

Zeitschrift

der

Deutschen geologischen Gesellschaft.

2. Heft (April, Mai und Juni 1885).

A. Aufsätze.

I. Die gesteinsbildenden Kalkalgen des Golfes von Neapel und die Entstehung structurloser Kalke.

VON HERRN JOHANNES WALTHER Z. Z. in München.

Während des Winters 1883/84 war es mir durch die Gnade Sr. Majestät des Königs von Sachsen vergönnt, an der zoologischen Station des Herrn Professor Dr. A. DOHRN in Neapel zu arbeiten; von Seiten des Herrn Dr. DOHRN wie dessen Vertreters, Herrn Dr. EYSSIG fand ich alle Unterstützung, deren ich für meine besonderen Studien am Meere bedurfte, und ich ergreife diese Gelegenheit, um für das Alles meinem Danke öffentlichen Ausdruck zu geben.

Die vulkanische Umgebung des Golfes von Neapel ist seit langen Jahren der Gegenstand eifriger Studien gewesen und kann ein classisches Gebiet geologischer Forschung genannt werden; das von demselben umschlossene Meeresbecken aber wurde nach geologischen Gesichtspunkten bisher noch nicht untersucht, und selbst das reiche Beobachtungsmaterial, welches bei zoologischen Studien daselbst gesammelt wurde, blieb für die Geologie grösstentheils unverwerthet. Ich habe meinen Aufenthalt an der zoologischen Station zu Neapel hauptsächlich zu biologisch-faunistischen und geologischen Studien benutzt und will im Folgenden eine Reihe von Beobachtungen veröffentlichen, die ich auf geologischem Gebiete weiter verwerthen und zu einem gewissen Abschluss bringen konnte. Da es sich hierbei um ein Sediment des Golfes handelt, möge eine kurze Sedimentskizze desselben zur Orientirung vorausgeschickt werden.

Die Tiefe des Golfes nimmt, seiner Längenausdehnung entsprechend, von NO. nach SW. zu und erreicht in der Bocca grande zwischen Capri und Ischia ungefähr 400 m. Die nordwestliche Küste vom Vesuv bis Ischia wird von einer Reihe von Vulkanen gebildet, die mit ihren weit verbreiteten Tuffen ein leicht erodirbares Küstengestein abgeben und die Ablagerung von psammitischen Sedimenten begünstigen. Nur da, wo Lavaströme an's Meer reichen, ist ein hartfelsiger Strand vorhanden. Die schwer löslichen Gemengtheile der Laven und Tuffe wittern aus, machen die Oberfläche des Gesteins rau, werden herausgespült und bilden das Ufersediment (Olivinsand, Sanidiusand, Magneteisensand). Die gegenüberliegende Südostküste besteht ihrer Hauptmasse nach aus dichtem, cretaceischem Apenninkalk. Wie die Felsenküste von Castellamare bis Capri beweist, arbeitet die Brandung lebhaft an ihrer Zerstörung und mag auch Capri erst nachträglich von dem Festlande getrennt haben. Wenn auf der neapolitanischen Küste die Brandung hauptsächlich mechanisch wirkt, indem sie die Tuffwände unterwäscht und abspült, so arbeitet sie auf der sorrentiner Küste wesentlich chemisch lösend und gräbt wahre Karrenfelder in die Felsen.

In eigenthümlicher Weise sind die Buchten der sorrentiner Küste mit vulkanischen Tuffen ausgefüllt. Daher kommt es, dass auch an dieser Küste Tuffe der Brandung zugänglich sind und dass wir im Allgemeinen rings um den Golf ein Sediment finden, welches aus vulkanischen Tuffen entstand. In Gestalt eines kilometerbreiten Gürtels ist dasselbe ein Tuffsand. Je mehr man sich von der Küste entfernt, desto feiner wird das Korn des Sandes und allmählich geht derselbe in einen dunklen Schlamm über, der das Hauptsediment des Golfes bildet.

Innerhalb des Schlammgebietes finden sich Kalk - Sedimente, die ein erhöhtes Interesse verdienen. Dabei ist zu betonen, dass chemisch niedergeschlagener Kalk nicht beobachtet wurde, sondern meist Detrituskalke. Soweit die bisherigen Dredgeuntersuchungen gelehrt haben, sind die Detrituskalke nie verkittet und bestehen aus Bruchstückchen von Pelecypoden-, Gastropoden- und Echinodermen-Schalen, von Korallen-, Bryozoen- und Nulliporen-Aestchen, zwischen denen noch unzählige kleine Mollusken leben. Wenn darin auch hin und wieder Bimssteinbröckchen vorkommen, so ist doch die Hauptmasse des Sedimentes organischer Entstehung. Man sieht Bimssteinbröckchen, die aus den Tuffen ausgewaschen wurden, überall auf dem Golfe schwimmen, sie können somit, wie die Reste pelagischer Thiere, in allen Sedimenten und allen Tiefen gefunden werden.

Die Frage, was aus dem vom Seewasser gelösten Kalk wird, könnte von einem Fernerstehenden in dem Sinne beantwortet werden, dass er chemisch wieder ausgefällt werde. Allein wer die weitverbreiteten Detrituskalke rein organischer Entstehung kennen gelernt und jene submarinen Kalkinseln untersucht hat, welche fast gänzlich aus Bryozoen oder Nulliporen aufgebaut werden, der muss vielmehr fragen: woher kommt das viele Calciumcarbonat, das hier aufgespeichert wurde?

Allwöchentlich fährt der Dampfer der zoologischen Station in den Golf hinaus, um den Bedarf an Thieren des Meeresbodens mit der Rahmendredge oder dem grossen Schleppnetz heraufzuholen. Nach langjähriger Erfahrung sucht man zu diesem Behufe bestimmte Stellen des Golfes auf, die sich durch eine reiche Fauna besonders auszeichnen. Es war längst bekannt, dass bei dieser Gelegenheit stets grosse Mengen von Kalkalgen (Melobesien) mit heraufgebracht werden und ich wandte denselben mein specielles Interesse zu. Denn seit der grundlegenden Arbeit von GÜMBEL: „Die sogenannten Nulliporen und ihre Bethheiligung an der Zusammensetzung der Kalksteine“ war wohl die Aufmerksamkeit der Geologen auf die Kalkalgen gelenkt worden, allein über die lebenden Kalkalgen fehlten eingehendere geologische Studien. Drei Punkte des Golfes werden zum obengenannten Zwecke häufig aufgesucht: die Secca di Chiaja, die Secca della Gajola und die Secca di Penta palummo. Nach den vorhandenen Tiefenkarten liegen sie in einem Gebiet von ungefähr 100 m Seetiefe.

Die Secca di Chiaja erhebt sich aus diesem Niveau 70—50 m unter den Wasserspiegel. Sie besteht aus *Lithophyllum expansum*¹⁾ und einer reichen Bryozoenfauna von *Retepora*, *Myriozoum*, *Hörnera*, *Cellepora*, *Tubucellaria*, *Eschara*. Der Reichthum dieser Secca an seltenen Echinodermen, Crustaceen, Mollusken und Coelenteraten ist erstaunlich.

Die Secca della Gajola liegt 30—40 m tief und besteht nur aus *Lithothamnium racemus* und *Lithothamnium ramulosum*.

Die Secca di Penta palummo, zwischen Capri, Nisida und Ischia gelegen, ist die grösste bekannte Secca des Golfes, von mehreren Kilometer Durchmesser. Einige Stellen derselben, 70 m hinaufreichend, bestehen aus *Eschara foliacea* und anderen Bryozoen, andere erheben sich bis 50 m unter

¹⁾ Diese und die folgenden Bestimmungen verdanke ich dem Conservator der zoolog. Station Herrn SALVATORE LOBIANCO, dem trefflichen Kenner des Golfes, der mich oft mit Rath und That unterstützte und dem ich auch hier meinen herzlichen Dank dafür ausspreche.

den Wasserspiegel und setzen sich aus *Lithophyllum expansum* zusammen, während grössere Flächen von 65 m Tiefe nur von *Lithothamnium ramulosum* gebildet werden.

Selten findet sich auf diesen submarinen Plateaus ein Schlamm sediment, wohl aber sind auf denselben Detrituskalke weit verbreitet. Die überwiegende Menge des Sedimentes entstand jedenfalls aus kalkabsondernden Organismen. Oft bringt ein Dredgezug nichts als Bryozoenstöckchen herauf, ein anderer nur Lithothamnienknollen, zwischen ihnen ein reiches Thierleben.

Eine genauere Schilderung von den biotischen Verhältnissen der eben erwähnten Bryozoenrasen werde ich veröffentlichen, wenn ich meine Untersuchung der permischen Bryozoenriffe Ostthüringens abgeschlossen haben werde; hier mögen uns die gesteinsbildenden Lithothamnien beschäftigen und die Secca della Gajola, welche fast nur aus solchen besteht. Zuvor aber noch einige Worte über die Seccen im Allgemeinen.

Jedes organische Leben ist abhängig von gewissen Existenzbedingungen, und eine kritische Würdigung derselben giebt uns Fingerzeige über seine Entstehung. Als Pflanzen sind die Kalkalgen abhängig vom Licht. Im Lichte allein vermögen sie zu assimiliren und zu leben. Aber das Licht ist abgesehen von Grotten¹⁾ im ganzen Golfe bei gewisser Tiefe gleichmässig stark. Auch Kohlensäure und schwefelsauren Kalk findet man im Wasser des Golfes gleichmässig vertheilt und wir sehen uns der Möglichkeit beraubt, die Anordnung der Seccen auf eine etwaige submarine Wasserströmung zurückführen zu können. Dem gegenüber liegt die Vermuthung nahe, dass sich die kalkbildenden Rifforganismen auf submarinen Lavaklippen angesiedelt haben möchten. Wir finden auf Lavaklippen der Küste fast regelmässig eine reiche Algenflora, und die Nähe der thätigen und erloschenen Vulkane erlaubt die Annahme, dass Lavaklippen auch am Meeresgrund vorhanden sein möchten; wie wir später sehen werden, liegt das Lithothamniumlager von Syrakus thatsächlich auf einem Lavaplateau und selbst die permischen Bryozoenriffe Ostthüringens lagern auf Klippen des stark aufgerichteten Culmschiefers.

