

Die Dolomitriffe von Süd-Tirol und Venetien. Beiträge zur Bildungsgeschichte der Alpen von Eduard Mojsisovics von Mojsvár. Herausg. mit Unterstützung der kais. Akademie der Wissenschaften. Mit der geologischen Karte des tirolisch-venetianischen Hochlandes in 6 Blättern, 30 Lichtdruckbildern und 110 Holzschnitten. Wien, 1879. Alfred Hölder.

Vor Kurzem erschienen die letzten Hefte des vorliegenden Werkes, das einen der interessantesten Theile der südlichen Kalkzone der Alpen in eingehendster Weise in Bild und Wort zur Anschauung bringt. Die Lichtbilder geben eine klare Vorstellung von den landschaftlichen Charakteren und von deren Zusammenhang mit dem geologischen Aufbau, durch den sie der Hauptsache nach bedungen werden. Die Durchschnitte dagegen abstrahiren von der Landschaft und bringen nur jenes Bedingende dem Verständnisse dar. Das Wort erläutert das Ganze, die Karte aber, das weitaus Wichtigste an dem schönen Werke, legt uns das Gebirge als ein Ganzes vor unsere Augen hin, sie lehrt uns, es mit einem Blicke zu umfassen, und bietet unserem geistigen Auge reiches Material, damit es sich daran üben könne, das Gebirge vollkommen zu durchschauen. Das von dem Verfasser studirte Gebiet bildet ein recht wohl individualisirtes Stück des ganzen Alpengebäudes, ein Stück desselben, welches nun wohl schon recht nahe daran sein dürfte, der Bedingung zu entsprechen, welche Theobald seinerzeit aufgestellt hat, einer Bedingung, durch deren Erfüllung die volle Erkenntniss des Gebirges bezeichnet wäre; es erscheint unserem geistigen Auge zum grossen Theile wirklich schon durchsichtig wie Glas. Besonders einer der letzten Abschnitte hat ein eminent allgemeines Interesse. Es ist der Abschnitt, welcher sich mit der Korallenriff-Theorie befasst; v. Richthofen war es, der dieselbe zuerst mit Erfolg aufgestellt hat. In dem vorliegenden Werke wird sie nun weiter ausgeführt und vertieft. Nach dieser Theorie hätte man die mächtigen Kalk- und Dolomitmassen, welche östlich von Bozen aufragen: den Schlern, die Geissler-Spitzen, den Reitler-Kofel, die Masse der Hochalpe, des Langkofel des Monte Carnera u. s. w., als das Werk der Korallenthier zu betrachten entstanden durch die Prozesse ganz ähnlicher Art, wie sie sich heute an den Niederen- oder Korallen-Inseln der Südsee vollziehen.

Wir wollen die sich darbietende Gelegenheit benützen und in kurzen Zügen ein Bild von den Vorgängen entwerfen, welchen die Korallenriffe ihre Entstehung verdanken.

In den heutigen Meeren reichen sie nur wenig über die Tropenzone hinaus, auf der nördlichen Hemisphäre etwas weiter als auf der südlichen. Am besten gedeihen sie bei einer Meerwasser-Temperatur von etwas über 23 Grad Celsius. In drei verschiedenen Formen treten Korallenbildungen in den heutigen Meeren auf: als Ringinseln oder Atolle mit einer ruhigen Wasserfläche inmitten des Ringes der Riffe; als Barrièren oder Canalinseln in der Form eines Walles von Riffen, der sich um eine oft hochaufragende Gebirginsel herumzieht, und endlich als Strandriffe, die sich nahe dem Ufer aus seichem Wasser erheben. Mit den beiden letztgenannten Formen haben

die südtirolischen Korallenbildungen die grösste Aehnlichkeit. Atolle- und Barrièrenriffe erheben sich mit überaus steilen Wänden aus grossen Tiefen, so dass Abstürze mit bis über 2000 Meter Höhe überaus häufig sind.

Bedenkt man nun, dass die die Riffe aufbauenden Organismen, vor Allem die Korallenthiere, nur in ganz mässigen Tiefen leben, so dass in einer Meerestiefe von mehr als 40 Metern an den Riffwänden alles Leben erstorben ist, so finden wir nur in der von Darwin aufgestellten Hypothese eine Erklärung für die Entstehung so imposanter Kalkmauern. Durch unablässiges langsames Versinken des Meeresbodens im Laufe von Jahrtausenden bei fortwährendem, damit Schritt haltendem Weiterhinaufbauen der unzählbaren kleinen, sich selbst mit Kalk ummauernden Polypenthiere erklären wir uns das Anwachsen bis zu jenen imposanten Höhen.

