

Besprechungen.

Neuere geologische Forschungen, die Südtiroler Dolomiten betreffend. Besprochen von R. v. Klebelsberg.

1905. v. Arthaber, Die alpine Trias. Leth. geogn. 1905.
1907. Bamberger, Beiträge zur Kenntnis der Radioaktivität der Mineralquellen Tirols. I. Mitteilung. Sitzb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Bd. CXVI und Monatshefte für Chemie, Bd. XXIX (1908).
1910. Bamberger und Krüse, Beiträge zur Kenntnis der Radioaktivität der Mineralquellen Tirols. II. Mitteilung. Sitzb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Bd. CXIX, Abt. II a.
1895. Becke, Scheelit im Granit von Predazzo. Tschermaks Mitt. N. F. Bd. XIV.
1896. Blaas, Vom Eggental, Verh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt. Wien 1896.
1902. Blaas, Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen, Innsbruck 1902.
1905. Blaschke, Die Gastropodenfauna der Pachycardientuffe der Seisser Alpe in Südtirol nebst einem Beitrag zur Gastropodenfauna der roten Raibler Schichten vom Schlernplateau. Beitr. z. Pal. Oesterr.-Ung., Bd. XVII.
1900. Böse und Schlosser, Ueber die mittelliasische Brachiopodenfauna von Südtirol. Palaeontographica, Bd. XLVI.
1900. Broili, Zur Fauna der Pachycardientuffe der Seisser Alpe (vorl. Notiz). Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1900.
1903. Broili, Die Fauna der Pachycardientuffe der Seisser Alpe (Echinodermata, Brachiopoda, Lamellibranchiata). Palaeontographica, Bd. L.
1905. Broili (Read), Die Gastropoden der Pachycardientuffe (vorl. Mitt.). Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1905.
1907. Broili, Die Fauna der Pachycardientuffe der Seisser Alpe (Scaphopoden und Gastropoden). Palaeontographica, Bd. LIV.
1897. Diener, Ueber ein Vorkommen von Ammoniten und Orthoceren im südtirolischen Bellerophonkalk. Sitzb. d. k. Ak. d. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Bd. CVI.
1900. Diener, Ueber den Einfluß der Erosion auf die Struktur der südtirolischen Dolomitstöcke. Mitt. d. Geogr. Ges. Wien, 1900.
1903. Diener, Exkursion in die Dolomiten von Südtirol (Seisser Alpe, Schlern, Ampezzaner Dolomiten). Führer f. d. Exk. in Oesterreich anläßlich d. IX. intern. Geol.-Kongr., Wien 1903.
1903. Diener, Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebirges. In „Bau und Bild Oesterreichs“ (E. Sueß), Wien 1903.
1910. Diener, Die Brachiopodenfauna des Bellerophonkalkes von Schaschar und Schönbrunn, in: Kossmat u. Diener, Die Bellerophonkalke von Obßkrain und ihre Brachiopodenfauna. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt. Wien, Bd. LX.
1892. Fraas, Szenerie der Alpen, Leipzig 1892.
1909. Furlani, Zur Tektonik der Sellagruppe in Gröden. Mitt. d. Geol. Ges. Wien, Bd. II.
1895. Gredler, Die Porphyre der Umgegend von Bozen. Bozen 1895.
1908. Häberle, Paläontologische Untersuchung triadischer Gastropoden aus dem Gebiete von Predazzo. Verh. d. naturhist.-mediz. Vereines zu Heidelberg 1908.
1902. Keyserling, Graf v., Ueber ein Kohlenvorkommen in den Wengener Schichten der Südtiroler Trias. Verh. d. Geol. Reichsanstalt Wien.
1894. Kittl, Die triadischen Gastropoden der Marmolata. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt. Wien, Bd. XLIV.

1895. Klement, Ueber die Bildung des Dolomits. Tschermaks Mitt. Bd. XIV. (Mit Literaturangaben).
1908. Kober, Das Dachsteinkalkgebirge zwischen Gader, Rienz und Boita. Mitt. d. Geol. Ges. Wien, Bd. I.
1906. Koken, Geologische Beiträge aus Südtirol. N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Jahrg. 1906, Bd. II.
1907. Langenbeck, Der gegenwärtige Stand der Korallrifffrage. Hettners Geographische Zeitschrift, Bd. XIII (Literaturangaben).
1909. Linck, Ueber die Entstehung der Dolomite. Monatsber. d. D. Geol. Ges. 1909.
1910. Marinelli, I ghiacciai delle Alpi Venete. Materiali p. l. studio d. ghiacciai. Mem. geogr. 1910, Nr. 11.
1902. May, Die neueren Forschungen über die Bildung der Korallenriffe. Zool. Zentralblatt 1902.
1892. Ogilvie Gordon, Preliminary Note on the Sequence and Fossils of the upper Triassic Strata of the Neighbourhood of St. Cassian, Tyrol. Geol. Mag. n. s. dec. 3, Bd. IX.
1893. Ogilvie Gordon, Contributions to the Geology of the Wengen and Cassian Strata in Southern Tyrol. Quart. Journ. Geol. Soc., Bd. XLIX.
1894. Ogilvie Gordon, Coral in the Dolomites of South Tyrol. Geol. Mag. n. s., dec. 4, Bd. I.
1899. Ogilvie Gordon, The Torsion-Structure of the Dolomites. Quart. Journ. Geol. Soc., Bd. LV.
1899. Ogilvie Gordon, Torsion-Structure in the Alps. Nature 1899.
1900. Ogilvie Gordon, Ueber die obere Cassianerzone an der Falzaregostraße (Südtirol). Verh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt Wien, 1900.
- 1902—03. Ogilvie Gordon, The Geological Structure of Monzoni and Fassa. Trans. Edinb. Geol. Soc., Bd. VIII sp. p.
1906. Ogilvie Gordon, Interference Phenomena in the Alps, Proc. Geol. Soc., London 1906.
1907. Ogilvie Gordon, Overthrust Structure at Langkofl in the Dolomites. Geol. Mag. 1907; Verh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt Wien 1907.
1909. Ogilvie Gordon Note on the Langkofl Thrust Mass. Geol. Mag. 1909; Verh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt Wien 1909.
- 1909—10. Ogilvie Gordon, The Thrust Masses in the Western District of the Dolomites. Trans. Edinb. Geol. Soc., Bd. IX sp. p.
1910. Ogilvie Gordon, Die Ueberschiebung am Gipfel des Sellamassivs in Südtirol. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt Wien 1910.
1894. Pfaff, Beiträge zur Erklärung über die Entstehung des Magnesits und Dolomits. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. IX. Beil.-Bd.
1903. Pfaff, Ueber Dolomitbildung. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal. Bd. IV.
1907. Pfaff, Ueber Dolomit und seine Entstehung. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal., XXIII. Beil.-Bd.
1904. Philipp, Paläontologisch-geologische Untersuchungen aus dem Gebiet von Predazzo. Zeitschr. d. D. Geol. Ges., Bd. LVI.
1899. Philippi, Ueber einen Dolomitierungs Vorgang an südälpinem Conchodon-Dolomit. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1899, Bd. I.
1907. Philippi, Ueber Dolomitbildung und chemische Abscheidung von Kalk in den heutigen Meeren. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal., Festband 1907.
1899. dal Piazz, Il lias nella provincia di Belluno. Atti Ist. Veneto sc. lett. ed arti., Bd. LVIII.
1907. dal Piazz, Le alpi feltrine. Studio geologico. Venedig 1907.
1894. Romberg, Ueber die chemische Zusammensetzung der Eruptivgesteine in den Gebieten von Predazzo und Monzoni. Anhang z. d. Abh. d. k. preuß. Ak. d. W., Berlin 1894.
1901. Romberg, Vorarbeiten zur geologisch-petrographischen Untersuchung des Gebietes von Predazzo (Südtirol). Sitzb. d. k. Ak. d. Wiss., Berlin 1901.

1902. Romberg, Geologisch-petrographische Studien im Gebiete von Predazzo. I, II., III., Sitzb. d. k. Ak. d. Wiss., Berlin 1902.
1894. Rosiwal, Vorlage von Erz- und Gesteinsproben aus Cinque Valli. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien 1894.
1896. Rosiwal, Vorlage und Besprechung einer neuen Suite von Gesteins- und Erzproben aus Cinque Valli in Südtirol. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Wien 1896.
1894. Rothpletz, Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen. Stuttgart 1894.
1899. Rothpletz, Erläuterungen zu der geologischen Exkursion auf die Seisser Alpe und den Schlern. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1899.
1899. Rothpletz, Exkursionsbericht. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1899.
1895. Salomon, Geologische und paläontologische Studien über die Mar-molata. Palaeontographica, Bd. XLII.
1898. Salomon, Ueber Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der periadriatischen, granitisch-körnigen Massen. Tschermaks Mitt. Neue Folge, Bd. XVII.
1908. Salomon, Die Adamellogruppe. I. Teil. Abh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt Wien, Bd. XXI.
1905. Schellwien, Vorläufiger Bericht über eine im alpinen Bellerophonkalk aufgefundene neue Fauna. Monatsber. d. D. Geol. Ges. 1905, Nr. 9.
1903. Skeats, The chemical Composition of Limestones from upraised Coral Islands with Notes on their microscopical Structures. Bull. of the Museum of comparative Zoology at Harvard College vol. 42.
1905. Skeats, On the chemical and mineralogical evidence as to the Origin of the Dolomites of Southern Tyrol. Quart. Journ. Geol. Soc. vol. 61 (Literaturangaben).
1901. Tornquist, Das Vicentinische Triasgebirge. Stuttgart 1901.
1904. Trener, Ueber die Gliederung der Quarzporphyrtafel im Lagorai-gebirge. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt Wien 1904.
1896. Volz, Die Korallen der Schichten von St. Cassian in Südtirol, in: Frech, F. u. W. Volz, Die Korallenfauna der Trias. Palaeontographica, Bd. XLIII.
1903. L. Waagen, Brachiopoden aus den Pachycardientuffen der Seisser Alpe. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt Wien, Bd. LIII.
1907. Waagen, Die Lamellibranchiaten der Pachycardientuffe der Seisser Alm. Abh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt Wien, Bd. XVIII.
1901. Weber, Beiträge zur Kenntnis des Monzongebietes. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1901.
1909. Wilckens, Paläontologische Untersuchung triadischer Faunen aus der Umgebung von Predazzo in Südtirol. Verh. d. naturhist.-mediz. Vereines zu Heidelberg. N. F., Bd. X.
1908. v. Wittenburg, Beiträge zur Kenntnis der Werfener Schichten Südtirols. Koken's Abh. Neue Folge, Bd. XII.
1908. v. Wittenburg, Neue Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Werfener Schichten Südtirols, mit Berücksichtigung der Schichten von Wladiwostok. Zentralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1908.
1908. v. Wittenburg, Einige neue Fossilien aus den Werfener Schichten Südtirols. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal., Jahrg. 1908, Bd. I.
1902. v. Wolff, Vorstudien zu einer geologisch-petrographischen Untersuchung des Quarzporphyrs der Umgegend von Bozen (Südtirol), Sitz.-Ber. d. k. preuß. Ak. d. W., Bd. 44.
1905. v. Wolff, Bericht über die Ergebnisse der petrographisch-geologischen Untersuchungen des Quarzporphyrs der Umgegend von Bozen. Sitz.-Ber. d. k. preuß. Ak. d. W., Bd. L.
1908. v. Wolff, Beiträge zur Petrographie und Geologie des Bozner Quarzporphyrs I. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Beil., Bd. XXVII.
1899. v. Zittel, Ueber Wengener, St. Cassianer und Raibler Schichten auf der Seisser Alpe in Tirol. Sitzb. d. k. Ak. d. Wiss. München, Bd. XXIX.

1899. v. Zittel, Ueber die Entwicklung der Wengener, St. Cassianer und Raibler Schichten auf der Seisser Alpe in Tirol. Zeitschr. d. D. Geol. Ges., Bd. LI.