Für die „lebenden“ Seccen des Golfes von Neapel lässt sich ein directer Beweis solchen Verhaltens nicht führen. Mit dem Taucherapparat kann man in der Tiefe von 60 m nicht arbeiten und wahrscheinlich würde es auch ein vergebliches Bemühen sein, unter dem Kalklager das anstehende Gestein suchen zu wollen. Aber ausser den schon oben genannten Thatsachen, die sich zu Gunsten unserer Ansicht verwerthen lassen, kann geltend gemacht werden, dass die Seccen in eine

¹⁾ BERTHOLD, Mittheilungen von der zoologischen Station III, 4.

Zone fallen, die den Vesuv mit der vulkanischen Insel Ischia verbindet und dass sie sogar eine Lücke ausfüllen, welche in der Anordnung der Eruptivpunkte zwischen dem Vesuv und dem Vulkangebiet der phlegräischen Felder längs jener Linie besteht; und dass auch im Golfe von Neapel submarine vulkanische Klippen vorhanden sind, wird durch folgende Beobachtung aus dem Busen von Salerno wahrscheinlich gemacht. Im Februar bekam ich Dredgematerial aus einer Tiefe von 65 m nahe der Inselgruppe Li Galli bei Amalfi. Das Material, ein Kalkdetritus, schien mir des besonderen Studiums werth, als ich viele Krystalle darin bemerkte. In 20 gr des Materials fanden sich:

- 4 gr grössere Lithothamniumzweige,
- 5 gr 2—6 mm dicke Steinchen,
- 2 gr Krystalle von Olivin, Augit, Biotit,
- 9 gr Bruchstückchen derselben Elemente und kleine Gastropoden.

Die Steinchen erwiesen sich auf frischer Bruchfläche als Laven und zwar violette poröse und grauangewitterte homogene. Die Olivine in lauchgrünen Körnern und die Augite in ∞P , $\infty P \infty$, $\infty P \infty$, P tadellos krystallisirt, 2—5 mm gross, zeigten keinerlei Spuren eines Transportes. Aus den Tuffen am Golfe sind mir nirgends solche Lavabröckchen und Krystalle bekannt geworden und die beiden nächsten Fundpunkte solcher Augite, der Vesuv und Ischia, sind beide gegen 30 km von Li Galli entfernt. Ich vermuthe daher als Ursprungsstätte genannter vulkanischer Producte eine submarine Klippe von Lava oder von vulkanischer Breccie, wie sie an kleineren Eruptivpunkten beobachtet werden; und wenn solche im Busen von Salerno vorkommen, so ist auch ihre Anwesenheit im benachbarten Golfe von Neapel sehr wahrscheinlich.

Ein zweite Frage würde die sein, ob der DARWIN'schen Rifftheorie entsprechend der Boden des Golfes im Sinken begriffen sei und dadurch eine grössere Mächtigkeit unserer Kalklager nachzuweisen wäre. Denn man könnte sonst mit einem gewissen Recht annehmen, dass mächtige Klippen im Golfe vorhanden wären, welche nur oberflächlich eine dünne Decke von Kalkorganismen tragen. Durch das berühmte Beispiel des Serapistempels in Pozzuoli, der gegenwärtig wieder 2 cm pro Jahr sinkt, ist längst nachgewiesen, dass locale Senkungen am Golfe vorkommen. Nach einer Mittheilung, die ich Herrn v. PETERSEN, Ingenieur der zoologischen Station, verdanke, ist die sogen. Ponte di Caligula bei Pozzuoli, deren 6 Pfeiler noch stehen, bis zu 9 m unter dem Wasserspiegel mit Luft-

cäment gemauert. Im Golfe von Bajae findet sich ein ganzer Stadttheil mit Villenfundamenten und Strassen 6 cm unter dem Wasserspiegel; allein gerade für das uns hier interessirende Gebiet kann ich keine Beobachtung in's Feld führen, da meine diesbezüglichen Studien bisher resultatlos waren.

Da wir somit den directen Nachweis nicht bringen konnten, dass die Kalkdecke der Seccen eine grössere Mächtigkeit besitze, müssen wir aus der Analogie schliessen und durch das Studium junggehobener Schichten diejenigen Erscheinungen ergänzend erklären, die uns im Schosse des Meeres unzugänglich verborgen sind. Ich verweise auf die Mächtigkeit der Nulliporenlager des Leithakalkes und beziehe mich auf ein solches in den tertiären Ablagerungen Siciliens nächst Syrakus. Während die gegenwärtige Stadt auf einer kleinen Landzunge Platz findet, lag das alte Syrakus, wie es von DIONYS erbaut und umgrenzt wurde, auf einem Plateau, das sich inselartig etwa 40 m über die weite Ebene erhebt und ein gleichschenkliges Dreieck von 33 klm Umfang bildet. Die Basis des Dreiecks schaut meerwärts nach Osten. Dort liefert die Eisenbahn Catania - Syrakus einige gute Aufschlüsse und zeigt eine Lava überlagert von ungeschichtetem Kalk. Dieser greift in die höckerig-unebene Oberfläche der Lava ein und hat sich offenbar auf derselben abgelagert. Dasselbe Profil hat die Fahrstrasse angeschnitten, welche von Tremiglia auf das Plateau hinaufführt. Auf der Nordseite des antiken Stadtbezirkes Labdalon sowie an der Scala graeca findet sich auch ein ziemlich breiter Streifen von Lava unter dem Kalke. Die Lava ist an 3 Seiten des Plateaus künstlich blosgelegt und es ist schwer zu entscheiden, ob sie eine autochthone Decke ist oder das Ende eines Lavastromes, der unterirdisch von dem Eruptivgebiet Lentini-Palagonia herabreicht. Das Gestein ist völlig verwittert und ähnelt sehr den sogen. Palagonittuffen jenes Gebietes.

Von hohem Interesse wird diese Lavagrundlage dadurch, dass der darauf liegende Kalk ein echter Nulliporenkalk phytogenen Ursprungs ist. Vortreffliche Aufschlüsse verdanken wir DIONYS, welcher am Ostende des Plateaus seine berichtigten Steinbrüche, die Latomien, am Westende seine Magazine, Kasematten und Kasernen darin anlegte. Hier und an einigen anderen Aufschlüssen (antike Wasserleitung) finden wir mit überraschender Deutlichkeit das ganze Gestein nur aus Lithothamnienknollen aufgebaut, und in der Latomia dei Capuccini beobachtet man Felswände von 35 m Höhe, die ausschliesslich aus den faustgrossen Algenknollen bestehen. Ich komme auf diese Localität wieder zu sprechen; es galt mir nur, an einem fossilen, theilweise durchsunkenen, gut aufge-

geschlossenen Algenlager wahrscheinlich zu machen, dass auch die Seccen des Golfes von Neapel auf vulkanischen Klippen aufsitzen und dass sie sich in ziemlicher Mächtigkeit aus kalkbildenden Organismen aufbauen.

Algen, welche in ihrer Cellulosemembran kohlsauren Kalk abscheiden, sind im Golfe sehr häufig. Auf den Lavaklippen der Küste und auf den Küstenfelsen des Apenninkalkes finden sich *Amphirhoe* und *Corallina*, andere Species dieser Gattungen bilden rosaroth Flecken auf Seepflanzenblättern. *Lithothamnium cristatum* bildet ausgedehnte Rinden auf Felsgrund nahe der Meeresoberfläche. Die grosse Mannichfaltigkeit der Formen, ihre Anatomie und Entwicklung wurde von Graf zu SOLMS-LAUBACH in der Fauna und Flora des Golfes von Neapel, Bd. IV., monographisch bearbeitet. Ich verweise wegen der einschlägigen Fragen auf dieses Werk, denn uns interessiren hier nur diejenigen Vorkommnisse von *Lithophyllum* und besonders von *Lithothamnium*, welche gesteinsbildend und in grösserer Mächtigkeit auftretend, ein geologisches Interesse beanspruchen.

Als typisches Beispiel für ein lebendes geschlossenes Algenlager diene die Secca della Gajola, etwa einen Kilometer von der Küste entfernt und bis 30 m unter dem Meeresspiegel heraufreichend. Jeder Dredgezug bringt unzählige Knollen von *Lithothamnium ramulosum* und *L. racemus* mit herauf, und nach den bisherigen Erfahrungen besteht die ganze Secca aus denselben. Ein reiches Thierleben hat sich zwischen den nuss- bis faustgrossen rosaroth Knollen angesiedelt. Zarte Polypenstöckchen wachsen darauf und sind für die Krebse *Pisa*, *Maja*, *Lambrus*, *Inachus* willkommene Leckerbissen. Die meist röthlich gefärbten Krabben sind oft selbst mit Kalkalgen oder Polypen bewachsen und so trefflich geschützt gegen die Nachstellungen ihrer Feinde. Der kleine feuerrothe Krebs *Bilumnus hirtellus* versteckt sich äusserst geschickt zwischen den Algenknollen und kleine rothe Chitonen sind auf der Algenunterlage kaum zu erkennen. *Pecten*-Arten, meist roth oder violett gefärbt, leben in grosser Anzahl auf den Algenlagern und fliegen bald munter herum, bald fixiren sie sich mit ihren Mantelrandfäden, um einer Wasserströmung Widerstand zu leisten. *Arca* bohrt sich mit Vorliebe in Lithothamnienknollen ein, und oft sitzen auf einer Knolle 10—20 Individuen, jung und alt beieinander. Das grosse Heer der übrigen Zweischaler von 10 cm grossen *Lima*- bis millimeterbreiten *Nucula*-Arten und der Gastropoden vom faustgrossen *Trochus* bis zur kleinsten *Turritella* kann ich hier nicht näher aufzählen.

