften. Es läßt sich nun aber weiter noch feststellen, daß die Wengener Eruptiva derart an die Riffmassen angelagert sind, daß man unbedingt annehmen muß, daß das „Riff“ als erhebliche Erhöhung schon vorhanden war, als die Eruptiva zum Ausbruch kamen.

Weiter ist in diesem Zusammenhang zu beachten, daß Einlagerungen und Beimengungen von vulkanischem Material innerhalb der Schwellenfazies fast vollkommen fehlen oder doch auf ganz bestimmte, wenige Zonen beschränkt sind. Diese schon lange bekannte, aber bisher wenig durchdachte Erscheinung läßt sich bei unvoreingenommener Überlegung unmöglich mit der Annahme vereinigen, daß Schwellen- und Becken-Fazies gleichzeitig hochgebaut wurden. Wo wir nahe der Faziesgrenze das Eingreifen von einzelnen Zungen vulkanischer Fazies in den Dolomit feststellen können, da schließt sich an diese Einlagerung gewöhnlich eine weit durchstreichende Schichtfuge im Riff an. Besonders schön ist diese Erscheinung an der Sella-Gruppe zu beobachten.

Der Buchensteiner Knollenkalkhorizont zeigt entsprechende Erscheinungen in gewissermaßen unvollkommener Entwicklung. Im Bereich der Beckenfazies findet man zwischen den Knollenkalken Einlagerungen von grünen Tuffen (Pietra verde), die in manchen Gebieten große Mächtigkeiten erreichen. Im Bereich der Schwellenfazies (z. B. in der Rosengarten-Gruppe) sind die Tuffzwischenlagen nicht vollkommen verschwunden, aber sie sind auf ganz dünne Bestege zwischen den korrodierten Schichtflächen der (hier dolomitisierten) Knollenkalke reduziert.

Die hier nur in den knappsten Zügen geschilderten Beobachtungen führen zu der Überzeugung, daß sich die Riffgesteine und die vulkanischen Massen nicht gleichzeitig gebildet haben, daß wir es vielmehr mit einem nicht nur räumlichen, sondern auch zeitlichen Alternieren der Fazies zu tun haben.

Die „Riffe“ bildeten sich auf tektonisch bedingten Erhöhungen des Meeresbodens („Schwellen“) durch kontinuierliche organische Sedimentation, sie sind daher meist ungeschichtet. Die riffbauenden Lebewesen konnten nur in flachem Wasser gedeihen. In den benachbarten „Becken“ wurde in den Zeiten der Riffbildung nur sehr wenig sedimentiert¹⁾, weil die im Meerwasser gelöst zur Verfügung

¹⁾ In der Diskussion wendete Herr BROUWER ein, daß an rezenten Korallenriffen durch die Brandung usw. Kalkschlamm erzeugt werde, der sich

stehenden Kalksalze größtenteils von den Rifforganismen verbraucht wurden, weil terrigenes Material nicht zugeführt wurde und weil vulkanisches Material in diesen Zeiten nicht gefördert wurde, der Vulkanismus ruhte.

Anders war es in den Perioden vulkanischer Tätigkeit. Die Laven, Tuffe und Tuffite wurden hauptsächlich in den „Becken“ angehäuft, wo auch die Hauptausbruchspunkte lagen. Das Wachstum der Riffe wurde durch vulkanische Aschen erstickt. Die Tuffe konnten sich jedoch in den zentralen Teilen der „Schwellen“ nicht anhäufen, weil durch Brandung, Meeresströmungen usw. die Oberfläche der Riffe vom vulkanischen Lockermaterial befreit wurde. Die Unterbrechung des Riffwachstums gibt sich jedoch in den weit durchstreichenden Schichtfugen zu erkennen.