Der große Streit um die Dolomitentheorie ist in neuerer Zeit wesentlich stiller geworden; er schlug mehr die Bahnen ruhiger, sachlicher Arbeit ein, um auf diesem Wege dem Forschungsziele näher zu führen. Unablässig aber zieht die Fülle der Probleme, die die Dolomitengeologie bietet, das Interesse nach sich und eifrig ist man nach wie vor auf allen Seiten am Werke, sie zu ergründen. Die verschiedensten Zweige der geologischen Wissenschaft finden hier ein lohnendes Feld und auf fast allen Gebieten sind denn auch neuere Arbeiten zu verzeichnen.

Gehen wir in unserer Revue von der Oberfläche zur Tiefe, so steht ein Forschungszweig im Vordergrund, von dem sich die zünftigen Geologen zwar etwas abgewandt haben: die Glazialgeologie; aber gerade in dieser Richtung hat die Kenntnis der Dolomiten in neuerer Zeit einen Hauptfortschritt erfahren; einerseits gaben Penck und Brückner in den „Alpen im Eiszeitalter“ ein umfassendes generelles Bild der alten Vergletscherung, das mehrfach tektonische Schlüsse (junge positive Bewegungen der Alpen an ihrem Südrande) gestattete, andererseits sind die rezenten Gletscher und Firnfelder des Dolomitengebietes, deren Eigenart in dem hohen Grade orographischer Begünstigung liegt, Gegenstand einer ausgezeichneten Monographie O. Marinellis geworden.

Durch F. v. Wolff erfuhr die Bozner Porphyrrplatte eine monographische Beschreibung. An der Hand reicher Detailuntersuchungen bestätigt der Autor zunächst Richtofens Lehre von dem Aufbau der Porphyrrplatte als Ganzem aus einer Reihe einzelner Eruptionsergüsse, die durch Tuffhorizonte von einander getrennt und nach ihrer gegenseitigen Lagerung, nach der mineralischen Zusammensetzung sowie den Absonderungs- und Verwitterungsformen verschieden sind; so zwar, daß man im Porphyrr eine Art Stratigraphie vornehmen kann. Hinsichtlich der zeitlichen Aufeinanderfolge der einzelnen Eruptionen weicht Wolff mehrfach von Richtofen ab. Den gesamten Quarzporphyrrergüssen voraus ging die Bildung des „Verrucano“ genannten Basalkonglomerats — dessen Konglomeratnatur zweifellos echt ist — und, etwas jünger, eine an mehreren weit verstreuten Punkten (z. B. Trostburg) nachgewiesene Melaphyrreruption. Interessant und wichtig ist, daß es für einzelne der Porphyrrströme gelang, ihre Eruption in ungefähr dem Gebiete nachzuweisen, wo sie heute ausgebreitet liegen. Von allgemeinerer Tragweite sind auch die Funde von Einschlüssen granitisch-körniger Gesteine, die, wenn schon nicht durchwegs die Möglichkeit ausgeschlossen erscheint, daß es sich um lokale Differenziationen in den Porphyrrlaven handelt, in einzelnen Fällen, wo sie in Tuffkonglomeraten vorkommen, doch das Vorhandensein alter, zumindest paläozoischer, granitisch-körniger Massen demonstrieren. Wolff betont hiebei, daß die Einschlüsse petrographisch zu dem den Fundstellen benachbarten Granit des Iffinger stimmen. Ganz ähnliche Beobachtungen machte G. B. Trener in dem südöstlichen Verbreitungsgebiete des Südtiroler Quarzporphyrrs, indem er in den Tuffkonglomeraten des Calamentoporphyr ebenfalls Graniteinschlüsse fand von der petrographischen Zusammensetzung des benachbarten Cima d'Asta-Granits. Wenn schon daraus nicht gerade mit Sicherheit auf präpermisches Alter der genannten Granitmassive geschlossen werden kann, so fallen die Vorkommnisse doch immerhin schwer ins Gewicht, wenn man bedenkt, daß die Annahme jugendlichen Intrusionsalters nur vergleichsweise geschah und dafür keinerlei direkte Argumente erbracht werden konnten. Es kommt auch die u. a. von Reyer geäußerte Anschauung in Betracht, daß in bestimmten Gebieten durch geologische Perioden hindurch eine Disposition zu Intrusionen gleichartiger Magmen bestand.

Aus dem Liegenden des Porphyrrs in der Val Sugana, dem dort wieder hervortauchenden Quarzphyllit, sind seit langer Zeit (in den Cinque Valli) Arsennickelkiese (Rosival) bekannt; dasselbe Erz wurde neuestens

auch im Quarzphyllit des Nordrandes der ganzen Porphyryplatte, bei Brixen, gefunden. *)

Die geologischen Schlüsse Wolffs auf den submarinen Charakter der ganzen Porphyryeruptionen entbehren sicherer Beweise; sie gründen sich in Uebereinstimmung mit Richthofen, im wesentlichen auf die oft deutliche Horizontalschichtung der Tuffe; nun wissen wir aber doch — von verschiedenen Basalttuffen z. B. — daß diese Schichtung keineswegs das Monopol submariner Ablagerungsweise ist, sondern überall dort eintreten kann, wo ein siebendes Medium, also auch die Luft, in Funktion ist. Gegen die Annahme submariner Bildung spricht vielmehr die Tatsache, daß in den Quarzporphyrytuffen noch nie ein marines Fossil gefunden wurde, während doch die Tuffazies sehr günstig zur Erhaltung wäre; immer nur sind es die bekannten Landpflanzenreste, die uns an Organismenresten in den Porphyrytuffen begegnen. Wolff dehnt seine Anschauung auch auf den Grödner Sandstein aus, den er als gleichzeitig mit den Porphyryeruptionen entstandenes marines Tuffsediment ansieht, ungeachtet der heute für das deutsche Rotliegende so verbreiteten Ansicht kontinentaler Entstehung. Auch für den Grödner Sandstein mit seiner meist roten, von der oxydischen Verwitterung trockener Klimata herrührenden Farbe mit dem gänzlichen Mangel mariner Fossilien und der weit über das Südtiroler Quarzporphyrygebiet hinausreichenden Verbreitung muß eine kontinentale Entstehungsweise als wahrscheinlich bezeichnet werden.

Von den graphitischen schwarzen Kieselschiefern und Phylliten, die am Nordrande der Porphyryplatte in deren Liegendem auftreten (Bad Froi, Gstammerhof), zeigten die neuen Bestimmungen Bambergers, daß sie das radioaktivste bisher aus Tirol bekannt gewordene Gestein vorstellen (von Quellabsätzen abgesehen); die Quellen von Bad Froi, welche diesem Gestein entspringen, lieferten denn auch bis zu 52 Mache-Einheiten und sind mithin die radioaktivsten Tirols.

Für die Altersvergleichung der Bellerophonschichten kommen die neuen paläontologischen Funde (indische Produktusfauna) in den östlichen Südalpen in Betracht (Kossmat, Schellwien, Diener).

Die Werfner Schichten verschiedener Lokalitäten unterzog P. v. Wittenburg einer vergleichenden Untersuchung, deren Ergebnis zunächst die alte Richthofensche Zweiteilung bestätigt, wobei die Seisser Schichten paläontologisch besser als durch *Pseudomonotis Clarai* durch die häufigere und völlig auf diesen Horizont beschränkte *Pseudomonotis aurita* bestimmt würden, in den Campiller Schichten die *Naticella costata* als leitend genommen wird. Der Gastropodenoolith erwies sich nicht allgemein als Grenze beider Schichtabteilungen, Wittenburg beobachtete vielmehr hier häufig eine feine, großenteils brecciöse Konglomeratbildung („Kokenches Konglomerat“); doch auch diese tritt nicht allgemein auf. Die Oolithe sind, wie Philipp zeigte, auch in höheren Horizonten der Campiller Schichten verbreitet, werden vielfach dolomitisch und eisenreich mit gelblicher Verwitterung; die „Myophorienbank“, die an zahlreichen Stellen über ihnen, bzw. als Abschluß der Werfner Serie folgt, fehlt an anderen Lokalitäten. Nahe der Hangendgrenze, aber noch innerhalb des sandigen Schichtkomplexes, zeigt sich ein grobes („Richthofensches“) Konglomerat verbreitet, bemerkenswert hinsichtlich des sogenannten Muschelkalkkonglomerats an der Basis des Mendola-Dolomits, welches ja auch von einigen Forschern dem Werfner System zugerechnet wurde; die, leider unterbliebene, Vergleichung beider Konglomeratlagen könnte für die Entscheidung dieser Altersfrage Anhaltspunkte liefern. In den Gebieten des „Richthofenschen“ Konglomerats stehen wir jedenfalls vor küstennahen Ablagerungsbedingungen am Ende der Werfner Zeit, worauf mit scharfer Grenze der Mendola-Dolomit einsetzt. Anders liegen die Verhältnisse z. B. in der Val Averta bei Predazzo; hier fehlen, nach Philipp, Kon-

*) Vgl. Notiz in der Zeitschrift des Ferdinandeums, Innsbruck, III. Folge, 54. Heft (1910), S. 353.

glomeratbildungen an der Hangendgrenze der Werfner Schichten und die stratigraphisch tiefere klastische Entwicklung nähert sich mit kalkigen Myophorien, Trochiten- sowie dolomitischen Bänken vorübergehend der Mendola-Dolomit-Fazies, wenn auch schließlich an der Basis der letzteren doch wieder, infolge des Rückfalles der Liegendbildungen in die klastische Natur, eine scharfe Grenze besteht. Eine analoge Schichtenfolge zwischen Werfner Schichten und Mendola-Dolomit beschrieb Ogilvie Gordon als „Upper Werfen Passage Beds“ für Oberfassa.

In paläontologischer Beziehung ist der Hinweis Wittenburgs auf die große Ähnlichkeit mit der Fauna der Wladiwostoker Schichten von Ussuri interessant, deren von Bittner beschriebene Formen zu 60% in den Südtiroler Werfner Schichten wiederkehren.

Betreffs der Buchensteiner Schichten führte Philipp aus, daß sie wie petrographisch, so auch nicht faunistisch — im Sinne Mojsisovics (späterer) Annahme in den „Dolomitriffen“ — das Gleiche sind wie die „Reitzi-Schichten“ Judikariens, des Vicentin und Bakony. Dies ergab eine Ueberprüfung der Ammonitenfunde aus den Buchensteiner Schichten, welche überhaupt sehr spärlich sind und die leitenden Formen *Trachyceras Reitzi* und *T. Curionii* nur ganz ausnahmsweise geliefert haben. Philipp ist geneigt, die Buchensteiner Schichten Südstirols als eine nur petrographisch charakterisierte Bildung anzusprechen, deren Alter im einzelnen verschieden sei; das trifft vielleicht insofern zu, als ihre höheren Lagen bereits vom Fazieswechsel betroffen werden — bisweilen keilt ja die ganze Schichtserie zwischen Mendola- und Schlerndolomit zugunsten des letzteren aus — aber das Basisniveau der Buchensteiner Schichten stellt im allgemeinen doch einen einheitlichen stratigraphischen Horizont vor und, wenigstens teilweise (im vertikalen Sinne), gehören dieselben immerhin zeitlich der Zone des *Trachyceras Reitzi* an; unbeschadet des Vorkommens von Ammoniten der Reitzi-Schichten in den tieferen Lagen des Marmolatakalkes — woraus der Widerspruch in dessen Altersbestimmung durch Kittl einerseits, Salomon anderseits hervorging —, das sehr gut auch in der Weise gedeutet werden kann, daß hier ein (oberer) Teil der Buchensteiner Schichten eben schon in der Dolomit-, bzw. Kalkfazies entwickelt ist.