Aber ich möchte mit besonderem Nachdruck erwähnen, dass wie in Detritusknollen auch auf und zwischen den Algenknollen die Mikrofauna hartschaliger Thiere sehr reich ist. Zwischen den Aestchen der Algen, in kleinen Höhlungen und überall, wo irgend ein geschütztes Plätzchen sich findet, stecken kleine Gastropoden und Zweischaler, kaum einen Millimeter gross. Die Alge wächst weiter und wenn die kleinen Schnecken nicht zeitig fliehen, werden sie eingeengt und schliesslich ganz überwachsen. So erklärt es sich, dass man beim Auseinanderschlagen einer Algenknolle nicht selten kleine Schalen inmitten der Pflanze findet. Untersucht man die sandigen Theile, welche ebenfalls innerhalb des pflanzlichen Gewebes überall verstreut und eingeschlossen sind, so findet man Bruchstücke von Kieselnadeln, von Diatomeen, Foraminiferen und andere mehr oder weniger gut erkennbare Hartgebilde. Und wenn man die Oberfläche der Secca nach einem Sciroccotag prüfen wollte, so würden die Reste pelagischer Thiere (Radiolarien, Foraminiferen, Diatomeen, Pteropoden), welche dann die Oberfläche des Golfes bevölkern, in grossen Mengen noch zwischen den Lithothamnien zu finden sein. Diese eigenthümliche Art des Wachstums der Lithothamnien lässt sich sehr schön beobachten an solchen Algen, die grössere Fremdkörper umrandet haben. Denn *Pecten*, *Lima*, *Spondylus*, *Trochus*, *Echinus* finden sich sehr häufig in Algenknollen eingeschlossen, und man kann noch lange Zeit nach der Umwachsung aus der Form der Alge auf die eingeschlossenen Hartgebilde schliessen. Auf dem Querschliff sieht man sehr deutlich, wie das pflanzliche Parenchym sich so innig anschmiegt, dass man nicht im Stande ist, die Muschelschale unverletzt herauszulösen. Die That- sache, dass kleine und grosse Muschelschalen, dass die Reste pelagischer Thiere sehr häufig in Lithothamnien eingeschlossen werden, ist höchst interessant und wir werden später darauf zurückkommen. Es ergeben sich dadurch die häufigen Abänderungen in der Form der Lithothamnienknollen. Die normale Ausbildung derselben ist rund oder oval. Durch die erwähnten Einschlüsse aber kommen sehr mannichfaltige Formen zu Stande: schüsselartige, längliche etc. etc. In die hierdurch entstehenden Zwischenräume setzt sich Kalkdetritus, Muschelschalen, Bryozoenästchen, Korallenbruchstücke, Crustaceenpanzer und natürlicherweise Alles, was über dem Algenlager im Wasser flottirt. Und so begegnen wir wiederum den Resten pelagischer Thiere, die einen nicht unbedeutenden Antheil an dem Aufbau der Algenlager nehmen können.

Wenn die Lithothamnien faustgross geworden sind, sterben sie ab. Nach meinen Beobachtungen können zwei Knollen nie

miteinander verschmelzen, denn unter tausend Algen habe ich keine einzige Doppelknolle gefunden. Somit können sie auch nicht durch eigene Thätigkeit mit ihrer Unterlage verschmelzen oder anwachsen. Allein erstens ist die Oberfläche der Algenknollen so höckerig, dass sie ziemlich fest aufeinander liegen, dann aber werden sie gewöhnlich von Bryozoen (*Eschara*, *Lepralia*, *Flustra*) überrindet, und solche mögen auch im Wesentlichen die Befestigung abgestorbener Knollen auf ihrer Unterlage vermitteln.

Das Wachstum eines Algenlagers ist von mancherlei Lebensbedingungen abhängig und Schwankungen derselben wirken auf das Wachstum der Algen zurück. Verändern sich die Existenzbedingungen nur wenig, so werden schwächere Pflanzen absterben, kräftige Algen dagegen ruhig weiterwachsen. Auf diese Weise entstehen locale Lücken in der Oberfläche des Algenlagers, welche von Detritus ausgefüllt werden. Je stärker die Lebensenergie der Algen ist, um so seltener sind Anhäufungen von Detritus, je mehr sie abnimmt, um so grössere Gebiete werden von Kalkdetritus eingenommen. Verändern sich die Existenzbedingungen der Algen in stärkerem Maasse, so werden derartige Lücken häufiger und grösser und demgemäss die Betheiligung von Detritus am Aufbau des Kalklagers wesentlicher. Wenn wir also ein fossiles Lithothamniumlager beurtheilen wollen, so geben uns die eingeschlossenen Linsen oder Zwischenschichten von Detritus den Maassstab für die Lebensenergie des betreffenden Lagers, und aus dem sich verändernden Verhältniss von phyto- und detritogenem Kalk können wir die Lebensgeschichte eines Algenlagers herauslesen.

Zerschlägt man eine Algenknolle, die durch ihre graue Farbe anzeigt, dass sie abgestorben ist, so sieht man oft das Innere verändert. Man erkennt nicht sofort die ursprünglich sehr deutliche Nulliporenstructur, sondern der Algenkörper zeigt ein unorganisches Gefüge und ähnelt einem cavernösen Süsswasserkalk. Bisweilen reisst die Dredge auch grössere Blöcke ab, welche denselben Anblick darbieten. Auch die von den Algen unwachsenen Muschelschalen erscheinen auf dem Bruche wie zerfressen. Es scheint somit schon am Meeresgrunde eine theilweise Veränderung der Structur vor sich zu gehen und es liegt nahe, als Grund derselben chemische Vorgänge anzunehmen.

Herr Oberbergdirector VON GÜMBEL hatte die grosse Freundlichkeit, in seinem Laboratorium durch Herrn SCHWAGER einige Analysen für mich ausführen zu lassen, wofür ich ihm zum grössten Danke verpflichtet bin. Herr SCHWAGER theilte mir über den Gang seiner Arbeit Folgendes mit: Die Bausch-

analysen beziehen sich auf mit Wasser ausgelaugte und bei 105° C. längere Zeit getrocknete Substanz; desgleichen die angesetzten specifischen Gewichte. Die Werthe für: „Organische Substanz und Wasser“ sind Differenzialwerthe, gewonnen einmal aus dem Gesammtglühverlust unter Abrechnung der CO₂, und dann aus dem Glühverlust eines Restes, den man nach Behandlung mit verdünnten Säuren erhielt. Die wasserlöslichen Bestandtheile wurden nach ihrer Lösung zur Trockne verdampft und längere Zeit hindurch einer Temperatur von 110° C. ausgesetzt. Die so gewonnenen Werthe sind unter der Bezeichnung „im Ganzen“ angeführt. Da die anderen Theilbestimmungen der fixen Bestandtheile summirt nicht jene Ziffern „im Ganzen“ erreichen, ist diese Differenz auf Rechnung einer organischen Substanz zu setzen, die mit in Lösung ging.

Zu den Analysen wurden verwendet:

- I von einer sehr dichten Lithothamniumart der Secca di Penta palummo entnommen. Das spec. Gewicht beträgt 2,646.
- II von einem sehr lockeren *Lithothamnium ramulosum* von der Secca della Gajola. Spec. Gew. 2,630.
- III tertiärer Lithothamniumkalk aus der Latomia dei Cappuccini bei Syracus (Näheres s. u.). Spec. Gew. 2,702.
- IV Ein frischer Zweig von *Eschara foliacea* von der Secca di Penta palummo. Spec. Gew. 2,758.
- V Ein Stück von *Lepralia* sp. von der Secca della Gajola. Spec. Gew. 2,710.

	I	II	III	IV	V
SiO ₂ . . .	1,59	1,91	0,12	0,29	2,39
Al ₂ O ₃ . . .	3,36	3,61	0,51	0,32	1,47
Fe ₂ O ₃ . . .	0,28	0,41	0,17		
MnO . . .	Spuren	Spuren	—		
CaO . . .	48,09	45,88	54,84	50,12	47,18
MgO . . .	1,90	3,06	0,39	1,20	2,22
CO ₂ . . .	39,87	39,41	43,53	41,06	39,51
Organ. Subst.					
+ H ₂ O . .	5,06	5,57	0,28	6,88	7,53
	100,15	99,85	99,84	99,87	100,30

Die Berechnung ergibt hieraus:

CaCO ₃ . .	85,87	81,93	97,94	89,87	84,25
MgCO ₃ . .	3,99	6,42	0,82	2,51	4,66

In Wasser lösliche Salze:

	I	II	III
Im Ganzen	0,90 %	2,68 %	2,89 %
CaO	0,062	0,128	0,342
MgO	0,056	0,113	0,087
Na ₂ O	0,417	0,940	1,035
K ₂ O	Sp.	Sp.	Sp.
Cl	0,212	1,025	1,017
SO ₃	Sp.	Sp.	0,080

Von den interessanten Ergebnissen dieser Analysen wollen wir hier nur diejenigen berücksichtigen, welche in directem Zusammenhang mit unserem Thema stehen und versparen uns die Würdigung der anderen auf eine spätere Gelegenheit.

Für die Analysen wurden möglichst reine, abgepinselte Bröckchen genommen. Wenn daher auch geringe fremde Beimengungen vorhanden sein möchten, so sind die Differenzen in den Analysen I und II doch nicht durch Verunreinigungen zu erklären. Man könnte annehmen, dass im Pflanzengewebe eingeschlossene Bryozoen die Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung bedingen, allein die Analysen IV und V machen eine solche Deutung nicht wahrscheinlich; die Analysen lehren vielmehr, dass entsprechend dem veränderten spec. Gewicht die Zusammensetzung der unorganischen Einlagerungen, sogar des organischen Gewebes, und das gegenseitige Verhältniss derselben bei lebenden Algen innerhalb gewisser Grenzen schwankt. Während die dichte Alge 86 pCt. kohlensauren Kalk und 5 pCt. organische Substanz enthält, hat die lockere Varietät 82 pCt. kohlensauren Kalk und 6 pCt. organische Substanz; hingegen finden wir in dem tertiären Algenkalk von Syrakus 98 pCt. kohlensauren Kalk und nur 0,28 pCt. organische Substanz. Diese letztere Thatsache ist besonders bedeutungsvoll und wir müssen fragen: was wurde aus der Cellulosesubstanz in diesen fossilen Lithothamien?

Auf dem Bruch zeigen dieselben eine völlig weisse Farbe. Wäre dieser Kalk bituminös gefärbt, so könnte man an eine unvollständige Zersetzung der Cellulose denken, allein hier bleibt nur die Annahme übrig, dass eine vollständige chemische Umsetzung derselben stattfand und zwar aller Wahrscheinlichkeit nach in Kohlensäure. Die Kohlensäure entstand in allen Theilen des Algenkalkes und fand sich dann in allen vorhandenen Poren des Gesteins. Das Meerwasser, nach der Hebung zu Festland auch die Regenwasser, drangen in das Gestein und durchtränkten dasselbe. Ueberall fanden sie

in den Poren Kohlensäure und überall konnte das eindringende Wasser Kohlensäure absorbiren. Wie bekannt, vermag gewöhnliches Wasser nur wenig, angesäuertes Wasser dagegen sehr stark auf kohlen-sauren Kalk lösend einzuwirken. Und dieser Prozess fand und findet innerhalb eines Lithothamnium-lagers statt. Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn allmählich die organische Structur eines Algenkalkes undeutlich wird und wenn wir schliesslich dichte structurlose Kalke vor unseren Augen entstehen sehen.