Korallenbauten in ganz ähnlicher Grossartigkeit, wie sie heute in den grossen Senkungs-Districten der Südsee und des Indischen Oceans vor sich gehen, wurden auch in vergangenen Epochen der Erdgeschichte aufgeführt. Sie erscheinen uns jetzt als grandiose Kalkgebirge mit steil abstürzenden Mauern und mit mehr oder weniger flachen, plateauartigen Höhen.

Um diese Kalkgebirge mit den heutigen Korallenbauten vergleichen zu können, wollen wir uns vorerst eine Riffmasse gehoben vorstellen. Dadurch würden wir, da die Riffe meist in Reihen auftreten, im Allgemeinen ziemlich gleichmässig hohe, steilwandige Kalkgebirge mit flachen, plateauartigen Höhen vor uns sehen, die in ihrer Breite sehr variabel sein würden, etwa zwischen 10 und 100 Kilometern schwankend. Im unteren Theile würden sie vielleicht ein zusammenhängendes Ganzes darstellen, während die Plateauhöhen durch verschiedene breite und tiefe Einsenkungen geschieden sein werden. Könnten wir ein solches Riff im Durchschnitte betrachten, so würden wir ohne Zweifel finden, dass es der Hauptsache nach aus einem zum Theile recht deutlich geschichteten Kalkgesteine besteht, das seinerseits wieder seine Entstehung aus verkitteten Bruchstücken erkennen lassen würde. Die Korallenstöcke werden nur an einzelnen, der Erhaltung der Structur besonders günstig gewesenen Stellen zu erkennen sein; wir wissen ja, dass die nach oben noch fortwachsenden, unten aber absterbenden Korallenstöcke durch Kalkabsatz ihre organische Structur oft vollständig verwischen, ja dass sie zuweilen selbst vollkommen in krystallinisch-spathigen Kalk umgewandelt erscheinen. Die verkittende Masse ist dabei sehr hart und klingt unter dem Hammer. Im Kalkgesteine eingeschlossen werden wir aber auch unzählige Bruchstücke von Muschelschalen, Seeigelgehäusen, Seeigelstacheln und dergleichen finden. Die Absätze der inneren Theile, dem Canale zu, werden wir an den Stöckchen von verzweigten Korallen, an den Resten von zarteren Thieren sehr verschiedener Art erkennen, die wir in einem feineren, aus Kalkschlamm und Kalksand bestehenden Gesteine eingeschlossen finden werden. Aber auch am Fusse der Kalkgebirge werden wir weithin die Spuren der Korallenriff-Formation finden, da Theile der feineren Absätze sowohl als auch losgebrochenene Korallenstockmassen weithin ausgebreitet erscheinen werden. Vergessen wir dabei auch nicht, dass auf solche gehobene Kalkmassen die zerstörende Einwirkung der Atmosphärien umgestaltend einwirken wird, so erhalten wir in der That eine Vorstellung von der Bildung gar vieler Kalkgebirge unserer Erde.

Es wurde schon erwähnt, dass Freiherr von Richthofen der Erste war, der die Korallenriff-Theorie auf Kalkgebirge anwendete. Die betreffenden, mit entsprechender scharfer Hervorhebung des vergleichenden Moments verfassten Darstellungen finden sich in seinem classischen Werke: »Geognostische Beschreibung der Umgebung von Predazzo, St.-Cassian und der Seisser-Alpe in Süd-Tirol«, einem Fundamentalwerke ersten Ranges. Es sind hiebei freilich nur die im Osten von Bozen gelegenen Kalkgebiete, so z. B. der Schlern und der Langkofel, in's Auge gefasst, ganz ähnliche Verhältnisse haben aber auch ohne Zweifel bei vielen anderen alpinen Kalkmassen, besonders während der Triasformation, obgewaltet. Richthofen nimmt an, dass eine langsame Senkung eingetreten sei, während welcher die Korallenthiere und ihre Arbeitsgenossen ununterbrochen an dem Aufbau der Riffe gearbeitet haben müssen. Die Gestalt des Schlern mit seinen etwa 1000 Meter hohen, steil abfallenden Wänden, verbunden mit der örtlich beschränkten Ablagerung des betreffenden Gesteins, lassen keine andere plausible Entstehungsursache zu. Eine Schwierigkeit bildet dabei freilich die stoffliche Zusammensetzung des Schlern-Gesteins. Dasselbe ist nämlich kein reines Kalkcarbonat, sondern besteht aus Dolomit, das heisst, es ist ein Doppelcarbonat von Kalk und Magnesia. Wenn nun auch die Stöcke der gegenwärtig riffbauenden Korallen, wie die Analysen Forchhammer's ergeben haben, nicht unbedeutende Mengen von Magnesia-Carbonat enthalten, so ist doch die grosse Menge davon in den Schlern-Dolomiten (bis über 21 Gewichtstheile Magnesia in 100 Gewichtstheilen des Gesteins) ein bis nun noch immer nicht gelöstes Räthsel, das sich vielleicht durch noch weiter ausgedehnte Analysen recenter oder doch jüngerer Riffgesteine der Lösung näherbringen lassen wird. Dana führt übrigens an, dass das Gestein der gehobenen Insel Matea ein Dolomit sei, das heisst 38 Percent Magnesia-Carbonat enthalte.