Vom Melaphyr, bzw. Augitporphyr, wird im Gegensatz zu den Ansichten Ogilvie Gordons die ursprüngliche Laven- und Deckenatur betont und seine Unabhängigkeit von den jüngeren Tiefengesteinen und den tertiären tektonischen Störungen hervorgehoben, von deren Zeit ihn geologische Perioden trennen (Philipp, Koken). Bemerkenswert ist das Auffinden von mechanischen (Reibungs-) und mineralischen Kontaktbildungen in Melaphyr, Buchensteiner Schichten und Schlerndolomit im Tale des Frötschbaches bei Seis und der Nachweis, daß hier einer der Eruptionsherde liegt (Koken); es ist vielleicht nicht unangebracht, dazu den Umstand in Vergleich zu ziehen, daß auch für den permischen Kastlruter Porphyry das Hervordringen in dieser Gegend (im weiteren Sinne allerdings) wahrscheinlich gemacht wurde (Wolf).

Die spärlichen posttriadischen Reste des Dolomitengebietes fanden neue Bearbeitung, jene auf Fanes durch Böse und Schlosser (paläontologisch) und durch L. Kober, die auf der Sella seitens Ogilvie Gordon (1899 und 1910) und M. Furlani; stratigraphisch neue Daten wurden dabei besonders für die Schichten der Boespitze (Sella) erbracht, die Haug im Jahre 1886 nach flüchtiger Untersuchung ohneweiters mit den Neokombildungen der Puezalpe parallelisiert hatte, während sie sich später (Ogilvie Gordon 1899, Furlani 1910) der Hauptmasse nach als jurassisch herausstellten und erst in neuester Zeit (Ogilvie Gordon 1910) auch eine spärliche Vertretung neokomer Schichten nachgewiesen wurde.

Das altherühmte Gebiet von Predazzo war wieder Gegenstand petrographischer Arbeiten (Romberg, Weber); neu ist hier u. a. das Auffinden von Monzonitapliten.

So ergibt sich in stratigraphischer, faunistischer und petrographischer Hinsicht eine Reihe neuer Einzelheiten, die eine wertvolle Bereicherung unserer Kenntnisse bedeuten. Die großen Fragen der Dolomitengeologie aber sind anderer, komplizierterer Natur: sie betreffen die Faziesverhältnisse, die lithologische Bewandnis des Dolomits, dessen morphologische Beziehungen und endlich — vorwiegend eine neuere Errungenschaft — die Erforschung der Tektonik.

Gehen wir aus von der Tatsache des Fazieswechsels, die ja von den großen Zügen des geologischen Baues und Bildes der Dolomiten der auffallendste ist und seit Gümbel und Lepsius auch kaum mehr mit Erfolg in Abrede gestellt wurde. Neue Beweise für sie ergab die von Zittel (1899) inaugurierte paläontologische Bearbeitung der Fauna aus den Pachycardientuffen der Seisser Alpe. Mit Ausnahme der noch ausständigen Cephalopoden-Abhandlung sind diese Untersuchungen zu großer Vollständigkeit gediehen; neben der ausgezeichneten Monographie Broilis über das besonders reiche Material der Münchner Sammlung sind es die Arbeiten von F. Blaschke und L. Waagen. Das übereinstimmende Resultat ist die prinzipielle Bestätigung von Zittels leitendem Gedanken, daß die Pachycardientuffe — von neuen Formen abgesehen — eine Mischung von Cassianer und Raibler Typen enthalten und letztere beiden Schichtsysteme faunistisch durch diese Uebergangsauna völlig verbunden werden. Damit war ein sehr wichtiger Fixpunkt gewonnen, denn noch nie zuvor war der innige Verband von Cassianer und Raibler Schichten — während unter diesen anderorts Schlerndolomit liegt — mit ähnlicher paläontologischer Prägnanz nachgewiesen und damit indirekt das Alternieren der Fazies faunistisch belegt worden. Dem tut die Auffassung Koken's, der die alte Richthofensche Annahme vom Raibler Alter der Pachycardientuffe rehabilitiert — die Begründung hat manches für sich, vermag aber dennoch nicht den reichen Cassianer Gehalt zu entkräften, den die erst später erschienene Gastropoden-Bearbeitung aufs neue hervorkehrte — keinen Eintrag, im Gegenteil, es lägen im Falle ihres Zurechtbestehens Raibler Schichten unmittelbar über den Cassianern. Wenn schon natürlich Fossilien aus dem Dolomit wegen ihrer schlechten Erhaltung und unzulänglichen Bestimmbarkeit beschränkten Wert haben, ist es dabei doch von Interesse, daß Blaschke eine Anzahl davon annähernd mit Formen der Pachycardientuffe identifizieren konnte; es ermöglicht dies die direkte Altersbestimmung eines Teiles des Dolomits — u. zw. sind es die orographisch höchsten Lagen von Rothpletz's „Zwischendolomit“ (s. u.) am Nordrande des Schlernplateaus — als ungefähr gleichaltrig mit den Pachycardientuffen. Es ist hier vielleicht am Platze, daran zu erinnern, daß eine analoge paläontologische Altersbestimmung des Dolomits schon vor langer Zeit einmal für tiefere Horizonte, nämlich den Cislondolomit bei Neumarkt a. d. Etsch gelang, dessen Faunula in einer mit Unrecht wenig berücksichtigten Arbeit von S. Polifka behandelt wurde (Jahrb. d. k. k. Reichsanstalt 1886, S. 595). Einen anderen direkten Beweis für die Gleichaltrigkeit beider Fazies erbrachte Graf Keyserling (1902), der am Monte Coldai bei Alleghe Kohlenflözchen aus den Wengener Schichten in den Schlerndolomit hinein verfolgte.

In Broilis Bearbeitung der Gastropoden aus den Pachycardientuffen ist anderweitig von Interesse die Bezugnahme auf den Zwergcharakter der Cassianer Fauna. Aus dem Vergleiche des Erhaltungszustandes und der allgemeinen Beschaffenheit der Faunen aus den Raibler Schichten am Schlernplateau, den Pachycardientuffen der Seisser Alpe und den Cassianer-(Stuores-)Schichten ergab sich, daß von diesen drei Lokalitäten in St. Cassian die günstigsten Existenz- und Erhaltungsbedingungen geherrscht haben müssen; in Korrelation dazu stehen die absoluten Größenverhältnisse der Individuen: aus St. Cassian ist zugleich auch der höchste Prozentsatz kleiner Formen bekannt, neben denen indes große durchaus nicht fehlen, auch nicht einmal selten zu nennen sind (Broili erinnert im besonderen an *Dicosmos*, *Coelostylinen*, *Cuspidarien*, *Cassianellen* und *Mysidiopteren*);

die Individuen der Pachycardientuffe sind zwar auch meist sehr gut erhalten, verraten aber vielfach bewegtes Wasser, indem sich häufig Spuren der Abrollung zeigen und die beiden Schalen der Bivalven in der Regel getrennt sind; dabei nimmt die Fauna aber auch in den Größenverhältnissen eine mittlere Stellung ein zwischen der von St. Cassian und jener der roten Schlernplateauschichten, in welcher letzteren sowohl die Abrollung und Abnützung am stärksten als auch die Zahl der kleinen Formen am geringsten und das Vorwiegen großer am bedeutendsten ist. Von allen Erklärungsversuchen, welche bisher bezüglich der angeblichen Zwergfauna von St. Cassian gemacht wurden, gebührt dieser Zurückführung auf die Existenz- und Erhaltungsbedingungen zum wenigsten der Vorzug, daß sie am meisten mit konkreten Tatsachen rechnet; es ist mit anderen Worten der Nachweis, daß es sich um eine sekundäre Erscheinung und nicht oder höchstens in dem (mechanischen) Ausmaß um eine primäre biologische Eigenart handelt, als in den ruhigen Buchten, in denen offenbar die Sedimentation der Stuoresschichten stattfand, auch biologisch von vorneherein kleine Formen mit gebrechlicheren Schalen eher fortkommen konnten als in den jedenfalls viel bewegteren Wassern der Schlernplateau- und auch der Pachycardienschichten.

Lieferte die faunistische Erforschung der Pachycardientuffe einen paläontologisch exakten Beweis für die Tatsache des Faziesalternierens, so haben die vielen Untersuchungen am Schlern ein anderes festzuhaltendes Ergebnis gezeitigt, bzw. dessen Richtigkeit bestätigt, die Art und Weise des Fazieswechsels betreffend. Alle Forscher, die nicht offenkundig eine gegnerische Theorie ins Gebirge hinein trugen, u. zw. auch solche, die auch nicht die Mojsisovicsschen Ideen von vornherein teilten — Böhm, Böse, Salomon, Rothpletz, Broili, Koken — stimmen darin überein, daß an der Nordabdachung des Schlern und der Roßzähne die Art des Fazieswechsels zwischen Mergeln und Tuffen einerseits, Dolomit andererseits wirklich in Form einer gegenseitigen Verzahnung der heterotropischen Bildungen zu sehen ist. Nur vertrat Rothpletz (1899) die — im Prinzipie nebensächliche — Modifikation, daß diejenigen Dolomitpartien, welche in Wechsellagerung mit den Tuffen übergeben, noch nicht eigentlicher typischer Schlerndolomit seien, sondern eine gleichalterige Zwischenbildung im horizontalen Sinne („Zwischendolomit“) vorstellten; sie sind ja auch petrographisch etwas verschieden, minder stark dolomitisiert, dabei fossilführend, im Gegensatz zu dem massigeren, dichteren, lichterem und fast fossillosen Schlerndolomit s. str., wie er etwa im Liegenden des Schlernplateaus herrscht; daß aber der „Zwischendolomit“ im Wesentlichen nichts anderes bedeutet als die tuffnahen Partien des echten Schlerndolomits, darüber läßt auch Rothpletz's Darstellung, besonders sein Schema, keinen Zweifel und nur die zweifellos vorhandene N55W Verwerfung entlang dem Nordrande des Schlernplateaus verhindert im speziellen Falle, daß man einen Dolomit seitwärts ununterbrochen in den anderen verfolgen kann, daß also der allmähliche Fortschritt in der Entwicklung der Dolomitfazies dem Beobachter zugänglich wäre. Im übrigen jedoch steht es fest, daß an den Roßzähnen und dem Schlernnordgehänge wirklich der Fall gegeben ist, in dem man die oder wenigstens eine Art und Weise des Fazieswechsels zwischen Mergeln, Tuffen einerseits, dem Dolomit andererseits beobachten kann. Eine zweite solche Stelle, die in Übereinstimmung aller Kenner eine ähnliche stratigraphische Verzahnung der beiden Fazies zeigt, ist das altberühmte Richthofenriff am Settsaß.