Wenn man das erläuterte Prinzip auf die mitteltriadischen Schichten der Südtiroler Dolomite anwendet, so ergibt sich das folgende stratigraphische Schema, das freilich für die vom Verfasser nicht näher untersuchten jüngeren Horizonte nur als Arbeitshypothese aufgefaßt werden darf:

1. Anisischer Sarl-Dolomit¹⁾: Die organogene Seichtwasserfazies bedeckt das ganze Gebiet²⁾, der Gesteinscharakter entspricht der späteren Schwellen- oder Riffazies.
2. Oberanisische Bänderkalkstufe (= Zone der *Diplopora annulatissima*³⁾). Infolge einer allgemeinen Vertiefung des Meeres wird fast im ganzen Gebiet⁴⁾ ein Gestein gebildet, das später nur noch in der Beckenfazies vorkommt. Gegen Ende dieses Abschnittes setzt in entfernten Gebieten die vulkanische Tätigkeit ein.
3. Unterladinische Buchensteiner Knollenkalkstufe⁵⁾: Schwellen- und Beckengebiete haben sich ausgebildet, die Höhen-

im tieferen Wasser absetze. Dazu ist zu sagen, daß sich dieser Schlamm über große Flächen verteilt, daher im Vergleich mit den Riffen nur geringmächtige Schichten bilden kann; ferner muß man vielleicht mit teilweiser Wiederauflösung des Kalkschlammes im tieferen Wasser rechnen.

¹⁾ Früher: Mendel-Dolomit. Die neue Bezeichnung ist von J. v. PIA eingeführt, weil im Bereich der Mendel diese Stufe nicht als Riffdolomit entwickelt ist. (Vgl. Anzeiger d. Akad. d. Wiss. in Wien, Math.-nat. Kl., 62, 1925, S. 216.)

²⁾ Von kleineren Faziesunterschieden in dieser Stufe sehe ich hier ab. Die Angaben gelten nur für die Südtiroler Dolomiten.

³⁾ OGILVIE-GORDON, Das Grödener-, Fassa- und Enneberg-Gebiet in den Südtiroler Dolomiten. Abhandlungen der Geol. Bundesanstalt, Bd. 24, Heft 1, 1927.

⁴⁾ Von kleineren Faziesunterschieden in dieser Stufe sehe ich hier ab.

⁵⁾ Durch verschiedene Arbeiten der letzten Jahrzehnte ist die Vermutung aufgekommen, daß die Buchensteiner Knollenkalke innerhalb der Südtiroler Dolomiten nicht horizontbeständig seien. Ich bin auf Grund meiner Untersuchungen zu der Überzeugung gekommen, daß diese Vermutung nicht richtig ist. Über die Tatsachen, welche mich zu dieser Überzeugung geführt haben, werde ich an anderer Stelle berichten.

unterschiede sind jedoch noch verhältnismäßig gering. In beiden Faziesgebieten bilden sich Knollenkalke; diese enthalten in den Beckenzonen zahlreiche, z. T. recht mächtige Einlagerungen von Tuffen; in den Schwellenzonen sind die Tuffeinlagerungen sehr stark reduziert. Die Tuffe stammen vermutlich von Eruptionen in entfernteren Gebieten.

4. **Mittelladinische Marmolata-Stufe** (= I. Riffphase): Die Höhenunterschiede zwischen Schwellen und Becken haben sich verstärkt. Auf den Schwellen bildet sich ein Riffgestein von mehreren hundert Metern Mächtigkeit (Marmolata-Kalk, bezw. unterer Teil des Schlerndolomits); in den Becken lagern sich gleichzeitig nur wenige Meter dunkle Bänder-Kalke ab.
5. **Mittelladinische Eruptiv-Phase**: Durch häufige, zunächst submarine, später z. T. auch subaerische Vulkanausbrüche in den Beckenzonen wird das Riffwachstum unterbrochen; die Höhenunterschiede zwischen Becken und Schwellen werden durch Auffüllung der Becken vermindert. Hierher gehören die Wengener Melaphyre usw.¹⁾, die hauptsächlich aus geschichteten Tuffen und Tuffiten bestehenden Wengener Schichten i. e. S., sowie Teile der Cassianer Schichten (im wesentlichen die „unteren Cassianer Schichten“ von Frau OGILVIE). In der Ausbildung der Gesteine gibt sich ein allmähliches Abklingen der Eruptivtätigkeit zu erkennen. Die Hangendgrenze dieser Stufe ist z. T. unscharf.
6. **Oberladinische (Cassianer) Stufe**²⁾ (= II. Riffphase): Nach dem Zurücktreten oder vollkommenen Erlöschen der vulkanischen Tätigkeit beginnt das Wachstum der Riffe auf den Schwellen von neuem; manche Beckengebiete sind zur Schwelle geworden (z. B. Sella). In den Beckenzonen bilden sich Sedimente wesentlich geringerer Mächtigkeit als die gleichaltrigen Riffe, aber vermutlich von größerer Mächtigkeit als die mittelladinischen Bänderkalke; die Höhenunterschiede zwischen Schwellen- und Beckengebieten sind infolge der Auffüllung der Becken durch die mittelladinische Eruptivphase in der II. Riffphase weniger stark ausgeprägt als in der I. Riffphase. Die Sedimente der Beckenfazies dieser Stufe werden im bisherigen stratigraphischen Schema