In der schönsten Weise können wir diesen Prozess an dem schon erwähnten Algenlager von Syrakus verfolgen. An dem westlichen Ende des antiken Stadtbezirkes Euryelos sind die sogenannten Reiterkasernen des Dionys in den Felsen gehauen. Eine Treppe führt hinab und zeigt sehr deutlich das ganze Gestein aus Lithothamnienknollen aufgebaut. In noch höherem Maasse ist aber die Latomia dei Capuccini unterrichtend. Gleich beim Eintritt in diesen historisch berühmten und wegen seiner malerischen Veduten so vielbesuchten Steinbruch bemerkt man eine Felswand, wo sich die einzelnen Algenknollen noch trefflich von einander lösen lassen und deren Oberfläche durch die Verwitterung des weicheren Detritus, der die Zwischenräume der Algen ausfüllte, ganz höckerig ist, fast wie eine Nagelfluh. Ganz dieselbe Erscheinung zeigen im Hintergrunde des Steinbruchs 35 in hohe Felswände. Knolle liegt auf Knolle und nur die Ausfüllungsmasse der Zwischenräume ist herausgebröckelt; die Algen sind hier so vortrefflich erhalten, dass SOLMS-LAUBACH (l. c. pag. 18) die Art bestimmen konnte. Dann aber bemerkt man, wie die Knollen allmählich nur undeutlich herauswittern. Das Gestein hat nur noch eine annähernd höckerige Oberfläche. Andere Stellen derselben Wände lassen in allmählichem Uebergang die Knollenstructur immer undeutlicher werden und endlich vollständig verschwinden so dass schliesslich Kalkwände entstehen, wie in der benachbarten Latomia del Paradiso, wo man vergeblich nach Structur des Kalkes suchen wird. Weisse Kalkmassen von gleichmässiger Beschaffenheit, etwa wie ein dichter Süsswasserkalk, an dem eine Absonderung in dicke Bänke allein durch geringe Farben- oder Gesteinsmodificationen zu beobachten ist. Selbst dem Nichtgeologen drängt sich in der Latomia dei Capuccini die Ueberzeugung auf, dass die verschiedene Ausbildung des Gesteins in dem weitverzweigten Steinbruche nichts als die Folge eines allmählichen Umwandlungsprozesses ist, welcher die Knollenstructur eines Lithothamniumlagers nach und nach undeutlich macht und endlich vernichtet. Dass ein solcher Vorgang möglich ist, dass er stattfand, lehrten uns die Analysen. Wie sich hierbei

der Gesamthabitus des Gesteins ändert, das beobachtet man in der *Latomia dei Capuccini*. Nun wäre noch zu betrachten, wie sich dieser Vorgang unter dem Mikroskop darstellt.

So bedeutungsvoll das Studium mikroskopischer Schriffe für das Verständniss der Umwandlungsprozesse in vulkanischen oder plutonischen Gesteinen geworden ist, so wenig hat dasselbe bisher für die Genese der Sedimentgesteine ergeben. Eine weit ausgedehnte Porphyredecke kann auf Grund weniger Schriffe beurtheilt werden, aber eine Reihe von Schriffen genügt nicht, um die Zusammensetzung einer Kalkbank genetisch zu erklären. Die detritogenen, korallogenen, psammogenen und phytogenen Elemente sind wahrscheinlich auch in früheren Zeitperioden mit einander vergesellschaftet gewesen und nur das Ueberwiegen des einen oder anderen Baumaterials in organischen Kalken erlaubt uns in der Benennung einen Unterschied zu machen. Innerhalb der Lithothamnienknollen findet sich Kalkdetritus eingeschlossen, die Räume zwischen den einzelnen Knollen werden von eben solchen ausgefüllt, so dass das mikroskopische Studium nahe bei einander, vielleicht in einem Gesichtsfeld liegender Partien ganz verschiedene Resultate ergeben kann. Der Vollständigkeit halber habe ich in der Anstalt von R. Fuess in Berlin einige Schriffe von dem Algenkalk aus der *Latomia dei Capuccini* bei Syrakus anfertigen lassen, um das Stadium der Umwandlung genauer festzustellen und zu sehen, ob das mikroskopische Bild in Einklang mit der chemischen Analyse steht. Die Schriffe, von einer Felswand mit undeutlicher Knollenstructur entnommen, zeigten in $\frac{1}{3}$ des Gesteins das Gitterwerk der Zellenstructur wohlerkennbar, ein zweites Drittel war in Körnchen aufgelöst. Hier, wie bei dem ganz krystallinischen Rest, konnte nicht mit Sicherheit erkannt werden, ob es eingelagerter Detritus oder verändertes Algengewebe sei. An einigen Stellen fanden sich ausgezeichnet erhaltene Foraminiferen und zeigten sich dadurch detritogen, während andere körnige und krystallinische Partien umgewandeltes Pflanzengewebe zu sein schienen. Wie gesagt, ist es im einzelnen Fall kaum möglich, hierüber ein entscheidendes Urtheil abzugeben. Die Beobachtungen an recenten Algenlagern machen solches greiflich.

Fassen wir alle diese Beobachtungen und Erörterungen zusammen, so können wir in der ungezwungensten Weise erklären: den Kalkreichthum, den Cellulosemangel und die Structurveränderungen, welche wir an dem Algenkalk von Syrakus beobachteten. Ja wir dürfen nicht nur die Thatsache anerkennen, wir müssen sogar die Nothwendigkeit dieses Umwandlungsprozesses einräumen und können den Satz aus-

sprechen: wenn in einem geschlossenen Lithothamniumlager von grösserer Mächtigkeit Wasser circuliren kann, so muss der Algenkalk seine Structur verlieren und wird in einen structurlosen Kalk umgewandelt. Allein dieser Satz bedarf einiger Erläuterungen und wir müssen noch in Kürze auf die Einschränkung, welche darin enthalten ist, eingehen. Es ist leicht einzusehen, dass diese Metamorphose nicht vor sich gehen wird, wenn hangende thonige Schichten oder andere geologische bez. klimatische Umstände die Circulation des Wassers innerhalb des Algenlagers erschweren. Aber noch ein anderer Umstand kann bedingen, dass ein Kalk phytogenen Ursprungs diese seine Entstehung in allen Einzelheiten erkennen lässt. Wenn nämlich das mit Kohlensäure angereicherte Wasser rasch wieder den Kalk verlassen kann, so wird es nicht im Stande sein umkrystallisirend zu wirken. Solche Verhältnisse finden wir erstens bei sehr dünnen Bänken phytogenen Ursprungs, zweitens wenn sehr viel Kalk- oder Schlammdestritus zwischen die einzelnen pflanzlichen Parteen eingemengt ist, endlich wenn einzelne Lithothamnienknollen in einem Detrituskalk vorkommen oder Aestchen und Bruchstückchen derselben in solchem liegen. In allen diesen Fällen hat das durchsickernde Wasser nicht Zeit, mit der im Gestein vorhandenen Kohlensäure angesäuert auf dasselbe zu wirken — es sickert weiter und nachdringendes Wasser findet keine Kohlensäure mehr vor, wird daher auch nur unbedeutende Structurveränderungen hervorrufen können. Bei Girgenti liegen die alten Steinbrüche, aus deren Material Agrigent erbaut worden ist. Der pliocäne, sehr mächtige Kalk zeigt sich zusammengesetzt aus Schalendestritus mit Nulliporenästchen, Korallen, Bryozoen und anderen Bruchstückchen. Viele schön erhaltene Fossilien finden sich darin, besonders reichliche Pecten und Echiniden, daneben sind darin Lithothamnienknollen ziemlich zahlreich zerstreut. Den obigen Erörterungen gemäss sind dieselben erhalten als wenn sie frisch aus dem Meere kämen. Die Einzelheiten des Baues sind makroskopisch gut zu sehen, nur ist das Skelet viel fester geworden und der Querschliff zeigt, dass nur ganz geringe Structurveränderungen stattfanden. Die organische Zellsubstanz ist verschwunden, aber der parenchymatöse Bau noch trefflich erhalten. Wenn diejenige Menge Kohlensäure, welche im Regenwasser enthalten ist, im Stande wäre umkrystallisirend zu wirken, so wäre hier die beste Gelegenheit dazu gewesen; wenn wir dagegen beobachten, dass dieser Detrituskalk von Agrigent, dass ähnliche Kalke bei Valsavoia, bei Marsala und anderen Punkten Siciliens, trotzdem sie Jahrtausende lang

den Atmosphärien zugänglich waren, nicht zu dichten Kalken umgeändert wurden, so muss das Zweifel wecken an der metamorphischen Kraft der Tagewässer. An allen diesen Punkten finden sich Lithothamnienknollen im Detritus zerstreut und sind uns ebenso viele Beweise, dass Lithothamnien nur dann ihre Structur verlieren und krystallinisch werden, wenn sie in einem geschlossenen Algenlager von grösserer Mächtigkeit auftreten, dass sie aber in diesem Falle auch mit Nothwendigkeit ihre Structur verändern und verlieren müssen; dass dagegen einzelne Lithothamnien in trefflicher Weise erhalten bleiben können.

Aber noch etwas anderes lernen wir aus diesen Thatsachen. Das eine mal sind Kalkablagerungen, die ursprünglich wohl structurös waren, krystallinisch geworden, ein anderes mal sind Kalkablagerungen mit allen eingeschlossenen Fossilien unverändert. Hier wirkten wie dort die Tagewässer, aber dort fanden sie im Gestein eine reiche Kohlensäurequelle, hier fehlte dieselbe. Diese Thatsachen lehren uns: das in Kalkgesteine eindringende Wasser bringt nicht immer die zu einer Metamorphose nöthige Kohlensäure mit, sondern findet dieselbe im Gestein vor; und diejenigen Kalkablagerungen, welche phytogen sind, werden nothwendigerweise umkrystallisirt, während nichtphytogene Kalke meist verkittet und verfestigt, aber nicht structurlos werden.