Neben dem Fazieswechsel liefert ein weiteres strittiges Moment die lithologische Natur des dolomitischen Alternanten und der sich analog verhaltenden Marmolata-, Latemar- und (in Judikarien) Esinokalke. Was in dieser Richtung an Mojsisovic's und Richthofen's Ansicht namentlich bekämpft wurde, ist die Annahme des koralligen Aufbaues der südtiroler Dolomitstöcke. Und zwar mit Recht, wenn das Schwergewicht dieser Ansicht mit sicherem Bewußtsein wirklich darein gelegt worden ist, daß gerade Korallen am Gesteinsaufbau den Hauptanteil nähmen; denn

alle neueren Untersuchungen (Rothpletz, Salomon, Philipp, Ogilvie Gordon, Häberle, Wilckens) über den Schlerndolomit und den davon nicht zu trennenden Latemar- und Marmolatakalk haben ergeben, daß unter den immerhin zustande gebrachten Fossilien Korallen gar keine besondere Bedeutung haben, wenn schon sie an einzelnen Stellen häufig vorkommen (im „Zwischendolomit“ am Schlern z. B.; Diener, v. Arthaber); was nur beweist, daß sie erhaltungsfähig sind und die Annahme unwahrscheinlich macht, sie wären für andere weite Gebiete, besonders im Innern der Dolomitmassive, vollständig obliteriert worden und spurlos verschwunden. Allein es ist zu berücksichtigen, daß die Anschauung von dem koralligen Aufbau des Schlerndolomits vergleichsweise nach dem damaligen Stand der Kenntnisse erfolgte, wo man auch alle jene verschiedenen organogenen Bildungen der rezenten Meere kurzweg als koralligen betrachtete, von denen wir heute dank der neueren Tiefseeforschung wissen, daß sie vielfach — ganz ähnlich wie eben der südtiroler Dolomit — aus allem mehr zusammengesetzt sind denn aus Korallen; neben planktonischen Foraminiferen, sowie den neuerdings als planktonische Flagellaten beurteilten (Lohmann*) Coccolithophoriden zeigte sich auch am Aufbau rezenter „Korallbildungen“ gerade jene biologische Organismengruppe in hohem Grade beteiligt, die Rothpletz und Salomon für den Dolomit mit Recht die Rolle der Korallen Mojsisovics spielen ließen: benthonische, Kalk absondernde Algen, während die Korallen selbst ihnen gegenüber nur vereinzelt auftreten. Die moderne Tiefseeforschung hat damit unzweifelhaft gelehrt, daß der Name Korallbildung — vom Morphologischen vorderhand abgesehen — überhaupt für das meiste, was bisher so genannt wurde, nicht zu recht besteht. Die Eigenart dieser Bildungen im Gegensatz zu den gewöhnlichen organogenen Sedimenten, d. h. rein passiven Niederschlägen und Ansammlungen von Kadaverresten am Meeresboden, liegt nicht in einer besonderen systematischen Stellung der meist beteiligten Organismen, sondern ganz allgemein darin, daß es organogene Bauten sind, an deren Aufbau sich die zuständige biologische Organismengruppe — in Lagunen eingeschwemmte Globigerinenschwärme u. dgl. würden nicht dazu zählen, sondern fremde Elemente bilden — im Leben aktiv beteiligte. Ein derartiger lithologischer Charakter ist nun aber auch für die südtiroler Kalk- und Dolomitmassive wahrscheinlich; vor allem wegen des Mangels einer deutlichen Schichtung nach dem Muster sedimentärer Ablagerungen, wegen der Gleichförmigkeit der Entwicklung auf vertikale Beträge von mehreren 100 m, wegen der benthonischen Lebensweise der Diploporen und der scharfen Faziesgrenzen, wie sie an einzelnen Lokalitäten (Schlern, Settsaß) sicher erkannt sind, wobei es bei der Gegenannahme, die Massive entsprächen normalen organogenen Sedimenten, unverständlich wäre, warum die betreffenden organischen Reste gerade ausschließlich hier, im Dolomitzbereiche nämlich, sedimentiert und noch nie im angrenzenden Faziesgebiete gefunden wurden. Die Annahme organogener Bauten in diesem allgemeinen Sinne bildete aber wohl auch in lithologischer Hinsicht den prinzipiellen Kern der Richthofenschen und Mojsisovicschen Theorie; daß man gerade von Korallen sprach, war eine Folge der damaligen Meinung über das Vergleichsobjekt, die rezenten, nur sogenannten „Korallbildungen“, deren wahre Natur — zum Teil wenigstens — erst später aufgeklärt wurde: der Vergleich an sich hingegen besteht in lithologischer Hinsicht größtenteils zu Recht.

Der Nachweis, daß Kalkalgen, die wir heute in nicht größeren Tiefen als 200 Faden kennen, einen Hauptprozentsatz des Baumaterials liefern, integriert die Schätzung der Meerestiefe, in der der Dolomit ge-

*) Die Coccolithophoriden. Archiv für Protistenkunde, Bd. I. — Vgl. ferner Voeltzkow, Ueber Coccolithen und Rhabdolithen etc. Abh. Senckenberg. Natf. Ges. 1902.

**) Vgl. Langenbeck, May, Salomon 1908.

bildet wurde. — Die Natur der Evinospongien liegt noch immer im Unklaren (Philipp 1904 und bei Salomon 1908).

Was das Problem der Dolomitisierung betrifft, so steht für die große Masse des Gesteins ihr primärer Charakter wohl fest, im Sinne der älteren Anschauungen von Dölter und Hörnes, wonach die Magnesia, „während oder kurz nach der Ablagerung“ aus dem Meereswasser aufgenommen wurde; die Schalen und Hartteile der Organismen natürlich sind sekundär aufgelöst oder umgewandelt worden. Die chemische Seite der Frage war wieder Gegenstand zahlreicher Laboratoriumsuntersuchungen (Klement, Skeats, Pfaff, Linck; vgl. darüber Referat in den Berichten über die Fortschritte der Geologie, herausgegeben von d. D. Geol. Ges. u. Geol. Ver.), ohne daß die Lösung des Problems unter den in der Natur gegebenen Bedingungen gelungen und den offenbar verschiedenen Umständen, wo, wann und wie Dolomit auftritt, gerecht geworden wäre. Vom geologischen Standpunkt sind von Interesse die Beobachtungen Philipps und Salomons von Dolomitnestern und anderen unregelmäßigen Abgrenzungsverhältnissen (Verzahnung z. B.) zwischen Kalk und Dolomit im Latemar-, bzw. Esinokalk.

Der Bezug auf die lithologische Natur des südtiroler Dolomits leitet uns über zu einem dritten Hauptmoment der Dolomitengeologie, d. i. das morphologische.

Mojsisovics ließ die Dolomitstöcke als Korallriffe — vom Lithologischen wollen wir nunmehr absehen — ungefähr so gewachsen sein, wie sie heute vor uns stehen; die steilen schroffen Wände, mit denen sie über ihre tuffige, mergelige Nachbarschaft aufragen, sollten der ursprünglichen Anlage entsprechen und eine Reihe von ebenso ursprünglichen Begleiterscheinungen sollte sich daran knüpfen. Sein Grundgedanke war, daß das Gebiet keine wesentlichen Störungen erfahren habe.

Was zunächst die Isolierung betrifft, so genügen die wenigen Stellen, an denen wirklich eine Verzahnung von Dolomit- und Mergelfazies vorliegt, zum Nachweise, daß der Schlerndolomit eine einheitliche Platte tatsächlich nicht bildete; denn daß jene Stellen gerade den Außengrenzen der Dolomitfazies überhaupt angehörten, ist bei ihrer geographischen Lage durchaus unwahrscheinlich. Die Isolierung ist nicht in dem Ausmaße ursprünglich, wie es Mojsisovics annahm, in einzelnen Fällen aber immerhin.

Teilen wir im übrigen die Annahme ursprünglicher Lagerung nicht von vornherein, so ist die Aufgabe nicht leicht, zu urteilen, wie im Bereiche der heteropischen Faziesbildungen die Oberfläche des mittel- und obertriadischen Meeresbodens verlief.

Es ist wohl ohneweiters plausibel, daß sie infolge der großen Melaphyreruptionen im allgemeinen uneben und unregelmäßig war; die Unebenheiten aber im einzelnen nachzuweisen, dazu taugt nur die indirekte Methode der Schichtenmächtigkeitsbestimmung.

Aus dem Vergleiche der Schichtfolge zwischen dem Buchensteiner und dem Raiblerhorizont, letzterer annähernd bestimmt durch die obere Grenze der Pachycardientuffe (nimmt man deren Basis als oberes Grenzniveau, dann müssen auch die oberen ungefähr gleichalterigen Schlerndolomitlagen in Abzug gebracht werden), im Norden des Schlern mit den entsprechenden Altersstufen im Schlern selbst, ergibt sich z. B. für die Mächtigkeit der letzteren entschieden ein größerer Betrag, so daß am Beginn der Raibler Zeit, unbekümmert um spätere tektonische Störungen, die Schlerndolomitmasse des Schlern wahrscheinlich eine Erhebung am Meeresgrunde gebildet hat. Das Mächtigkeitsverhältnis der nichtdolomitischen Fazies an dieser einen Lokalität zum Maßstabe auch anderer entfernterer Schlerndolomitmassen zunehmen, die ähnliche Lagerung besitzen, wäre bei der wechselnden Mächtigkeit der Eruptivfazies unstatthaft; aber schon die bedeutende örtliche Verschiedenheit der Dolomitmächtigkeit weist mehrfach auf die Niveauschwankungen des Meeresbodens hin. Andererseits ist die Anhäufung der eruptiven Faziesablagerungen offenbar viel rascher erfolgt — bis-

weilen sogar bis zum Grade von Inselbildungen (Landpflanzenreste der Wengener Schichten) — als die der gleichzeitigen organogenen Bildungen, so daß für die letzteren eine zeitweise Lage in Vertiefungen des Meeresbodens, i. e. zwischen den aufgeschütteten Eruptivmassen und -tuffen wahrscheinlich ist. Die organogene Fazies herrschte demnach zur Zeit des Höhepunktes der Eruptionen in tieferen Niveaus, währte aber gleichmäßig durch längere Zeiträume fort als die eruptive und gewann so ihr gegenüber am Ende des Zeitabschnittes der heteropischen Bildungen eine oberflächliche Ueberhöhung. Den Betrag dieser Ueberhöhung nahm Mojsisovics ebenso bedeutend an als die „Dolomitriffe“ heute über ihre Umgebung aufragen; dies ist nun sicher übertrieben, im Falle des Schlern z. B. beträgt sie höchstens 150 m.

Neben dem Betrag der Ueberhöhung ist das wesentliche der Neigungswinkel, den die Grenzfläche beider Fazies mit der Horizontalen einschließt, d. i. der „Faziesböschung“- oder kurzweg „Fazieswinkel“ im Sinne Salomons; mit ihm wächst auch die Wahrscheinlichkeit einer beträchtlichen Ueberhöhung. Während nun Mojsisovics von steilen Außenböschungen der „Riffe“ sprach und Neigungen bis zu 50° angibt, behaupteten sich bloß solche von im Maximum höchstens 30°, meist aber nur 10 bis 15°; es ist demnach, bisher wenigstens, keineswegs ein Beweis dafür erbracht, daß die heutige Form der Dolomitstöcke das Abbild der ursprünglichen wäre, sondern letztere war, so weit überhaupt die Isolierung ursprünglich ist und die vorhandenen Beobachtungen schließen lassen, im Meistfalle der Erhebung flachhügel- oder kuppenmäßig; sie gleichen daher in der Form nicht den steilwandigen Riffen im Sinne Darwins, schon die Verzahnung beider Fazies spricht dagegen, und der Name „Riff“ ist für sie überhaupt unpassend.

In engen Verband mit den angenommenen morphologischen Verhältnissen stellt Mojsisovics gewisse Struktureigentümlichkeiten. An den Böschungen der „Riffe“ sollte sich der abbröckelnde Schutt nach Art von Schutthalde in Form stark auswärts geneigter „Uebergußschichten“ angesammelt und erhalten haben, stellenweise in die Mergelfazies übergreifend. Das hierfür meist gebrauchte Beispiel des Schlern-Nordgehänges ist vor allem wegen späterer tektonischer Störungen nicht stichhältig; denn darin liegt der Haupteffekt jener Verwerfung (vgl. S. 163), daß ihr entlang die flachliegende Schlernplateau-Masse an den stark N. fallenden „Zwischendolomit“bänken, Mergeln, Tuffen und den gleichsinnig damit geneigten tieferen Triasbildungen (Melaphyr, Buchensteiner Schichten) abstoßt, wonach es sich nicht um einen ursprünglichen Zustand der Uebergußschichtung handelt, sondern um die tektonische Zugehörigkeit zur Seisseralpenmulde als deren Südflügel (Rothpletz 1899). Auch der von Salomon herangezogene Fall des Plattkofels kommt ob eigener tektonischer Verhältnisse nicht näher in Betracht. Hingegen scheint in den Randpartien einzelner anderer Massive wirklich eine ursprüngliche abwärts gerichtete Plattung gegeben, z. B. an der Marmolata (Salomon). Nirgends jedoch zeigen die gedachten Böschungshänge einen brecciösen Gesteinscharakter, wie es Mojsisovics Annahme zur Voraussetzung hätte, sondern die „Uebergußschichten“ sind — soweit nicht Störungen vorliegen — von den Massiven nicht zu trennen, sie gehen allmählich aus den flacheren Lagen in deren Innerem hervor und stimmen petrographisch und strukturell im wesentlichen (von Verschiedenheiten nach Art des „Zwischendolomits“ abgesehen) damit überein; sie stellen die mit flacher Neigung gebankten Randpartien der „Riffe“ vor, mit denen sich deren Oberfläche gegen die Mergel und Tuffe senkt; es fehlt eine scharf ausgeprägte Riffwand und die nur morphologische Tatsache der sogenannten Uebergußschichtung spricht vielmehr gegen die Annahme, die heutigen schroffen Formen seien ursprünglich.