Richthofen geht bei seinem diesbezüglichen Erklärungsversuche von der Meinung aus, dass in einem Meerestheile, in welchem durch Zersetzungen von gewissen vulcanischen, magnesiareichen Gesteinen (Augitporphyr-Tuffen) grössere Mengen von Magnesia-Verbindungen sich im Meerwasser befinden werden, und dass auch die Korallenthiere, indem sie sich diesen Verhältnissen accomodiren, an Magnesia-Carbonat reichere Secretionen bilden werden. Da jedoch dieses Moment noch nicht zur Dolomitbildung hinreicht so nimmt Richthofen noch Auslaugungsvorgänge in den so gebildeten Gesteinen zu Hilfe, wodurch Kalk weggeführt werden soll, und da auch dies noch nicht ausreicht, so wird überdies noch eine directe Zufuhr von Magnesia von aussen her angenommen.

Bedenken wir, dass fast alle Kalksteine kleine Mengen von Magnesia-Carbonat enthalten, ja dass bis zu den echten Dolomiten viele Uebergänge bekannt sind, und dass wir auch ohne Zersetzungs-Processen von vulcanischen Gesteinen, ohne Annahme von eigenen magnesiahaltigen Quellwässern im Meerwasser selbst schon an und für sich vollkommen ausreichende Mengen von Magnesiasalzen vorfinden\*), so ergibt sich die Erkenntniss, dass die

\*) Das Meerwasser enthält unter gewöhnlichen Umständen 3·5 Percent feste Bestandtheile und nach Bischof in 100 Theilen derselben neben 4·6 Theilen Kalk-Sulphat 5·6 Theile Magnesia-Sulphat und 9·2 Theile Chlormagnesium.

betreffenden Vorgänge noch unter Wasserbedeckung entweder gleichzeitig mit der erfolgten Absonderung oder sehr bald darauf stattgefunden haben dürften. Eine nachträgliche, vielleicht erst in folgenden geologischen Perioden vorgegangene Umwandlung erscheint weniger wahrscheinlich, da die natürlichen Magnesiaquellen im Meerwasser selbst zu suchen sind. Dass, wie Scheerer angibt, magnesiahaltiges Meerwasser bereits während der allmähigen Senkung des Bodens und des dadurch veranlassten Aufthürmens von Korallenbauten unausgesetzt seinen dolomitisirenden Einfluss auf letztere ausübte, kann wohl als ausser allem Zweifel stehend angenommen werden. Wie verschieden zur Zeit der Bildung der betreffenden Gesteine die physikalischen Verhältnisse waren, geht schon aus der einen Betrachtung hervor, dass die benachbarten gleichalterigen Kalkmassen in Süd-Tirol einen sehr verschiedenen Grad der Dolomitisierung zeigen.

Es würde hier viel zu weit führen, wenn ich diese wichtige und noch immer dunkle Frage weiter erörtern wollte. Halten wir die Richthofen'sche Ansicht fest, dass die steilwandigen Massen von dolomitischem Kalke und Dolomit auf keine andere Weise besser erklärt werden können als durch die Annahme, dass sie Korallenbauten aus früheren Erdperioden seien, so wird uns dadurch eine weite Perspective eröffnet. Bergrath Stur war einer der Ersten, der die Korallenriff-Theorie adoptirte und die mit steil abstürzenden Wänden und mit ausgedehnten Hochflächen versehenen Kalkzüge der nördlichen Kalkzone, z. B. die grossen Massen von Dachstein-Kalk und die älteren Triaskalke, für mehr oder minder veränderte Reste von Korallenriffen erklärte.