Man kann nicht leugnen, dass unter gewissen Umständen eine Umkrystallisation nichtphytogener Kalke auf wässerigem Wege stattfinden kann und stattgefunden hat. Die Natur arbeitet zu mannichfaltig, um apodictische Gesetze des Werdens zu erlauben. Aber ich möchte darauf hinweisen, dass es auch innerhalb der Kalkgesteine eine Kohlensäurequelle geben kann, und dass man daher nicht nöthig hat, ungemessene Zeiträume zu Hülfe zu nehmen, wo es gilt die Entstehung eines dichten Kalksteins zu erklären. Denn viel Kohlensäure bewirkt in kurzer Zeit dasselbe, was geringe Mengen in „geologischen“ Zeiträumen.

Ich will an dieser Stelle nicht ausführen, dass Lithothamnien auf und um Korallenriffe eine so mächtige Verbreitung haben, und will diese Thatsache nicht auf geologischem Gebiete verfolgen; aber wir müssen noch eine andere Möglichkeit des Vorkommens von Kalkalgen in's Auge fassen: Wie liegen die Verhältnisse, wenn mächtige Bänke von Kalkalgen mit eben solchen Bänken von Kalkdetritus wechsellagern? Dass die ersteren krystallinisch werden, ist nach dem Gesagten leicht einzusehen; aber werden auch die letzteren verändert?

Nach meinen bisherigen Erfahrungen neige ich mich der Ansicht zu, dass solche Zwischenlager wohl verkittet und ver-

dichtet werden, dass sie aber ihre Entstehung aus Detritus, aus Globigerinen etc. immer auf dem Schliiff erkennen lassen, vielleicht auch mit blossen Auge durch ein fleckiges Aussehen als detritogen erkannt werden können. Allerdings habe ich solche Wechsellagerung in Sicilien nirgends beobachtet und beziehe mich im Wesentlichen auf geologische Thatsachen aus älteren Kalkablagerungen, wo wir fleckige struirte Kalke mit dichten structurlosen Bänken wechsellagern sehen. Das Problem ist zu interessant, um nicht etwas länger dabei zu verweilen und die Frage zu untersuchen: wie können krystallinische Kalke ohne Structur mit struirten Kalkbänken wechsellagern? und müssen wir zur Lösung dieser Frage unbekannte Ursachen oder gar einen chemischen Kalkabsatz annehmen?

Im vergangenen Sommer hatte ich Gelegenheit, die Dachsteinkalke des Todten Gebirges und des Dachsteins als Begleiter des Herrn Oberbergrath E. v. MOJSISOVICS genauer zu studiren, mit dessen Erlaubniss ich hier meine Beobachtungen veröffentliche. Da ich nur diese beiden Gebiete genauer kenne, muss ich die Thatsachen, Beobachtungen und Schlüsse auch auf sie allein beschränken. Es kann auch nicht meine Aufgabe sein, die Entstehung des Dachsteinkalkmassivs zu erklären, sondern, wie schon angedeutet, handelt es sich darum, die structurlosen dichten Kalke, welche in den rhätischen Horizonten jener beiden Gebiete eine so grosse Rolle spielen, auf ihre Entstehung zu prüfen und mit den übrigen Thatsachen in Einklang zu bringen.

Als Ausgangspunkt wähle ich die Schilderung der einschlägigen Verhältnisse, wie sie E. SUSS in den Sitzungsberichten d. kgl. Akad. d. Wiss. Bd. XXV, pag. 305 folgendermaassen giebt: „Der Dachsteinkalk (des Dachsteingebirges) „ist fast immer in Bänke von 1—4 Fuss Mächtigkeit gesondert „und von weisslichgrauer Farbe; hin und wieder schwimmen „in seiner Grundmasse bis faustgrosse Scherben und Bruch- „stücke eines anderen grell ziegelrothen oder ockergelb ge- „färbten Kalksteins, stellenweise wird er breccienartig und „liefert dann einen hübschen Marmor. Von Fossilien bemerkt „man darin die schon im Echerenthal angeführten Arten und „ausserdem Durchschnitte von hochgethürmten Gastropoden, „sowie von einer sehr grossen, von der Dachsteinbivalve ver- „schiedenen Muschel, deren einzelne Klappen im Schladminger „Loch 19 $\frac{1}{2}$ Zoll lang werden. In dem obersten Theil des „Dachsteinkalkes pflegt sich eine 1—2 Fuss mächtige Korallen- „bank einzuschalten und über derselben folgen Lagen von „weissem Kalk mit eigenthümlich gelben Flecken.“ Wir sehen aus diesen Worten, dass der petrographische Habitus derjenigen Kalke, welche das Dachsteinmassiv aufbauen, ein

ganz verschiedener ist, nämlich: Korallenkalke, dann fleckige breccienartige, und endlich ein Rest von homogener Grundmasse mit bunten, schwimmenden Scherben und vielen Durchschnitten grosser Mollusken. Dieselben drei Elemente finden wir am Todten Gebirge und nach den Angaben STUR's sind dieselben in allen Dachsteinkalken der Steiermark zu beobachten.

Der Kürze wegen nenne ich in Folgendem diejenigen Kalke und Kalkbänke, in welchen Lithodendren und andere Korallenreste wohl zu erkennen sind: korallo gen. Hingegen bezeichne ich fleckige breccienartige Kalke als detritogen. Da ein grobkörniger Muschel- etc. Detritus andere physikalische Verhältnisse darbietet als ein fein zerriebenes oder aus zarten Kalkresten entstandenes Kalkpulver, unterscheide ich ein so entstandenes Kalkgestein als psammogen, und es bliebe nur noch der Ausdruck phytogen für solche Kalke, welche ihrer Hauptmasse nach aus Kalkalgen entstanden sind.

Zu den korallo genen Gesteinen unseres Gebietes gehören in erster Linie die mächtigen ungeschichteten Kalkwände, welche sich an die wohlgebankten Dachsteinkalke gegen die Centralalpen zu anlehnen. Am hohen Göll, Tännengebirge, Dachstein, Grimming sehen wir von Süden eine schichtungslose Felsmauer vor uns, und in den Schutthalden am Fusse der unersteiglichen Wände findet man eine überraschende Menge trefflich erhaltener Korallen. Das Verhältniss der schichtungslosen zu den gebankten Kalken sieht man sehr deutlich am Ostabhang des Grimming von der Eisenbahn nahe Steinach-Irdning. Es macht dort den Eindruck, als ob die südliche ungeschichtete Masse den unteren Horizonten der gebankten Kalke entspräche; jedenfalls sind beide eng verbunden und nicht zu trennen. Die durch tektonische Störung stark geneigten Bänke verlieren sich allmählich in der Rifflasse, deren Korallenreichthum wir schon erwähnten. Sodann treten korallo gene Kalke auch in den oberen Horizonten unserer Gebiete auf und können nach den Angaben von SUSS und STUR geradezu charakteristisch genannt werden für den oberen Dachsteinkalk der Steiermark. Nur in seltenen Fällen finden sich Megalodontiden in korallo genen Bänken und STUR¹⁾ erwähnt als eine solche Ausnahme den Schwarzenbachgraben im Königsbachthal. Dort kommen Megalodonten und Lithodendren in derselben Bank vor. Aber regelmässig sind diese korallo genen Bänke eingeschaltet und zwischengelagert zwischen dichte homogene Kalke mit den erwähnten „schwimmenden Scherben“ und sehr grossen Megalodontiden. So sagt SUSS l. c. p. 303: „Auf dem Wege von hier gegen den höheren hinteren Ochsen-

¹⁾ Geologie der Steiermark pag. 400.

„kopf stösst man nicht weit über der Korallenbank auf weisse „Kalke mit gelben Flecken, überlagert von einigen Bänken „eines sehr reinen, weissen Kalkes mit zahlreichen Dachstein- „bivalven, ganz wie am Hierlatz.“ Ich brauche diesen Worten keine weiteren Erläuterungen zuzufügen, und wir können eine zweite Ausbildungsweise unserer Kalke in's Auge fassen:

Detritogene Gesteine finden sich innerhalb der Dachsteinkalke sehr häufig. Vielfach entstanden sie aus gleichmässig weissgefärbten Bruchstücken, dann sind sie auf dem Bruche homogen; wenn sie aber den Atmosphärlilien ausgesetzt waren, wittern auf der Oberfläche die härteren Elemente heraus und zeigen bisweilen eine treffliche schichtenförmige Anordnung. Leichter ist die detritogene Entstehung zu erkennen, wenn die Detritusbruchstückchen verschieden gefärbt waren. Solche graubräunliche, schwarzgefleckte Kalke, oft oolithisch entwickelt, sind in unseren Gebieten eine sehr häufige Erscheinung (besonders schön auf dem Weg von der Elmgrube zu den rothen Kögeln im Todten Gebirge), sie zeigen in dem Dünnschliff ein so wechselndes Bild, wie es die Verschiedenheit ihrer wohlverkitteten Elemente erwarten lässt.