Von den „Riffen“ weiter fortgetragene Rifftrümmer, die durch die Brandung in den Bereich der Tuffe gebracht worden wären, genetisch also mit den Uebergußschichten zusammengehörten, sollten neben anderen später zum Teile als oberflächlicher Gehängeschutt erkannten Blöcken

(Grödnerjoch z. B.), die wirklich in den Tuffen eingebetteten Cipitkalk sein; da diese nun echte Korallbildungen vorstellen, lieferten sie für Mojsisovics in dem gedachten Zusammenhang mit den Dolomitstöcken selbst einen Hauptbeweis für die Korallriffnatur der letzteren. Es ist daher von großem Belang, daß neuere Untersuchungen, besonders seitens Ogilvie Gordon (1894), Rothpletz und Salomon, ergeben haben, daß die Cipitkalk nicht bloß von den Dolomitstöcken losgelöst und rein mechanisch in die heteropische Fazies gelangte „Riffsteine“ sind, sondern, von belanglosen sekundären Umlagerungen abgesehen, autochthon dort wuchsen, wo sie heute liegen. Es geht das aus verschiedenen Umständen hervor; einmal weil sie sich; an den Roßzähnen z. B., in Tufflagen finden, die dort, rascher gebildet als der Dolomit, von diesem längs einer schräg ansteigenden Grenzfläche („aggressive“ Faziesböschung des Dolomits im Sinne Salomons im Gegensatz zur „defensiven“, von den Mergeln und Tuffen zurückgreifenden) übergriffen werden, also älter sind als die höheren Partien des Dolomits, von denen sie als Rifftrümmer herabgebrochen sein könnten; das gedachte Dolomitriff bestand zu der Zeit noch gar nicht, aus der die „Riffsteine“ stammen; ferner weil diese Cipitkalkblöcke bisweilen eine Größe erreichen, für die ein weiter Transport durch die Brandungswelle unwahrscheinlich ist; weil sie sich in oberen Lagen zu kompakten Schichten und Bänken schließen, die unbedingt der Annahme einer rein mechanischen sekundären Ablagerung widersprechen und zweifellos auf ursprüngliche organogene Entstehung an Ort und Stelle hinweisen; endlich weicht eben auch der Korallenreichtum, sowie die ganze petrographische Beschaffenheit der Cipitkalk gänzlich vom Schlerndolomit ab, auf den sie Mojsisovics bezog. Die Cipitkalk haben sich in situ in der Grenzregion der beiden heteropischen Fazies gebildet als wahrhaftige Korallenrasen und können nicht als detritogene Abkömmlinge von Bildungen gedeutet werden, die morphologisch Riffe oder lithologisch Korallenbauten wären. Auch die angeblichen Riffsteine am Grödnerjoch, deren wirkliche Einbettung in den Mergeln Salomon im Gegensatz zu anderen Beobachtern (Diener, Fraas, Rothpletz, Wöhrmann) anzunehmen geneigt ist, können im Falle des Zutreffens dieser Ansicht nicht Blöcke im Sinne Mojsisovics sein, da sie im gleichen Niveau wie nebenan die massive Kalkbank liegen, zu der sie petrographisch stimmen, während das Hangende der letzteren typischer Schlerndolomit ist. Die Blöcke sind keinesfalls als solche von einem überragenden Dolomitriff abgebrochen, sondern autochthone organogene Bildungen gleichen Alters wie die Kalkbank; im Sinne Salomons etwa Organismenkolonien, welche von da in die heteropische Fazies vordrangen.

Indirekt liefert der Vergleich mit dem Mendoladolomit einen sehr instruktiven Hinweis auf die allgemeine morphologische Natur des Schlerndolomits, wie auch Salomon wiederholt (1895, 1908) betonte. Beide Gesteine stimmen petrographisch und biologisch in allem wesentlichen überein, haben im großen Ganzen dasselbe Verbreitungsgebiet und sind ihrem morphologischen Auftreten nach so grundverschieden: Der Mendoladolomit eine weithin flach ausgebreitete Platte mit höchstens ganz geringen Anschwellungen und Verdünnungen — der Schlerndolomit, vielfach zwar nur infolge der Denudation und Verwitterung, teilweise aber doch auch ursprünglich in einzelne Massive gesondert. Nicht in einer aktiven Verschiedenheit seitens des Schlerndolomits, etwa ganz selbständigem unabhängigen Riffwachstum, kann der Gegensatz begründet sein — warum wäre dann der analog zusammengesetzte Mendoladolomit um so viel anders geformt? — sondern lediglich das Eintreten vulkanischer Prozesse und ihrer Folgeerscheinungen in der mittleren Triaszeit war es, wodurch die organogenen Bildungen passiv in andere Ablagerungsformen gezwungen wurden; früher, vor den Eruptionen, konnten sich die Diploporen und ihre — größtenteils gewiß mikroskopisch kleinen, planktonischen — Gesellschafter (Foraminiferen, planktonische Kalkalgen nach Art der dafür angesehenen Coccolithophoriden) ungestört über ein weites Gebiet flach ausbreiten, nun aber wurden ihre Lebensbezirke auf

die Regionen zwischen den vulkanischen Aufschüttungen beschränkt und sie mußten mehr in die Höhe bauen.

Auch das Verhalten der hangenden im großen ganzen doch einheitlichen flachen Decke der Raibler Schichten und des Dachsteindolomits ist bezeichnend für die ursprünglichen morphologischen Verhältnisse des Schlerndolomits; letzterer kann nicht bis zu sehr bedeutender Höhe ganz frei aufragende steile „Riffe“ gebildet haben, sondern höchstens leichte Erhebungen, während er im übrigen mit der alternierenden vulkanischen Fazies zusammen ein auf große Erstreckung hin doch annähernd einheitliches Oberriveau geliefert haben muß.

Die Prüfung der morphologischen und lithologischen Natur des Schlerndolomits ergibt mit Sicherheit, daß derselbe weder koralligen ist noch in Formen abgesetzt wurde, wie man sich „Riffe“ vorzustellen pflegt. Die Mojsisovicssche Theorie in ihrem vollen Umfange wurde denn auch in neuerer Zeit, von nur oberflächlichen Anerkennungen (Volz 1896) abgesehen, nicht mehr aufrecht erhalten; v. Arthaber faßt sie in die Modifikation, daß der Fazieswinkel 20° in der Regel nicht übersteige, daß die Uebergangsschichtung eine Verwitterungserscheinung sei und Mojsisovic's Unterscheidung von Lagunenbildungen (geschichtet) und Wallriffen (ungeschichtet) nicht zurecht bestehe. Will man die Namen Riffazies, Riffkalk und -dolomit heute noch beibehalten, so muß man jedenfalls eine korrigierte Vorstellung damit verbinden, die durch andere zum Teile neu eingeführte Termini, „katharisch“ (Salomon, im Gegensatz zur „symmetrischen“, d. h. mit terrigenem Material vermischten Fazies) oder „benthogen“ (Cayeux*)-Philippi) unmittelbar zum Ausdrucke gebracht werden kann. Soweit dem praktischen Bedürfnisse nicht einfach die Nennung des Gesteins genügt, dürfte das genetische und petrographische Moment wohl am besten in dem Gegensatze organo(benthogene und vulkanische Fazies getroffen sein, wie sich das im Prinzip schon L. v. Buch zurecht gelegt hatte.

Die kausale Verquickung des Faziellen, Lithologischen und Morphologischen bildet das Charakteristische der Mojsisovicsschen Theorie. Jeden Beweis für den Fazieswechsel, um mit Salomon zu sprechen, nahm Mojsisovic in der Folge auch als solchen für die Korallriffnatur und umgekehrt. Darin liegt die Stärke, aber noch mehr die Schwäche der Theorie; sie wirkt, zumal in der geistreichen Darstellung, packend durch die Einheitlichkeit der konstruierten Zusammenhänge, besonders für denjenigen, der die bunten Erscheinungen der Natur nach einem möglichst einfachen Schema erklärt haben will, die Theorie ist auch zweifellos für alle Zeiten ungemein wertvoll wegen der zahlreichen Tatsachen, mit denen uns ihre Begründung bekannt machte, sie hält aber nicht stand, sobald man die einzelnen Gesichtspunkte an der Hand neuerer Forschungen einer genaueren Prüfung unterzieht. Es zeigt sich dann, daß einerseits die Deutung der faziellen, lithologischen und morphologischen Verhältnisse gegenüber Mojsisovic vielfach modifiziert werden muß, andererseits, daß diese drei Momente allein überhaupt nicht ausreichen, um den Bau und das Bild der Dolomiten zu erklären. Niemand wird daraus den Begründern der Theorie einen Vorwurf machen wollen; sie ist die Wiedergabe der Auffassung einer Zeit, in der man erst anfang, universelle Dolomitengeologie zu betreiben, und in der für den Vergleich mit rezenten Erscheinungen noch nicht die nötigen Grundlagen gegeben waren; rücksichtlich dessen ist das Werk Richtofens und Mojsisovic von einer geradezu großartigen Umfassenheit und Vollständigkeit.

Ein leitender Gedanke Mojsisovic's war, wie schon betont, daß in den Dolomiten außer ein paar großen durchziehenden und verschiedenen geringfügigen Brüchen, sowie lokalen Faltungen alles annähernd norma

*) Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires Mém. d. l. Soc. géol. du Nord, 1897, Bd. IV, S. 470.

liege, d. h. seine ursprüngliche primäre Lagerung bewahrt habe. Schon der Erosion wies er eine relativ geringe Rolle zu. Eine Tektonik der Dolomiten aber kannte Mojsisovics gewissermaßen nicht; das tektonische Moment im Bau und Bild der Dolomiten ist es denn auch, das im Prinzip erst eigentlich durch die neuere Forschung bekannt wurde. Und zwar gebührt das Verdienst Mrs. M. Ogilvie Gordon, dasselbe zuerst wirksam hervorgekehrt zu haben (1893; ältere tektonische Annahmen z. B. von E. Haug 1886 sind ohne Nachdruck geblieben, einige Beobachtungen teilte E. Fraas 1892 mit); ihr folgten bald Rothpletz (1894) und Salomon (1895) und seither hat man sich daran gewöhnt, von einer Tektonik der Dolomiten zu sprechen. Ogilvie Gordon blieb die Hauptvertreterin; sie dehnte ihre erstmaligen Untersuchungen in einer Reihe späterer Arbeiten (1894 bis 1906) auf weitere Gebiete aus und faßte in jüngster Zeit (1910) die früheren Beobachtungen und Annahmen, zum Teile etwas modifiziert, mit neuen zusammen zu einer universellen tektonischen Darstellung der Dolomiten, in der auch das meiste enthalten ist, was von Anderen in positivem Sinne zur Dolomitentektonik geäußert wurde; nicht inbegriffen sind die höchst merkwürdigen „Gipfelfaltungen“ (E. Sueß), denen nach L. Kobers Ausführungen die posttriadischen Reste im Fanes-Tofanagebiet ihre Erhaltung verdanken; im übrigen kann sich daher der tektonische Teil des Referates auf Ogilvie Gordons Arbeit beschränken.