Sie bilden eine förmliche Zone längs des Nordrandes der Centralkette der Alpen. Am Dachstein erreichen diese rhätischen Korallenriffe die grösste Mächtigkeit, geringer wird sie im Allgemeinen in der östlichen Fortsetzung, am geringsten auf der Strecke Mariazell-Wien. Der Schneeberg und die Raxalpe wären demnach die östlichsten grösseren Riffsteinmassen. Stur spricht die Meinung aus, dass die Centralkette der Alpen zur Triaszeit sowohl als auch zur rhätischen Zeit von Korallenriffen förmlich umkreist gewesen sei, welche trotz der Nähe des Festlandes aus reinem Kalke aufgebaut wurden. Man müsste dabei an Canalriffe denken, etwa denjenigen vergleichbar, welche heute die Nordostküste von Australien umgrenzen.

Die Schichtung, welche viele der für Korallenbauten zu haltenden Kalkmassen so wie auch der Dolomit des Schlern zeigen, bildet den Haupteinwurf, den Gümbel der Korallenriff-Theorie Richthofen's machte. Bedenkt man jedoch, dass schon Darwin und lange vor diesem Chamisso auf das bestimmteste die Schichtung in den heutigen Korallenbauten betont haben, und dass man auch, besonders an gehobenen Riffen, an vielen Punkten deutliche Schichtung gefunden hat — Richthofen hat derartige Bildungen an der Südküste von Java, Drasche neuerlich auch auf Luzon beobachtet — so verliert dieser Einwurf gar viel von seiner Bedeutung, um so mehr, wenn man — wie von Mojsisovics hervorhebt — bedenkt, dass wir überhaupt nicht viel Sicheres über die Entstehungsursachen der Plattung und Schichten-Absonderung wissen.

Eine der wichtigsten Beobachtungen Richthofen's war auch der Nachweis des Auftretens der gleichzeitigen Zwischenriff-Ablagerungen zwischen

den Korallenstöcken Süd-Tirols, die ganz und gar den auch heute zwischen den Riffen der Südsee erfolgenden Absätzen entsprechen. Bergrath von Mojsisovics hat diese Verhältnisse nun weiter verfolgt und nachgewiesen, dass an vielen Punkten die Ablagerungen der Dolomit-Facies und der Zwischenriff-Absätze in Wechsel-Lagerung vorkommen, dass an gewissen Stellen die beiden Ablagerungsarten zungenförmig in einander greifen, wie dies zum Beispiele R. Hörnes am westlichen Abhange des Plattkofels gegen die Seisser-Alpe hin so schön zu beobachten Gelegenheit hatte. Auch für diese Erscheinung würden uns die steilen Abhänge und die benachbarten Theile des Meeresgrundes an den recenten Korallenstöcken, nach den im Vorhergehenden erörterten Umständen sicherlich viele analoge Fälle bieten können. Auch die dünnen, oft nur hautähnlichen Mergelschichten, welche Gumbel zwischen den Schlern-Dolomitschichten erwähnt, die wohl zum Theile die Hauptanhaltszeichen für die Erkennung der Schichtung überhaupt bilden, lassen sich auf Vorgänge an heutigen Riffen zurückführen. So werden grössere Sturmfluthen nur zu oft die Veranlassung bieten zu einer tieferen Aufwühlung des Schlammes der Canal-Lagunen, dadurch eine Trübung des über die Riffe strömenden Wassers und in Folge dessen Mergelabsätze auf der Riffebene verursachen, die wohl sogar zu einem zeit- und stellenweisen Absterben der Polypen führen mögen. Auch sind Zwischenmittel in der That schon beobachtet worden. Drasche erwähnt sie beispielsweise in den Korallenkalk-Klippen bei Sabagan auf Luzon. Interessant für die Parallele zwischen den heutigen Korallenriffen mit jenen der alpinen Trias sind die Angaben, welche von Mojsisovics über die Structur der grössten Hauptmassen des Schlern-Dolomits macht. Während nämlich die obersten Partien eine ausgezeichnete Schichtung zeigen, ist die untere Hauptmasse derselben nicht eigentlich geschichtet, sondern zeigt nur stellenweise schichtungsähnliche Absonderungs-Stufen, welche nicht auf längere Erstreckung anhalten.