Zwischengelagert und wechsellagernd mit den eben beschriebenen korallogenen und detritogenen Kalken beobachtet man mächtige Kalkmassen, an denen die vielfachen mikroskopischen Untersuchungen keine besondere Structur nachweisen konnten, und über deren Entstehung ebensoviel Hypothesen als Zweifel möglich sind. Ihrer genetischen Erklärung bereitet der Umstand die meisten Schwierigkeiten, dass sie mit struirten Kalkbänken wechsellagern. Sie kommen vor verbunden mit korallogenen und detritogenen Kalkbänken und wenn man annehmen wollte, dass sie ebenso entstanden sind und später durch Umkrystallisation ihre Structur verloren, so war das nur unter der Voraussetzung möglich, dass die eindringenden Tagewässer mit ihrer Kohlensäure diesen Process hervorriefen. Aber warum blieb die eine Bank verschont und die andere nicht? Das angesäuerte Wasser dringt durch eine Bank A und krystallisirt sie um, dann dringt sie in die liegende Bank B und zerstört deren Structur nicht, endlich in einer liegendsten Bank C wirkt es wie in A? Warum finden wir in anstehenden Kalken Versteinerungen, warum sind die tertiären Kalke Siziliens nicht umkrystallisirt, warum finden wir in den jurassischen Kalken Schwabens so häufige Pseudomorphosen und so wenig structurlose Kalke? etc. Alle diese Fragen mussten sich dem Forscher aufdrängen und die Schwierigkeiten vermehren. Keinerlei Structureigenthümlichkeiten der dichten Dachsteinkalke gaben die Lösung des Räthfels und doch mussten die Kalke bei ihrer Entstehung eine gewisse Structur

gehabt haben, denn fast alle Forscher, die sich eingehender mit den Dachsteinkalken der Steiermark beschäftigt haben, sprechen sich für eine korallenähnliche, d. h. organische Entstehung derselben aus. So sagt STUR l. c. pag. 402: „dass „der Lithodendron- und Dachsteinbivalven-führende Kalk der „Steiermark die Anzeichen einer raschen Bildung (Korallen- „bildung) an sich trägt“, und FUCHS sagt in seinem Vortrag über Tiefseefaunen (Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1882, pag. 67): „Der weisse Dachsteinkalk mit seinen grossen Me- „galodonten ist aber ohne Zweifel eine Seichtwasserbildung, „die nach Art unserer heutigen Korallenriffe entstand.“ Und wenn ich hier, bei der Besprechung nordalpiner Verhältnisse einen Satz über die südtiloler Dachsteinkalke anziehen darf, sagt E. v. MOJSISOVICs in seinen „Dolomitriffen von Südtirol und Venetien“ pag. 76: „Gegen die Annahme einer Bildung „auf tiefen Meeresgrund sprechen mancherlei Gründe Zu „Gunsten dieser Auffassung könnte nur das durch PETERS „constatirte Vorkommen von Globigerinen im Dachsteinkalk „des Echernthales bei Hallstadt in das Treffen geführt werden. „Durch die wichtigen Ergebnisse der englischen Challenger- „Expedition wurde indessen nachgewiesen, dass die Globige- „rinen, weit entfernt in den grossen Tiefen, in denen man ihre „zu Boden gesunkenen Gehäuse findet, zu leben, im Gegentheil „blos die oberflächlichen Schichten des Oceans bevölkern. „Daraus dürfte wohl zu folgern sein, dass reine, durch mecha- „nisches Sediment ungetrübte Meeresregionen den Lebens- „bedingungen der Globigerinen besonders entsprechen. Die „Tiefe des Meeres erscheint nebensächlich. Es ist sonach „nicht abzusehen, warum diese, in ungeheurer Individuenzahl „an der Oberfläche des Meeres flottirenden Thierchen nicht „auch in der nächsten Nachbarschaft von lebenden Riffen, „wo die äusseren Verhältnisse ihrem Gedeihen häufig günstig „sein werden, gedeihen sollen?“

Nach diesen Erläuterungen fällt die Annahme, dass der Dachsteinkalk eine Tiefseebildung sein müsse, und ich kann nur einige ergänzende Beobachtungen zur weiteren Widerlegung derselben hinzufügen.

Wie das häufige Vorkommen von unterliassischen Hierlatschichten beweist, war der Dachsteinkalk am Dachstein und am Todten Gebirge von Crinoidenkalken überlagert; jetzt sind dieselben meist denudirt und nur Denudationsreste kommen noch zur Beobachtung. Durch viele Forscher ist nachgewiesen, dass diese Liaskalke discordant auf den räthischen Dachsteinkalken lagern, und ich selbst habe viele solche, zum Theil überraschende Vorkommnisse gesehen. Die meist hellrothe Farbe der Liasschichten lässt sie auf weite Entfernung leicht

erkennen. Es muss besonders hervorgehoben werden, dass diese Hierlatzkalke sehr oft in Taschen oder Rinnen eingelagert sind. Gewöhnlich findet sich eine sinterähnliche Kalkspathauskleidung 1—6 cm dick zwischen Dachsteinkalk und Liaskalk, so dass man Handstücke von diesen drei Elementen schlagen kann. Eine ganz entsprechende Erscheinung konnte ich zwischen Lentini und Valsavoia in Sicilien beobachten. Dort durchschneidet die Eisenbahn einen jungtertiären Kalkhügel (Detritus mit einzelnen Lithothamnienknollen). Auf der westlichen Abdachung des Hügel gegen den Malaria-see Biviere di Lentini bemerkt man viele fussbreite, kreisrunde Vertiefungen. In dem Eisenbahndurchschnitt sieht man, dass es die Oeffnungen von Kalkorgeln sind, welche sich mit nahezu gleichem Durchmesser 1—2 m tief cylindrisch in den Kalk senken. Sie sind eine Erosionserscheinung bekannter Art und mit Trümmerwerk ausgefüllt. Am Grunde sind sie mit einer 2—4 m dicken Sinterschale ausgekleidet. Das Meer ist nicht fern, doch vermag ich nicht zu entscheiden, ob die Orgeln eine Wirkung des Meeres, der Atmosphärien oder des nahen See's sind. Nur scheint mir die Sinterauskleidung das Weitergreifen der Erosion verhindert zu haben, nachdem sie während eines kurzen Stillstandes derselben entstanden waren. In entsprechender Weise vermüthe ich, dass die Sinterbildung am Grunde der Rinnen im Dachsteinkalk eine ähnliche Rolle gespielt habe — ohne auf diese Meinung viel Gewicht legen zu wollen.

Zur Frage nach der Entstehung jener Rinnen im Dachsteinkalk, in welchen nachträglich die liassische Crinoidenbreccie abgelagert wurde, möge noch Folgendes mitgetheilt werden: nach vielen Berichten und nach meinen eigenen Erfahrungen hat das Meerwasser grosse Fähigkeit Kalk zu lösen. Wie auch hierbei der so vielfach betonte Strukturunterschied verschiedener Muscheln sich geltend macht, sieht man trefflich an der südsicilianischen Küste bei Marsala, sowie an der gegenüberliegenden nordafrikanischen Küste bei Tunis. Das Küstengestein ist ein pliocäner Detrituskalk mit eingestreuten Kalkschalen etc. Nahe dem Wasserspiegel finden sich Pecten-schalen, wie ein Gletschertisch herausgewittert und oft auf einem 8 cm hohen Stiel. Wahre Karrenfelder aber bildet die Brandung an der oben erwähnten Küste von Sorrent und besonders an der Westküste der Insel Capri. An Tiefe werden sie den Karrenfeldern im Dachsteinkalk wenig nachgeben, nur sind sie viel rauher und zerrissener. In vielen Fällen mag dies von Organismen herrühren. *Litorinella glabrata* sitzt an den Felsen zu Tausenden in kleinen, höchst wahrscheinlich selbstgegrabenen Höhlungen, und Algen bilden nahe dem Meeresniveau ganze

Rasen. Es ist allbekannt, dass wachsende Wurzeln sich in polirte Marmorplatten einzugraben vermögen — in ähnlicher Weise fressen sich wahrscheinlich auch Corallineen, Florideen, Confervaceen in die Kalkfelsen ein. Jedenfalls sind die vom Meere gegrabenen Karrenfelder rau und uneben im Gegensatz zu den völlig glatten Karren, welche durch Schnee und Regen erzeugt werden. So oft ich nun die Oberfläche der Rinnen entblöste, in welchen Hierlatzkalke abgelagert waren, fand ich dieselben rauhen Flächen, wie sie von den brandenden Wogen in den Apenninkalk von Sorrento und Capri gegraben werden. Wir finden durch diese Beobachtung das bestätigt, was aus anderen Thatsachen längst erschlossen wurde: zu Beginn der Liaszeit war der Dachsteinkalk hartes Gestein und der Brandung zugänglich, befand sich also nahe der Meeresoberfläche.

Unter der Klausalm bei Hallstadt beobachtet man eine Breccie aus dichten Dachsteinkalkbrocken, welche von unterliassischen, Brachiopoden-führenden Crinoidenkalken verkittet sind. Auch diese Thatsache beweist den vorhergehenden Satz. Ein Gestein kann erst dann zerbrochen werden, wenn es verhärtet ist, also muss der Dachsteinkalk in unserem Gebiete zu Beginn der Liaszeit ein hartes, dichtes Gestein gewesen sein.

Aber diese Thatsachen erklären noch immer nicht den Kernpunkt unseres Problems. Es genügt nicht nachzuweisen, dass der Kalk zu Beginn der Liaszeit hart war; wir müssen beweisen können, dass er als hartes Gestein riffähnlich entstand, dass er während seiner Entstehung schon hart war. Für diesen Beweis können uns die korallogenen oder die fleckigen detritogenen Bänke im Liegenden oder im Hangenden nichts nützen, denn der betreffende Kalk ist von gleichmässig krystallinischer Beschaffenheit. Doch man wies an einer Localität 80 pCt. Foraminiferen darin nach — warum kann es nicht ein verhärteter und nachträglich durch die Wirkung kohlsauren Wasser umkrystallisirter Foraminiferenschlamm sein? Diese Annahme liegt nahe, und doch hat PETERS¹⁾ nur im Echerththal solche Mengen von Globigerinen gefunden und sagt in seiner Arbeit ausdrücklich, dass er in anderen dichten Kalken des Dachsteins wenig oder keine Foraminiferen fand, hingegen beschreibt er von einer anderen Localität Bruchstückchen von Kalkalgen in einem eben solchen Kalk. Die alte Frage tritt hier auf's Neue entgegen, warum blieben die Foraminiferenschalen nur im Echerththal erhalten, warum zeigen die anderen dichten Dachsteinkalke vereinzelte kleine Gastropodenreste, aber keine Globigerinen? Aus diesen

²⁾ Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. f. 1869.

und anderen Gründen hat daher PETERS keineswegs die dichten Dachsteinkalke überhaupt aus Foraminiferenschlamm entstehen lassen — aber damit ist ihre Entstehung noch immer räthselhaft und es könnte noch immer die Hypothese aufgestellt werden, dass es ein umkrystallisirter Kalkschlamm gewesen sei. Um die Unwahrscheinlichkeit dieser Annahme zu zeigen und die Frage befriedigend zu lösen, wollen wir auf die physio-graphischen Eigenschaften der dichten Bänke im Dachsteinkalk näher eingehen und dieselben discutiren.