Man muß dabei zweierlei auseinanderhalten; einmal, was Beobachtungen sind, zweitens Kombinationen und Verallgemeinerungen. Den reellen Kern der Arbeit bilden Untersuchungen in der Langkofelgruppe und, im genaueren erst nachträglich (1910) geäußert, neue Befunde auf dem Sellaplateau. Greifen wir zunächst die wichtigsten Beobachtungen heraus. Am NW-Fuß des Langkofels fällt schon nach der alten Mojsisovicschen Karte hoch über den Wengener Tuffen der Christinaer Weiden ein abermaliges Auftreten tieferer Triasschichten auf, die hier an der Basis der gewaltigen Schlerndolomitwände ausstreichen; es sind sichere Werfner Schichten, u. zw. tiefere Schiefer und Kalkbänke mit *Pseudomonotis Clarai* und höhere Horizonte, rötliche Mergel und Oolithe, mit *Naticella costata*, zusammen in einer Mächtigkeit von maximal 40 m. Ueber den Werfner folgt eine Lage Mendoladolomit und, als unmittelbare Unterlage des Schlerndolomits, Buchensteiner Schichten. Die Ueberhöhung dieser älteren triadischen Schichten gegenüber den — mit einer Unterbrechung der Aufschlüsse — weiter nördlich anschließenden N fallenden Wengener Tuffen ist so bedeutend, daß sie nicht ohne weiteres in deren Liegendes gestellt werden können. Verfolgt man ihren Ausstrich ostwärts an den Nordfuß des Langkofels, so erscheint im Liegenden der — hier viel weniger mächtigen — Werfner Schichten in offenbar mechanischem Kontakt abermals Dolomit, u. zw. vermutlich Mendoladolomit. Wir haben eine Ueberschiebungsfläche im Liegenden des Langkofels vor uns; weiter östlich zieht ferner eine solche durch den Nordabhang des Pitz Sella und äußert sich dort in flach südfallender Aneinanderlagerung der Cassianer Schichten des nördlichen Vorlandes und der Mendoladolomit-Buchensteiner Horizonte der Langkofelbasis. Eine zweite Ueberschiebungsfläche am Fuße des Langkofels ist für Ogilvie Gordon in wenig höherem Niveau gegeben, wo der Kontakt zwischen dem Schlerndolomit (unter dem weiter östlich konkordant Cassianer Schichten, mit ihm in eine Flexur verbogen, zum Vorschein kommen) und den Buchensteiner Schichten nach der mechanischen Beeinflussung der Gesteine für rein tektonisch angesehen wird; mangels Unregelmäßigkeiten in der Schichtenfolge ist der Nachweis dieser Ueberschiebungsfläche ebenso wie die Angabe einer zweiten höheren am Pitz Sella (zwischen Wengener- und Muschelkalksystem) weniger überzeugend; indes schon die eine tiefere Ueberschiebungsfläche genügt, um die gestörte Lagerung zu zeigen.

Eine andere wichtige Beobachtung betrifft den Westrand der Langkofelgruppe, wo sich das mächtige Dolomitmassiv mit der Abdachung des Plattkofels relativ sanft gegen das Tuffgebiet der Seisser Alpe senkt — seit

jeder ein kritischer Punkt für die Dolomitengeologie. Hier ergibt die Untersuchung Ogilvie Gordons — ein Profil vom „Hohen Eck“ läßt darüber keinen Zweifel —, daß die Westgrenze des Schlerndolomits gegenüber der Tuffazies wirklich durch einen Einbruch des ersteren bedingt wird, wie dies schon Rothpletz (1894) betonte; der Plattkofel ist nicht als Ganzes, sondern einseitig in die Tiefe gebrochen und seine schiefe Ebene also wirklich mit einem schief gestellten Schlernplateau zu vergleichen. Das Plattkofelkar hat dabei vielleicht seine tektonische Anlage erhalten. Am Südfuß des Plattkofels kehrt eine ähnliche flexurartige Verbiegung der tieferen Dolomitlagen und der unter ihnen befindlichen Cassianer Schichten wieder wie im NW des Langkofels; jene sichere Ueberschiebungsfäche aber, die wir dort kennen gelernt haben, ist an der ganzen Südseite der Langkofelgruppe nicht zu sehen, wie hier überhaupt ältere Triashorizonte im unmittelbaren Liegenden des Dolomits nicht zum Vorschein kommen. Ogilvie Gordon nimmt hier daher ein Einsinken der Langkofelscholle an und läßt in den Profilen den Schlerndolomit und die Cassianer Schichten derselben längs einer Verwerfung, deren Nachweis aber nicht der ihr zugemuteten Bedeutung entspricht, an den südlich anlagernden Wengener Schichten abschneiden; die Unsicherheit dieser Schlüsse wird erhöht durch die nicht ganz übereinstimmende Darstellung der einschlägigen Verhältnisse in verschiedenen Profilen für ungefähr dieselbe Lokalität (vgl. auch 1903), woraus man nicht die wünschenswerte Klarheit erlangt. Ein sehr bemerkenswertes Ergebnis ist hingegen die ursprüngliche Unterlagerung von Cassianer Schichten — u. zw. sind es im Süden noch dazu die „Upper Cassian strata“ (entsprechend den Pachycardientuffen), während für die Horizonte im NO der paläontologische Nachweis zu fehlen scheint — unter dem Schlerndolomit, wie sich das besonders instruktiv am Südfuß der noch von Raibler Schichten bedeckten Grohmannspitze zeigt. Dabei ist vom faziellen Standpunkt aus sehr interessant — was Ogilvie Gordon nicht besonders erwähnt —, wie die Mächtigkeit des Dolomits, die im Norden an die 1000 m beträgt, gegen Süden hin rasch abnimmt, um dort, an der Grohmannspitze z. B., nur mehr rund 500 m zu betragen; im umgekehrten Verhältnis schwillt die Mächtigkeit der Cassianer Schichten von Norden nach Süden hin an, wo sie in der großen Quellrunse des Pozzalebaches am höchsten, bis fast unmittelbar unter den Dolomittfels hinan, aufgeschlossen ist. Die beiden Fazies grenzen also unter einem Böschungswinkel von ca. 20° aneinander und der Langkofeldolomit ist zu seiner oberen Hälfte jünger als die Upper Cassian strata, er reicht wahrscheinlich noch beträchtlich in die Raibler Zeit hinein, wenn schon der genaue Horizont der Raibler Schichten auf Langkofel- und Grohmannspitze nicht näher bekannt ist.

Die Darstellung des südlichen Fußgeländes, der Pozzale-Rodella-Region, ist im wesentlichen aus der Arbeit vom Jahre 1903 übernommen, wobei der Nachweis zweier flach nordgeneigter Ueberschiebungsfächen, die ältere Schichtglieder über jüngere bringen, aufs neue mit Sicherheit die starke tektonische Störung des Gebietes demonstriert; einige Widersprüche zwischen den Angaben von 1903 und 1910 sind insoweit ohne Belang. Entsprechende Ueberschiebungen glaubt Ogilvie Gordon nun auch im nördlichen Vorland der Langkofelgruppe, besonders in den Einschnitten der südlichen Seitentäler bei St. Christina in Gröden, aufgefunden zu haben; in zwei benachbarten Niveaus treten hier an mehreren Stellen im Bereiche des Augitporphyrits Unregelmäßigkeiten auf, bestehend in Bildungen mechanischer Gesteinsalteration, crush-zones, dünnen Einschaltungen von Buchensteinerartigen Zwischenlagen in der Eruptivdecke, Fältelungen u. dgl., was als Anzeichen beträchtlicher, zum Teil einer Hauptüberschiebung angehöriger Umlagerungen gedeutet wird. Die tatsächlichen Anhaltspunkte erscheinen gering und insbesondere angesichts der eruptiven Natur des Gesteins, das in diesem weiten Gebiete die Hauptrolle spielt, nicht zwingend. Die Schichtfolge steigt im großen Ganzen doch, von Verwerfungen abgesehen, ziemlich regelmäßig aus der Tiefe des Grödnertales bis zu den Höhen der

Christinaer Weiden an und für große tektonische Annahmen in dieser Region sind noch nicht die entsprechenden Belege erbracht.

Fügen wir noch die neuen Befunde auf der Sella hinzu, welche ergeben haben, daß mit der hangenden Dachsteindolomitscholle des Boegipfels auch noch eine Portion Raibler Schichten den liegenden Jura- und Neokalken aufgeschoben ist, also eine Ueberschiebung von sehr beträchtlichem Vertikalausmaß, mit sekundärer Faltung (Furlani 1910) im Gefolge, vorliegt, dann haben wir aus dem reichen Beobachtungsschatze die wesentlichsten Daten herausgegriffen.

Es liegt nun nahe und entspricht dem modernen Streben nach Großzügigkeit, nach dem Zusammenhange der Erscheinungen zu fragen; nur ist zu bedenken, daß sich die Kenntnisse von den tektonischen Verhältnissen der Dolomiten heute erst in einem Anfangsstadium befinden. — Ogilvie Gordon übernimmt einen Deutungsversuch:

1. Die Dachsteindolomitscholle der Boespitze mit den zugehörigen Raibler Schichten stellt im Gebiete der westlichen Dolomiten eine oberste Ueberschiebung vor. Ein ähnliches Verhalten bestehe weiter im Osten, am Lagazuoi; die Raibler Schichten, welche dort überschobene Lagerung zu besitzen scheinen, entsprechen dem normalen Liegenden der großen Ampezzaner Dachsteindolomitplatte. Aus der Kombinierung dieser Umstände folge, daß die Deckscholle der Boè als westlichster Rest einer großen höchsten, allgemein für die Dolomiten geltenden, nur heute hauptsächlich auf den Osten beschränkten Schubdecke, der „A m p e z z o T h r u s t M a s s“ angehört.

2. Die Deckscholle der Boè liegt anderseits auf einer Masse, die mit jener des Langkofels augenscheinlich korrespondiert, vorwiegend aus dolomitischer Fazies, besonders Schlierndolomit, besteht; für die Langkofelmasse ist überschobene Lagerung erwiesen; Langkofel und Sella und mit ihnen Schlern, Gardenazza, Lagazuoi und Dürrenstein stellen eine zweithöchste Schubdecke, die „D o l o m i t e“ oder „L a n g k o f e l T h r u s t M a s s“ vor.

3. Die Unterlage des Langkofels zeigt im Süden (Pozzale-Rodella) und, wie angenommen, auch im Norden (Seitentäler bei St. Christina) überschobene Lagerung. Aehnliche Verhältnisse herrschten im südlichen Oberfassa (Bufaure) und am Westrand der Seisseralpe; die, vorwiegend, aber nicht ausschließlich, aus ladinischer Tuffazies bestehende Unterlage der Dolomitmassive, liefere eine namentlich im höheren Gröden und Fassa, dann auch im oberen Gader- und Cordevoetal verbreitete, im Liegenden der Langkofeldecke befindliche „U p p e r G r ö d e n T h r u s t M a s s“.

4. Deren Unterlage bildet der Muschelkalk, dann die skythischen und permischen Schichten, schließlich die Quarzporphyrplatte, während sie weiter im Süden außerdem aus dem Marmolata- und Latemarkalk (daher „C a l c a r e o u s f a c i e s“) und dem Dolomite des Rosengarten bestünde. Diese Serie kommt in den tieferen Lagen des Grödnertales, im Rosengarten- und besonders im Marmolatagebiete hervor und sei selbst unter Bildung einer „B a s a l B r e c c i a“ den kristallinen Schiefen der Zentralalpen aufgeschoben — „M a r m o l a t a T h r u s t M a s s“.

Die Schubrichtung gehe von Ost nach West; die heutige gegenseitige Lage der einzelnen Schubmassen sei die Folge kombinierter Spannungsprozesse in SN- und OW-Richtung mit ausgelösten Interferenzbewegungen (Torsionen) und Brüchen. —

Dies die Synthese Ogilvie Gordons. Beim ersten Ueberblick des Schemas fällt die weitgehende Uebereinstimmung der angenommenen tektonischen Aufeinanderfolge mit der stratigraphischen Altersfolge auf. Wiewohl die Ueberschiebungen in großem Umfange gedacht sind, brächten sie im großen Ganzen doch keine allgemeine Störung des normalen stratigraphischen Aufbaues im bisherigen Sinne mit sich. Auch nicht in eine Erklärung der engen Verknüpfung gleichalteriger Fazies erscheint der Wert gelegt. Mangels solcher augenfälligster Anzeichen für das Vorhandensein allgemeiner Ueberschiebungen muß die genauere Prüfung um so mehr nach etwaigen anderen Argumenten fragen, die zur Tragweite der Annahmen im Verhältnisse stehen.