Wohl aber zeigen sie nicht selten wellige und welligzackige Trennungsfächen, welche auf vorübergehende Unterbrechungen im Absätze hindeuten. Der Dolomit besteht übrigens häufig aus durch Dolomit (oder auch durch Mergel und Tuffmassen) cementirten grossen, abgerundeten Dolomitblöcken oder Klumpen, wesshalb Mojsisovics von »Conglomerat-Structur« spricht. Eine zweite Erscheinungsform, die von Mojsisovics hervorgehoben wird, ist eine Art von transversaler Schichtung gewisser Partien, die aber keine Begrenzung von parallelen Flächen zeigen. »Ich kann keinen besseren Vergleich finden«, sagt Mojsisovics, »als wenn ich auf dicke, zähflüssige Massen hinweise, welche bei ziemlich bedeutender Neigung und in successiven, die Vorsprünge und Vertiefungen der älteren Lagen überziehenden und ausfüllenden Ergüssen über einander erstarrten.« »Ueberguss-Structur« oder »Ueberguss-Schichtung« wird diese Erscheinung genannt. An den Stellen, wo diese Structur beobachtet wurde, fand sich ein überraschender Reichthum an noch wohl erkennbaren Korallenstöcken im weissen Dolomit. Richthofen führt überdies unter dem Namen »Kalkstein von Cipit«, an Korallen und anderen Thier-Resten reiche, zum Theile aus Kalkbruchstücken bestehende Kalke an, welche am Rande der Dolomitstöcke auftreten. Stellen wir diesen Angaben einen Satz aus Darwin's Werk des Vergleiches wegen gegenüber

so werden wir von der Richtigkeit der Annahme von Korallenriff-Ablagerung wenigstens für den Schlern-Dolomit noch weiter überzeugt. »Die Schichtung,« so heisst es an der erwähnten Stelle, »wird, im Ganzen betrachtet, horizontal sein; aber die auf dem äusseren Riffe ruhenden Conglomerat-Schichten und die Sandsteinschichten auf den Ufern der Lagune und auf den äusseren Seiten des Rifves werden wahrscheinlich zahlreiche, unter beträchtlichen Winkeln nach verschiedenen Richtungen hin geneigte Lagen bilden.« Auch sei in Bezug auf die wohlgeschichteten Kalkmassen der alpinen Korallenriffe auf Darwin's Bemerkung hingewiesen, dass die innerhalb der Lagunen von Atollen und der Lagunen-Canäle der Canalriffe zum grossen Theile aus sedimentären Substanzen gebildeten Schichten länger erhalten bleiben werden als die äusseren soliden, aus massigen Korallen aufgeführten Theile der Riffe, wengleich von diesen letzteren die Existenz und das Wachstum der Atolle und Canalriffe abhängen.

Auch möchte ich hier noch auf die Thatsache hinweisen, dass nicht nur die Korallen allein Materialien für die Bildung des Riffsteines liefern, sondern dass auch Nulliporen und andere ihnen verwandte, Kalk absondernde Algen so wie Bryozoen und Schalenthiere sehr verschiedener Art zur Riffbildung in verschiedenem, oft sehr beträchtlichem Masse beitragen werden.

Wenn die Entstehung eines grossen Theiles der Triaskalke der Alpen hauptsächlich auf die Thätigkeit riffbauender Korallenthiere zurückgeführt werden kann, so ergibt sich daraus auch der Schluss auf einen von dem heutigen ganz verschiedenen physikalischen Zustand des Alpengebietes in jenen Zeiten. Es müssen Perioden grossartiger, aber ruhiger Senkung gewesen sein. In den darauf folgenden Zeiten verbreiteten sich sodann die Korallenbildungen über ganz Europa; so sind z. B. Korallenriffbildungen der ausgezeichnetsten Art im Jura-Gebirge, in der Schweiz und in Süd-Deutschland bekannt. Während der Kreideformation begann dann eine Umänderung der Verhältnisse, und zogen sich die Korallen in die tropische Region zurück, die dermalen das Feld ihrer Entwicklung bildet, einer Entwicklung, die an Grossartigkeit nichts zu wünschen übrig lässt. Prof. Franz T o u l a.

## Die Donau von ihrem Ursprung bis an die Mündung.

Eine Schilderung von Land und Leuten des Donau-Gebietes. Von Alexander F. H e k s c h. Mit 200 Illustrationen in Holzschnitt und einer grossen Karte. Wien, A. Hartleben's Verlag. (In 25 Lieferungen à 30 kr. ö. W. = 60 Pf.)

Seit zwei Jahrhunderten, besonders aber in neuester Zeit, wendet sich das öffentliche Interesse der Donau, diesem wichtigen Strome, zu; diese erhöhte Aufmerksamkeit ist aber auch eine vollberechtigte, denn die Donau ist nicht nur als Handels- und Verkehrsweg allein, sondern in auch culturgeschichtlicher Beziehung von hoher Wichtigkeit. Sage, Legende, Geschichte und Entwicklung vieler Nationen, die heute Mittel- und Südost-Europa bewohnen, ist eng verknüpft mit diesem Strome! An der »schönen blauen Donau«, welche eigentlich »blond« ist, wie sie auch von den Ungarn und Rumänen genannt wird, spielt sich der grösste Theil des National-Epos der Deutschen,