Einen trefflichen Angriffspunkt bieten uns die Megalodontiden und die „schwimmenden bunten Scherben“. Wie bekannt, ist die Fauna des Dachsteinkalkes arm; nur in den dichten Bänken, welche uns hier interessiren, findet man als charakteristische Versteinerung die Dachsteinbivalve. Der Name schon beweist, welche Verbreitung diese grossen Muscheln in unseren Kalken haben, so dass selbst die Alpenbewohner besondere Namen für dieselben haben. Von hoher Bedeutung ist die schon erwähnte Thatsache, dass Megalodontiden und Korallen sich fast regelmässig gegenseitig ausschliessen. Im Allgemeinen lässt sich eine Zunahme der Grösse dieser Thiere feststellen, dergestalt dass die unteren Horizonte mehr mit Megalodonten, die oberen mehr mit Dicerocardien, Isocardien etc. gespickt sind. Auf dem Weg von der Simonyhütte gegen das Niedere Kreuz beobachtet man Durchschnitte von 60 cm grossen Thieren, die an den Wirbeln 10 cm Schalendicke haben (die Führer nennen sie versteinerte Fische wegen der convergent strahligen Anordnung der Kalksäulchen). In der gesammten Fauna der Vorwelt finden wir so grosse Bivalven und in solcher Häufigkeit nicht wieder; nur die Rudisten bieten Vergleichspunkte, wie schon ihre genetischen Beziehungen vermuthen lassen. Die Rudisten aber sind Küstenthiere. Auch in der gegenwärtigen Fauna müssen wir uns nach ähnlich grossen Formen lange vergeblich umsehen. Einzig die lebende *Tridacna* hält den Vergleich mit den Megalodontiden aus (s. MOJSSISOVICS, Dolomitriffe pag. 70). *Tridacna* lebt im rothen Meer, im stillen und indischen Ocean auf den Korallenriffen sehr nahe der Meeresoberfläche. Nach einer Mittheilung, die ich Herrn Prof. E. HAECKEL verdanke, muss man sich beim Korallenbrechen während der Ebbe sehr in Acht nehmen, dass man nicht unversehens in eine halbgeöffnete *Tridacna* greift. Die Thiere sind plump und bewegen sich wahrscheinlich nie von der Stelle. Durch die Liberalität meines Lehrers E. HAECKEL konnte ich eine Reihe von Korallenblöcken der ceylonischen Riffe untersuchen, über die ich hier vorgreifend berichten will, dass an einigen derselben *Spondylus*- und *Pecten*-Schalen durch das Wachstum des Korallencönen-

chymys völlig angeschmolzen sind. Dass die viel schwerere *Tridacna* meist ein ähnliches Schicksal trifft, ist sehr wahrscheinlich. Bei Schilderung der Secca della Gajola erwähnte ich, dass die Lithothamnien sehr oft Muschelschalen umwachsen und einhüllen, so dass es unmöglich ist, die Schale intact aus der Algenhülle zu lösen; sie bricht leichter mit als ohne dieselbe. Wem fällt bei dieser Gelegenheit nicht ein, dass die Dachsteinbivalven sich beinahe nie aus dem Kalk lösen, dass die häufigste Versteinerung der Kalkalpen zu den seltenen Stücken einer Sammlung gehört. Sollte diese Thatsache so ganz bedeutungslos sein?

Wohl giebt es gewisse Stellen (Echerndal bei Hallstadt etc.), an denen geschickte Arbeiter die Muscheln relativ leicht herauslösen, aber meist stecken sie dann nicht im weissen Dachsteinkalk, sondern in einem gewöhnlich rothen, detritogenen Sediment, welches in scharf umschriebenen Flecken vorkommt.

Vergleichen wir mit dieser eigenthümlichen innigen Einkittung der Dachsteinbivalven die Verhältnisse in einem ebenso dichten, aber nachweislich psammogenen Kalk, dem Solenhofer Schiefer. Hier lösen sich die zartesten Objecte trefflich und leicht. Man denke an andere dichte, psammogene Kalke der deutschen Trias und des Jura — überall erfahren wir auf's Neue, welcher Gegensatz besteht zwischen der Erhaltung der Thierreste im dichten Dachsteinkalk und der in nachweislich psammogenen Kalken. Ja selbst die rhätisch-alpinen Kalke können uns Beweise für diesen Gegensatz bringen, da es verschiedene Stellen im Dachsteinkalk giebt, wo eine ziemlich reiche Fauna aus dem Gestein leicht zu lösen ist (s. die Fossilienlisten bei STUR, l. c. pag. 406). Warum sind an diesen seltenen Punkten, in diesen geringen Schichten die kleinen Fossilien lösbar, hingegen in den weitverbreiteten dichten Kalkbänken die grossen Bivalven so fest eingeschmolzen?

Allein nicht nur der Erhaltungszustand der Dachsteinbivalven spricht gegen eine psammogene Entstehung des umgebenden Gesteins, auch die Existenzbedingungen der Thiere selbst lassen sich damit nicht in Einklang bringen.

In seiner vergleichenden Physiologie pag. 379 sagt R. LEUCKART: „Die wesentliche Bedeutung der Schale ist die „eines Schutzapparates und diese kann natürlich umsomehr „erfüllt werden, je stärker und umfangreicher die Schale er- „scheint. Es ist in dieser Beziehung nicht ohne Interesse, „wenn wir wahrnehmen, wie im Allgemeinen bei den die „Küsten bewohnenden Mollusken eine dickere und festere Be- „schaffenheit des Gehäuses vorkommt, als bei denjenigen Arten, „welche in der hohen See leben; wenn ferner Süßwassermol-

„lusken weit zartere Schalen besitzen als die oceanischen Formen je nach dem Schutzbedürfniss, das ebenso wechselt als „Lebensweise und Aufenthalt.“ Nach den übereinstimmenden Beobachtungen aller Autoren finden sich kräftig beschalte Muschelthiere nur an der felsigen Küste oder auf Korallenriffen, auf gröberem Sand oder auf dem festen Rost, welchen Korallen oder andere kalkbildende Organismen in verschiedener Tiefe des Meeres bilden. Die Muscheln des Schlammes sind mit wenigen Ausnahmen zart und dünnchalig. Dieses hängt von den physikalischen Verhältnissen der Sedimente ab, eine Thatsache, die wir hier nur flüchtig skizziren können:

Es ist eine interessante, bis jetzt noch nicht gewürdigte Erscheinung, dass Fremdkörper, somit auch Thierreste in schlammigem Sediment einsinken. Innerhalb der Sandregion nicht; dort leben die meisten Muscheln mehrere Centimeter tief unter dem Sand und strecken nur ihre langen Siphonen durch denselben herauf, die abgestorbenen Schalen aber liegen oberflächlich und werden durch die Bewegung des Wassers mit Sand zugedeckt und eingebettet. Sobald aber das Sediment feinkörnig, schlammig wird, bei Neapel in 30—50 m Tiefe, liegen die physikalischen Verhältnisse ganz anders. — Das Meer hat bei einem Sturm sein Ufer aufgewühlt, sein Wasser ist getrübt durch kleine schwebende Theilchen, die weit hinausgeführt werden und dort langsam zur Tiefe sinken. Mit der Tiefe nimmt die Dichte des Wassers zu, bei 30 m steht es schon unter dem Druck von drei Atmosphären. Dieser zunehmenden Dichte entsprechend wird das feine Schlamm-pulver immer langsamer sinken und wenn sein Volumen gleich bleibt, so wird die Dichtigkeitsdifferenz zwischen Wasser und Sedimenttheilchen immer kleiner. So finden wir in gewissen Tiefen stets ein ganz lockeres Sediment. Nach den Erfahrungen aus dem Golf von Neapel wird es erst in mehreren Metern Tiefe etwas consistenter. Die Beobachtung ist nicht neu; man erinnere sich der Schilderungen von dem Globigerinenschneefall am Grund des Oceans, man erinnere sich in wie seltenen Fällen durch die Dredgungen des Challenger ein dichtes Sediment mit einer reichhaltigen Fauna gefunden wurde und wie viele Tiefseeexpeditionen vorher nichts als lockeren „Globigerina-ooze“ gefunden hatten. Bei einem Brückenbau im Zürichersee konnte man feststellen, dass das petrographisch gleichartige Sediment erst in 6 m Tiefe fest war.

Aus den eben dargelegten Verhältnissen erklärt sich, dass man im Schlamm-sediment nur kleine, dünnchalige, oft tellerförmig-platte Mollusken findet und dass alle grösseren und schwereren Fremdkörper dort auf einer langsamen Wanderung in die Tiefe des Sedimentes

begriffen sind. Für einen Globigerinenschlamm, für einen chemischen coccolithenartigen Kalkabsatz gelten dieselben Verhältnisse; und dieser Gedanke ist es, den FUCHS in den Worten ausspricht: „Der weisse Dachsteinkalk mit seinen „grossen Megalodonten ist aber ohne Zweifel eine Seicht- „wasserbildung, die nach Art unserer heutigen Korallenriffe „entstand.“ Denn man denke sich Isocardien auf einem Kalkschlamm aufliegend, die nach Analogie mit *Tridacna* 50 klgr Gewicht gehabt haben — unzweifelhaft müssen sie einsinken und zwar in solche Tiefe des Schlammes, dass sie wegen Mangel an genügend langen Siphonen ohne Athem- resp. Nahrungswasser sind. Wenn man auch in vielen Schriffen von Dachsteinkalk Globigerinen fände, so ist dadurch keineswegs bewiesen, dass die Hauptmasse der dichten Kalke psammogen entstand, denn: die Lebensbedingungen der Megalodontiden lassen sich nicht vereinen mit einer Entstehung des dichten Dachsteinkalkes aus Kalkschlamm, sie verlangen vielmehr eine feste steinige Unterlage und ihre dicken Schalen deuten auf einen Aufenthalt in bewegtem Wasser.