Da lassen nun die Kenntnisse aus. Als erwiesen können lediglich gelten die Ueberschiebungen im Liegenden des Langkofel, jene an der Boè und vielleicht noch einige andere weit verstreute Vorkommnisse (nördlich des Dürrenstein z. B.), für die übrigen Gebiete und Schubdecken aber — auch vom „Grünen Fleck“ an der Sella ist noch immer nicht genügend klaggestellt, ob Faziesverzahnung oder tektonischer Verband — sowie für die konstruierten Zusammenhänge fehlen durchaus entsprechende Anhaltspunkte. Besonders befremden muß die gänzlich unbegründete Annahme überschobener Lagerung für den untersten Schichtkomplex und den Porphy, die von nichts weiter ausgeht, als einer rein willkürlichen Umdeutung des guten alten „Verrukano“-Konglomerats in eine tektonische „Basal Breccia“; diese Hypothese konnte nur aufgestellt werden in Nichtachtung der Literatur (vgl. F. v. Wolff), wie überhaupt die ganze Schubmassentheorie Ogilvie Gordons in zu weitgehender Unabhängigkeit von den Forschungen anderer erstanden ist. Nicht nur, daß vieles ungenügend begründet erscheint, manches widerspricht sonstigen Beobachtungen, ohne daß dieselben widerlegt würden. Das wenige, was wir bisher wissen — ein paar Ueberschiebungen auf kleinem Raume an zerstreuten Punkten — läßt jedenfalls noch sehr verschiedene Deutungen zu. Es ist ja nicht auszuschließen, daß es vielleicht in Zukunft einmal möglich sein wird, einen Aufbau der Dolomiten aus tektonischen Gliedern zu erkennen, aber vorderhand fehlen für derlei Annahmen die entsprechenden Beweise. Und sollten es dann auch wirklich einheitliche Schubdecken sein, so wird die Erklärung dies einfach als Tatsache zu nehmen haben, so lange es aber nur vage Vermutungen ohne sichere Anzeichen sind, fällt die schwer zu beantwortende Frage sehr ins Gewicht: woher in den Dolomiten große Fernüberschiebungen, in welcher Richtung immer, beziehen?

Ähnliche tektonische Erscheinungen wie die erwähnten Vorkommnisse sind aus den östlichen Südalpen bekannt und die Erklärungsmöglichkeit, an die man dort denkt, kommt auch für die Dolomiten in Betracht. Auch diese sind ein Gebiet, das schon in der Unterkreidezeit vom Meere frei geworden war — Inselbildungen zeigen sich bereits im Oberjura — wo also lange vor Eintritt der tertiären Krustenbewegungen die Erosion am Werke war und bis dahin bereits eine weitgehende Aufteilung und Zergliederung des Landes bewirkt haben konnte, so daß es dann, namentlich eben für die höheren starren Dolomitmassen zu „Erosionsüberschiebungen“ kommen konnte, während die tieferen, zugleich weicheren Schichten gefaltet und gefaltet wurden. Eines anderen möglichen Einflusses der Erosion auf die Tektonik gedachte schon Diener (1900.)

Ein auch nur einigermaßen abschließendes Urteil über die Dolomiten-tektonik läßt sich heute gewiß noch nicht geben. So viel aber haben schon die bisherigen Forschungen gezeigt, daß hier keineswegs allenthalben normale Lagerung herrscht. Künftige Untersuchungen werden sich der Lösung gerade tektonischer Probleme zuzuwenden haben, nachdem in den verschiedenen anderen Richtungen schon manch positive Ergebnisse zu verzeichnen sind.

Auch in Zukunft aber wird es sicher verfehlt sein, wozu Ogilvie Gordon neigt, mit tektonischen Vorgängen alle Erscheinungen der Dolomiten erklären zu wollen. Das hieße im Prinzip denselben Fehler begehen wie Mojsisovics, nämlich alles auf einseitige Motive zurückführen zu wollen; denn worin anders lag der Irrtum Mojsisovics, als daß er im einzelnen zu Recht bestehende Beobachtungen über Gebüth verallgemeinerte und sie als allein maßgebend betrachtete, während er andere Erscheinungen, die anderes zeigten, in ihrer Bedeutung unterschätzte und vernachlässigte; er selbst hat schon die Störungen am Fuße des Langkofel gesehen und kartiert, er berücksichtigte sie aber in seiner Deutung nicht und schaltete das tektonische Moment aus derselben nahezu aus. Die verschiedensten Erscheinungen schließen sich in der Natur zu einem einheitlichen Ganzen und dementsprechend müssen auch alle in der wissenschaftlichen Synthese ihren Platz finden.

Heritsch, Dr. Fr., Zur Kenntnis der obersteirischen Grauwackenzone. Zentrabl. f. Min., Geol. u. Paläont. etc. Stuttgart 1910. Nr. 21.

Derselbe, Zur Kenntnis der Tektonik der Grauwackenzone im Mürztal (Obersteiermark). Dasselbe 1911. Nr. 3, Nr. 4.

Als Fortsetzung jener Untersuchungen über die Stratigraphie, besonders aber der Tektonik der nördlichen Grauwackenzone in der Gegend des Liesing-Paltentales, welche in den Sitzungsberichten der kais. Akademie erschienen sind, sind obige drei Vorberichte aufzufassen, die sich im gleichen Sinne mit der östlichen Fortsetzung der Grauwackenzone beschäftigen.

Der erste Bericht knüpft an das Profil Bösenstein—Triebenstein an, dessen Deutung nunmehr eine ziemlich einschneidende Aenderung erfährt. Ursprünglich unterschied Heritsch eine untere Decke mit kristallinem Grundgebirge (Bösenstein) und terrestrem Oberkarbon und eine obere mit dem Produktuskalk des Triebenstein (mariner Unterkarbon), den er mit den altpaläozoischen Gesteinen des Zeiritzkompl etc. (Silur—Devon) zu einer tektonischen Einheit verband. Das Unterkarbon des Triebenstein wird nunmehr als ein tektonisch tieferes Glied erkannt und von der höheren Grauwackendecke getrennt. Sein Verhältnis zu den beiden Hauptdecken bleibt vorläufig ungeklärt.

Zwischen der Silur-Devonserie und dem Oberkarbon im Hangenden des Triebenstein schieben sich Serizitschiefer, Quarzite und Porphyroide ein, deren Altersbestimmung großen Schwierigkeiten begegnet. Es wird die Vermutung ausgesprochen, daß diese Schichtgruppe ein tektonisch selbständiges Glied darstelle, das mit dem darunter liegenden Oberkarbon in keiner stratigraphischen Verwandtschaftsbeziehung stünde.

Ein ganz analog zusammengesetztes Schichtpaket stellt sich aber auch im Hangenden des „erzführenden Kalkes“ ein, welchem gleichfalls aus nicht näher angeführten Gründen tektonische Selbständigkeit zugesprochen wird.

An diese höhere, durch Porphyroide gekennzeichnete Schuppe des oberen Johnsbachtales und der Radmer tritt nun die Trias heran, deren Zugehörigkeit zur Dachsteinentwicklung betont wird. Der Mangel einer tiefer liegenden Hallstätter D. legt die Annahme einer weiteren tektonischen Kluft nahe.

Das neuerliche Auftreten von Schollen erzführenden Kalkes bei dem Orte Radmer im Hangenden der Porphyrschiefer läßt diese Auffassung als recht plausibel erscheinen.

Ein zweites Profil wird aus der Gegend von St. Michael nach N entworfen. Ueber dem Gneis der Sekkauer Alpen folgen hier gleichfalls Schiefer mit oberkarbonen Pflanzenresten, auch Porphyroide fehlen nicht. Dieses Schichtpaket wird von den Silur-Devonkalken des Reiting überschoben, was durch den Ascherschen Fund von Werfener Schiefen an der Basis des Reiting überzeugend dargetan wurde. Mit der überschobenen Masse des Reiting stehen die Kalkstöcke des Vordernberg-Reichenstein, des Lins und Wildfeldes im Zusammenhang. Der Aufbau dieser Kalkplatte ist keineswegs ein einfacher, sondern es lassen sich infolge des Auftretens von Porphyr- und Werfener (?) Fetzen klar Unterteilungen erkennen, welche genauer beschrieben werden.

Der in der Gegend des Rössel (Reichenstein N) anscheinend untertauchende erzführende Kalk wird von Gesteinen des Blassenecktypus überlagert, welche nach W zu allmählich auskeilen, nach O zu aber über den Präbichl weiterziehen und den erzführenden Kalk des Polster unterlagern.

Der Kalkzug: Polster—Erzberg—Donnersalpe wird mit den obersten erzführenden Kalkkeilen bei Radmer parallelisiert. (Hiedurch verlieren wohl die von Heritsch aus der Eisenerzer Grauwacke als Zufuhrkanäle der Erzlösung beschriebenen Gängchen an Beweiskraft für die Epigenese des Erzbergs? !)

Die Frage nach der tektonischen Stellung des Produktuskalkes des Triebenstein ist jetzt natürlich noch verwickelter geworden. Er steht in der Auffassung Heritsch' derart isoliert da, daß es fraglich wird, ob an der Uberschiebung des Triebenstein überhaupt festgehalten werden soll. Der

sichere *Productus giganteus*-Fund würde natürlich nur eine einzige Umdeutung zulassen in dem Sinne, Ober- und Unterkarbon als eine inverse Serie aufzufassen. Ob es sich aber dann empfiehlt, das autochthone Verhältnis des Pflanzenkarbons zum Kristallinum des Bösenstein aufrecht zu erhalten, möchte ich dahingestellt sein lassen. Jedenfalls wäre es sehr interessant, über den sogenannten „Weißstein“ oder „Platt Quarzit“, der dem Kristallinen unmittelbar aufliegt, etwas Näheres zu erfahren.

Auch auf eine eingehendere Begründung der tektonischen Selbständigkeit jener Schichtserien, welche durch Porphyroide gekennzeichnet sind, kann man gespannt sein.

Die zwei nächsten Berichte beschäftigen sich mit der tektonischen Gliederung der Grauwackenzone im Mürztal und der Mürztaler Gneismasse.

An der Hand einiger wichtiger Profilierungen wird eine tektonische Uebersicht gegeben. Unter dem erzführenden Kalk von Neuberg und der Hohen Veitsch folgt übereinstimmend die Schichtserie der Porphyroide, darunter Karbon mit Magnesiten, das auf dem Gneis der Veitscher Umgebung aufruht. Noch tiefer treffen wir das zentralalpine Mesozoikum, in dem eine eigene Decke vermutet wird, später Gneisgranit. Unter diesem passieren wir kristalline Schiefer, dann Quarzit, Dolomit, Plattenkalk und Juramarmor, Schichtglieder, die zusammen einen inversen Schenkel zu repräsentieren scheinen. Der Jura liegt am Gaisstein bei Mürzzuschlag auf Quarzit, der bereits mit kristallinen Schiefer der Wechselentwicklung in Verbindung gedacht wird.

Wie bei Mürzzuschlag so trifft man auch bei Krieglach die mesozoischen Gesteine steil stehend, teilweise sogar überkippt (d. h. nach S ein fallend), augenscheinlich eine Stirn bildend. Eine tektonische Kluft trennt diese Serie von den kristallinen Schiefer der Pretulalpe (Wechselentwicklung), die sich allmählich flacher legen und später aus dem nördlichen Fallen in ein südöstliches Umspringen. In der Region des Teufelstein fallen diese kristallinen Schiefer unter Gesteine vom Semmeringtypus, Kalke und Quarzite, ein, auf welchen neuerdings Gneis und endlich das Grazer Paläozoikum folgt. Das Fischbacher Mesozoikum läßt sich in einzelnen zerstreuten Schuppen durch das Stanzertal nach Kindberg im Mürztal verfolgen, so daß ein recht guter Zusammenhang mit dem Kalkzug Krieglach—Mürzzuschlag erkennbar wird.