¹⁾ Frau OGILVIE-GORDON (a. a. O., 1927) bezeichnet diese Eruptivmassen als „obere Buchensteiner Schichten“. Es dürfte sich schon aus dem oben aufgeführten stratigraphischen Schema ergeben, daß diese Bezeichnung nicht ganz zweckmäßig ist. Ich werde an anderer Stelle näher auf diese Frage eingehen.

²⁾ Frau OGILVIE-GORDON rechnet die Cassianer Schichten schon zur oberen Trias, wohl im Anschluß an MOJSISOVICS, der sie in die karnische Stufe einbezogen hat. Ich ziehe es vor, das sonst übliche stratigraphische Schema beizubehalten und die Cassianer Schichten noch zur ladinischen Stufe zu rechnen, weil sonst die Grenze zwischen Mittel- und Obertrias innerhalb meiner Stufe zu ziehen wäre.

- zu den Cassianer Schichten gerechnet (= oberer Teil der unteren Cassianer Schichten von Frau OGILVIE).
7. Oberladinische Eruptiv-Phase (= Stufe der Pachycardien-tuffe¹⁾): Der wiederauflebende Vulkanismus bedingt eine neue Unterbrechung des Riffwachstums (Schichtfuge in Höhe des grünen Flecks bei Plon an der Sella). Durch die vulkanischen Produkte werden die Becken fast überall bis zur Höhe der Schwellen aufgefüllt. Teilweise kommt es zur Ausbreitung von Lavaströmen über die Schwellen (Schlern).
 8. Unterkarnischer Dolomit (= III. Riff-Phase): Infolge der Einebnung durch die vorhergehende Eruptivphase kann sich die Rifffazies über den größten Teil des Gebietes ausdehnen, ähnlich wie zur Zeit des Sarl-Dolomits. Äquivalente des karnischen Dolomits in anderer Fazies sind selten und daher noch wenig untersucht. Vielleicht gehören hierher die Schichten von Heiligkreuz, die jedoch keine Beckenfazies sind, sondern eher einem Gebiet besonders seichten Wassers entsprechen.

Über diesen fast durchgehend entwickelten Riffhorizont legen sich die Raibler Schichten, die auch vulkanische Gesteine enthalten, also einer dritten vulkanischen Phase²⁾ entsprechen. Auch in dieser Stufe zeigen sich noch gewisse Unterschiede von Schwellen- und Beckenfazies, aber sie sind ganz anderer Art als die vorstehend geschilderten Faziesunterschiede. Über die Raibler Schichten legte sich nach einer längeren Trockenlegung der norische Haupt-Dolomit oder Dachstein-Kalk.

Wir haben somit in der Mitteltrias der Südalpen nicht nur mit räumlichem, sondern auch mit zeitlichem Alternieren der Fazies zu rechnen. Die hier vorgetragene Arbeitshypothese läßt sich wahrscheinlich auch auf ähnliche Bildungen anderer Formationen und anderer Gegenden übertragen, z. B. auf das Mittel- und Oberdevon des südöstlichen Rheinischen Schiefergebirges und des Harzes.

¹⁾ Frau OGILVIE-GORDON bezeichnet die Pachycardien-Tuffe usw. als „obere Cassianer Schichten“.

²⁾ Wenn man auch die Eruptionen des Buchensteiner Horizonts mitrechnet, so ergeben sich die vier schon früher von KOKEN ausgeschiedenen Eruptivphasen.