Hiedurch wird die Mürztaler Gneismasse zweigeteilt, in eine untere Decke mit kristallinen Schiefer der „Wechselentwicklung“ (Pretulalpe und südwestliche Ausläufer) und in eine obere Gneisdecke des Rennfeldes, welche beide durch ein permomesozoisches Band auseinandergehalten werden.

Nachdrücklich betont Heritsch die Schwierigkeiten, die sich einstellen, wenn wir nunmehr unsere Profilierung fortsetzen und ins Grazer Paläozoikum eintreten. Im N des Rennfeldes Oberkarbon, im S nach Heritsch' Auffassung keines. Das Grazer Paläozoikum erscheint zweifellos aufgeschoben, der Kontakt mit seiner kristallinen Unterlage ist kein normaler.

Im N des Rennfeldes erscheint zweimal Karbon, durch die Gneismasse des Kletschachkogel getrennt, das nördliche ohne westliche, das südliche ohne östliche Fortsetzung. Das Auftreten dieser zwei freien Karbonenden ist keiner befriedigenden Lösung zugeführt worden. Auch die Auffassung der Einöder Kalke als ein wenigstens tektonisch dem Karbon zurechenbares Glied hätte eine nähere Begründung verdient. Wie denn überhaupt die allzu skizzenhafte Form des letzten Berichtes etwas zu sehr in die Augen fällt.

Ich möchte nur darauf hinweisen, daß die Pretuler und Teufelsteiner kristallinen Schiefer mit der Wechselentwicklung gar nichts — weder tektonisch noch petrographisch — zu tun haben. Die Wechselschiefer und -gneise sinken auf der Linie Steinhaus—Fröschnitzgraben—Pfaff—Rettenegg—Waldbach an der Lafnitz endgültig unter, um nirgends mehr aufzutauchen. Daß durch diese Erkenntnis die Parallelisierung der Semmering-Kerndecken

mit den Mürztaler, wie sie Heritsch versucht, etwas irritiert wird, ist einleuchtend. Es wird auch Beachtung verdienen, daß es näher liegt, den kristallinen Zug Troiseck—Veitsch (nach Heritsch die normale Unterlage des Karbons) in der Schiefermasse des Drahtkogel zu suchen, welche vom hangenden Karbon deutlich durch ein permo-mesozoisches Band getrennt wird.

H. Mohr.

J. Nowak. Ueber den Bau der Kalkalpen in Salzburg und im Salzkammergut. Anzeiger der Akad. d. Wissenschaften in Krakau 1911.

Diese Arbeit erscheint als eine Revision des von E. Haug im Jahre 1906 (Bull. Soc. Géol. de France IV/VI, p. 359) durchgeführten Versuches, den Bau des etwa zwischen Traunstein in Bayern und Gmunden gelegenen Abschnittes der Kalk- und Flyschzone mit Hilfe der Deckentheorie zu erklären.

In der Flyschzone unterscheidet der Verfasser zwei tektonische Elemente, die helvetische Serie und die eigentliche Flyschzone, eine Gliederung, auf welche bereits Prof. V. Uhlig aufmerksam machte. (Mitt. der Geol. Gesellschaft in Wien, II, H. 4, S. 472—473.)

Die helvetische Serie hestehet aus den von Böhm und Reis beschriebenen Kreide- und Eozänschichten der Gegend von Kressenberg. Von unten nach oben treten hier auf: Oberkreide: Nierentaler, Pattenuer, Gerhardsreuter, Hachauer Schichten; Eozän: Kressenberger Schichten, Adolholzener Schichten, Stochletten mit Granitmarmor. Diese Zone ist in eine Anzahl von Schuppen zerlegt und bildet nach Nowak die normale, autochthone Unterlage der Molasse.

Ueber der helvetischen Serie folgt die eigentliche Flyschzone, eine Ueberfaltungsdecke bildend, deren ältestes bekanntes Glied der Kreideflysch ist, der den ganzen nach Osten sich verbreiternden Raum zwischen dem Nordrand der Kalkalpen und der helvetischen Zone einnimmt; darüber folgen Nierentaler Schichten, welche in der Region zwischen Bergen und Teisendorf den verkehrten Mittelschenkel der Flyschdecke bilden; darüber endlich an einigen ganz vereinzelt Stellen Nummulitengesteine (Gschlifgraben, Hochstein bei Salzburg). Flyschdecke und helvetische Unterlage haben eine spätere, leichte, gemeinsame Querverfaltung erlitten; zwei ganz flache, antiklinale Erhebungen treten bei Kressenberg und Mattsee auf, was daran zu erkennen ist, daß das unterlagernde Helvetikum hier in größerer Breite erscheint, während es in der dazwischen gelegenen Depression von Laufen auf einen ganz schmalen Streifen beschränkt ist.

Der Verfasser versucht die Salzburger Flyschdecke auch gegen Westen zu verfolgen und hält die Préalpes für ihr wahrscheinlichstes Aequivalent in den Westalpen.

Die Behandlung der kalkalpinen Decken bedeutet in mehrfacher Hinsicht einen Fortschritt gegenüber der Haug'schen Darstellung. Ebenso wie Haug unterscheidet Nowak eine bayrische, Dachstein- und Hallstätter Decke; hingegen vereinigt er die Salzdecke Haugs mit der Hallstätter Decke, was übrigens bereits E. Sueß andeutete (Antlitz der Erde, III/2, S. 203), da seitliche Uebergänge der Zlambachschichten und Hallstätter Kalk mehrfach beobachtet sind. Bayrische Decke und Dachsteindecke sind nur auf tektonischem Wege, nicht faziell zu trennen, da in den südlichen Partien der bayrischen Decke vollkommen die „Berchtesgadener“ Fazies herrscht, welche auch die Dachsteindecke aufweist und ein ganz allmählicher Uebergang der „Osterhornfazies“ des Nordens in die „Berchtesgadener Fazies“ des Südens innerhalb der bayrischen Decke sowohl in der Trias als im Jura stattfindet. Auch Hochgebirgsriffkalk und geschichteter Dachsteinkalk bilden keine auf eine bestimmte Decke beschränkte Fazies, da seitliche Uebergänge an verschiedenen Stellen beobachtet sind.

Auch die räumliche Verteilung der Decken gestaltet sich zum Teil anders als bei Haug. Der bayrischen Decke gehören an: Staufen, Steinernes Meer samt Watzmann und Hochkalter, Hagen- und Tennengebirge, Osterhorngruppe, Schafberg und Höllengebirge, ferner der Westabfall des toten Gebirges, der Dachsteindecke: Reiteralm, Lattengebirge, Unters-

berg, Göll, ferner zwei kleine Deckschollen am Steinernen Meer (Habnenkamm und Landtalalpe) und der Grünstein bei Berchtesgaden, endlich die Dachstein- und Gamsfeldgruppe. Der Hallstätter Decke fallen diejenigen Partien zu, welche Haug zu der „Nappe du Sel“ und der „Nappe de Hallstatt“ rechnet. Die Zuteilung der gewaltigen Gebirgstöcke des Steinernen Meeres, Hagen- und Tennengebirges zur bayrischen Decke hat den Vorteil, daß die Notwendigkeit wegfällt, bei Sulzau im Paß Lueg eine gewaltige Verwerfung anzunehmen, die in der Natur nicht zu sehen ist, hingegen den Nachteil, daß die augenscheinlich einheitlichen Dachsteinplateaus des Steinernen Meeres, Hagen- und Tennengebirges einerseits und des Dachsteins andererseits auseinander gerissen werden; übrigens ist es wohl denkbar, daß diese Einheitlichkeit nur eine scheinbare ist, die Frage wird nur durch eingehende Detailbeobachtungen in der Region zwischen Tennen- und Dachsteingebirge zu lösen sein. Ferner kann Nowak bei dieser Annahme die von Bittner beobachteten, an den Südwänden des Hagengebirges (und Hochkönigs) eingeschalteten Partien von Hallstätter Kalken nicht, wie Haug als Schubsetzen der Hallstätter Decke deuten, sondern muß sie für stratigraphische Einlagerungen in den Dachsteinkalk halten, was mit seiner später zu besprechenden Hypothese, daß die Hallstätter Decke von den drei Decken das südlichst gelegene Ablagerungsgebiet besitzt, wohl im Einklange steht.

Watzmann und Hochkalter bilden eine aus Ramsaudolomit und Dachsteinkalk mit auflagerndem Lias bestehende Scholle der bayrischen Decke, welche im Westen mit dem Steinernen Meer zusammenhängt, im Osten aber von den Dachsteinkalken des Steinernen Meeres unterschoben wird. Nowaks Deutung der Züge von Oberalmer Schichten am Ecker-sattel und am Zinken als Antiklinalen ist einfacher und natürlicher als Haugs Annahme, daß es sich hier um falsche Synklinalen (Tauchdecken) handelt. Ebenso ist die Zuweisung des Gaisberges zur bayrischen Decke im Gegensatz zu Haug zweifellos richtig. Auch das Lammergebiet findet bei Nowak eine recht befriedigende Deutung, nur die Transgression der Schrambachschichten zwischen St. Wilhelm und dem Gollinger Schwarzenberg über die rhätischen Kalke ist bei dieser Erklärung eine sehr auffallende Erscheinung; vielleicht könnte man annehmen, daß das Neckom als eine sekundäre Schuppe der bayrischen Decke dem rhätischen Kalke aufgelagert ist?

Was nun die Stellung der Hallstätter Decke betrifft, so wurde bereits mehrfach von V. Uhlig (Der Deckenbau in den Ostalpen, Mitt. der Geol. Ges., II/4, S. 487) und E. Sueß (Antlitz der Erde III/2, S. 203) darauf aufmerksam gemacht, daß durch die Haugsche Zwischenschaltung der fremdartigen Hallstätter Decke zwischen bayrische und Dachsteindecke zwei faziell sehr ähnliche Gebilde auseinandergerissen werden. Daher stellte E. Sueß die Hypothese auf, daß die Hallstätter Decke unter die bayrische zu liegen komme. Im Gegensatz dazu nimmt Nowak an, daß die Hallstätter Decke die tektonisch höchste von allen ist; zuerst wurde die Hallstätter Decke über das noch im Zusammenhange befindliche Ablagerungsgebiet der bayrischen und Dachsteindecke überschoben, dann erst vollzog sich die Ueberschiebung der Dachsteindecke über die bayrische und Hallstätter Decke. Diese Annahme hat mit der Sueßschen Hypothese den Vorteil gemeinsam, daß bayrische und Dachsteinfazies nicht auseinander gerissen werden und ermöglicht außerdem eine leichtere Erklärung der Lagerungsverhältnisse am Hallstätter Salzberg; hingegen ist es schwer, sich vorzustellen, daß die oberste Decke eine derartige, intensive tektonische Zersplitterung erfahren konnte wie die Hallstätter Decke am Hallstätter Salzberge, wo doch keine Decke mehr über sie hinweggegangen ist. Jedenfalls werden erst eingehende Untersuchungen im Felde klarlegen müssen, welche von den drei Theorien über die Stellung der Hallstätter Kalke den Tatsachen am besten entspricht.

Schließlich möchte ich noch bemerken, daß überhöhte Profile bei einer tektonischen Arbeit leicht eine Quelle von Irrtümern werden können, und daß die Benützung einer geologischen Karte (S. 91) unnötig erschwert wird, wenn ihr topographische Grundlage und Schrift vollkommen fehlt.

E. Spengler.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Austrian Journal of Earth Sciences](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Anonymus

Artikel/Article: [Besprechungen. 156-176](#)