In den oberen, seltener in tieferen Horizonten der weissen structurlosen Dachsteinkalke werden eigenthümliche Einschlüsse beobachtet, welche grösstentheils in den Starhemberger Schichten gezogen werden. SUESS beschreibt dieselben trefflich als „schwimmende Scherben eines grellziegelrothen oder ocher- gelb gefärbten Gesteins“. In einzelnen Fällen konnten wir feststellen, dass es eigenthümlich umgewandelte Bivalvenschalenstücke waren, in der weitaus grössten Anzahl der Fälle war eine solche Erklärung durch Grösse und Form widerlegt. Auch das discordant eingreifende Liassediment bildet oft ähnliche Flecke, aber die meisten sind Bildungen eigener Art. Scharf schneiden sie gegen den weissen Dachsteinkalk ab und man muss sie für ursprüngliche Höhlungen halten, die durch ein heteropisches Schlamm sediment ausgefüllt wurden. Die Flecke zeigen keinerlei Anordnung in Schichtenzonen, sind aber selbst in vielen Fällen papierdünn geschichtet. Die Form des Fleckes mag sein wie sie will — das oft roth und gelb gebänderte Sediment in denselben ist in horizontalen Schichten abgesetzt. Nur in manchen Fällen fehlt diese horizontale Schichtung und dann macht es gewöhnlich den Eindruck, als ob das bunte Sediment in zähflüssigem Zustand über den Rand einer Höhlung geflossen sei. Es ist bald sandig, bald sehr feinkörnig. Einige tausend Schritt von der Simonyhütte gegen die Westmoräne von Karls Eisfeld ist ein grosser derartiger rother Fleck ganz mit Brachiopoden erfüllt. Fast alle diese Thiere sind einander parallel so orientirt, wie lebende

Brachiopoden mit ihrem Stiele angeheftet sind, und der erste Blick lehrt, dass sie in einer Höhlung gelebt haben, später von übergeflossenem Schlamm eingehüllt und begraben wurden.

Solche Verhältnisse hat FUCHS im Auge, wenn er ¹⁾ sagt: „Suess erwähnt, dass die sogen. Starhemberger Schichten, welche aus den Anhäufungen gewisser kleiner Brachiopoden bestehen, stets in der Form isolirter Nester im Dachsteinkalk auftreten und fügt noch hinzu, dass diese Nester sich zugleich durch ihre rothe Färbung von dem weissen Dachsteinkalk unterscheiden.“

„Der weisse Dachsteinkalk mit seinen grossen Megalodonten ist aber ohne Zweifel eine Seichtwasserbildung, die nach Art unserer heutigen Korallenriffe entstand, wogegen die Fauna der Starhemberger Schichten den Charakter einer Tiefseebildung an sich trägt.“

„Stellen wir uns nun vor, dass der Dachsteinkalk thatsächlich ein Riff gewesen, dass dieses Riff von Höhlungen durchzogen war; nehmen wir ferner an, dass sich in diesen Höhlungen eine Brachiopodenfauna vom Charakter der Tiefseebrachiopoden angesiedelt, und dass schliesslich die Höhlungen durch diese Schalen sowie durch hineingeschwemmte „terra rossa“, die sich ja stets an der freien Oberfläche von Korallenriffen vorfindet, ausgefüllt wurden, so haben wir genau jene Verhältnisse vor uns, wie sie Suess vom Dachsteinkalk und den Starhemberger Schichten schildert.“

Ich habe diesen Passus citirt, um durch den Mund so bekannter Forscher wie Suess und Fuchs bestätigen zu lassen, dass die rothen Flecke im weissen Dachsteinkalk keine exotischen Blöcke sind, sondern dass wir es hier mit scharfumschriebenen, durch ein heteropisches Sediment ausgefüllten Lücken zu thun haben.

Bei Schilderung der Wachstumserscheinungen an einem lebenden Lithothamniumlager sahen wir, wie nicht alle Algen zu einer regelmässigen Knolle anwachsen, dass sehr viele durch mancherlei Wachstumsstörungen die verschiedensten Formen annehmen. Wir sahen weiter, wie die Knollen durch Bryozoen übersponnen und festgeklebt werden. Alle diese Umstände bedingen, dass während des Wachstums eines Lithothamniumlagers mancherlei Lücken entstehen können, welche durch Detritus ausgefüllt werden. Geht dieses Wachstum seinem Ende entgegen, nimmt die Wachstumsenergie der Algen ab oder treten Umstände ein, welche verzögernd auf das Algenleben wirken, so werden grössere Stellen eine Zeit lang in ihrem Wachstum zurückbleiben. In diese Lücken wird ge-

¹⁾ Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1882, pag. 67.

schichteter Detritus geschwemmt, mancherlei Thiere leben darin, die Lücken werden später wieder überwachsen und an anderen Stellen bilden sich neue Lücken.

Aber alle diese Erscheinungen sind nur unter der Voraussetzung möglich, dass der Kalk nicht psammogen ist, sondern dass der dichte weisse Dachsteinkalk schon während seiner Entstehung hart war.

Nun erinnere man sich des oben aufgestellten Satzes: „aus dem sich verändernden Verhältniss von phytogenem und detritogenem Kalk können wir die Lebensgeschichte eines Algenlagers herauslesen“ und berücksichtige die Thatsache, dass in den tieferen Horizonten des weissen Dachsteinkalkes die bunten Flecke selten und klein sind, in den obersten Horizonten gegen Ende der rhätischen Periode aber an Grösse und Häufigkeit immer zunehmen. In Allem, in dem Reichthum an grossen Mollusken, in dem Erhaltungszustand derselben, in den bunten Flecken und nicht weniger in der Structurlosigkeit der dichten weissen Bänke finden wir Stützen für die Annahme, dass sie phytogen sind und zwar aus lithothamnienähnlichen Kalkalgen entstanden. Gerade die Structurlosigkeit, welche bisher eine genetische Erklärung der Dachsteinkalke am meisten erschwerte, ist ein wesentlicher Beweis für unsere Hypothese.

Korallogene Kalke mit deutlich erhaltenen Korallen, detritogene Bänke von fleckigem Aussehen oder deutlicher Schichtung (angewitterte Flächen), Gesteine, welche 80 pCt. Globigerinenschalen erkennen lassen, Kalkeinlagerungen mit trefflich erhaltenen Versteinerungen — sie alle finden wir vergesellschaftet mit dichten Kalkmassen, an denen keine Structur zu erkennen ist. Dichte Bänke wechsellagern mit korallogenen, wechsellagern mit detritogenen Bänken. Die Fossilien und die merkwürdigen Einlagerungen derselben verlangen, dass diese dichten structurlosen Kalkbänke als hartes Sediment entstanden, dass sie eine Structur gehabt haben.

Da nun alle jene anderen Kalke noch treffliche Structuren zeigen, müssen gewisse Umstände gewaltet haben, durch welche nur gewisse Bänke structurlos wurden. Die Möglichkeit, dass ein Kalk umkrystallisirt, hängt wesentlich von der Kohlensäuremenge ab, welche im circulirenden Wasser enthalten ist. Das Wasser dringt durch alle Gesteine gleichmässig — wenn es nicht gleiche Wirkungen überall ausübte, so müssen locale Ursachen für diese localen Wirkungen angenommen werden, oder mit anderen Worten: die geringen Mengen Kohlensäure, welche die eindringenden Tagwässer enthalten, reichen in den meisten Fällen nicht hin, um tiefgreifende Structurveränderungen in einem

Kalkstein vorzunehmen; es muss vielmehr eine Kohlensäurequelle daselbst gegeben sein, wenn ein Kalk auf wässerigem Wege umkrystallisiren soll. Solcher Kohlensäurequellen können verschiedene sein. Vulkanische Thätigkeit kann Kohlensäure liefern, vielleicht auch noch andere Umstände. Eine reiche Kohlensäurequelle findet sich aber in den Kalkalgen, und zwar in allen Theilen eines Algenlagers in gleicher Weise vertheilt. Die Latomia dei Capuccini bei Syrakus und die chemische und mikroskopische Untersuchung des dortigen Algenlagers lehrt, dass diese Kohlensäure wesentliche Structurveränderungen hervorrufen kann. Der Vergleich anderer tertiärer Kalke lehrt, dass ohne diese endogene Kohlensäure in gleichalterigen Kalken keine wesentliche Veränderung der Structur, nicht einmal bei Lithothamnien eintrat.

Wenn daher die dichten Bänke des Dachsteinkalkes am Dachstein und im Todten Gebirge aus Lithothamnien-ähnlichen Kalkalgen entstanden, so müssen sie ihre Structur durch die endogene Kohlensäure verloren haben, und nur unter besonderen Umständen wäre es möglich, dass man darin local noch Algenstructur nachweisen könnte.

Wir gingen von der Frage aus: Wie können krystallinische Kalke ohne Structur mit struirten Kalken wechsellagern? Die Antwort darauf lautet: Wenn in den betreffenden Kalkbänken reiche Mengen Kohlensäure vertheilt waren.

Die zweite Frage war: müssen wir zur Lösung jener Frage unbekannte Ursachen oder gar einen chemischen Kalkabsatz annehmen? Wir antworten darauf: Nein, denn die noch heute in allen Meeren in den verschiedensten Tiefen verbreiteten Lithothamnien vereinigen, besonders wenn sie als geschlossenes Lager auftreten, Kalkreichthum (86 pCt.) mit den Bedingungen zu endogener Entwicklung von Kohlensäure, und die Lithothamnienlager Siciliens lassen den Umwandlungsprocess in fast reine (98 pCt.) krystallinische Kalke deutlich verfolgen.

Wir haben das Problem an dem Beispiel der Dachsteinkalke im Todten Gebirge und Dachstein discutirt; wir haben gesehen, dass die Dachsteinkalke gemischter Entstehung sind, dass korallogene, detritogene, psammogene Kalke sich daran betheiligen; wir zeigten, wie die dichten structurlosen Bänke, welche mit jenen wechsellagern, anderen Ursprungs sein müssen und stellten die Hypothese auf, dass sie phytoßen seien. Sind sie das, so ist ihre Structurlosigkeit nicht wunderbar, sondern

nothwendig und alle ihre anderen physiographischen Eigenthümlichkeiten erklären sich in ungezwungener Weise; es können sogar nicht unbedeutende Einlagerungen von Globigerinen darin vorkommen. — Es kann indess nicht meine Absicht sein, die Entstehung des Dachsteinkalkmassivs im Einzelnen zu verfolgen. Wenn korallogene, detritogene, psammogene Kalke mit phytogenen wechsellagern, so werden jene verkittet und verfestigt, diese aber umkrystallisirt; denn das eindringende Wasser metamorphosirt vornehmlich solche Bänke, in denen es Kohlensäure vorfindet.

Diesen Satz zu begründen war der Zweck unserer Erörterungen.

	Seite.		Seite
Trochocyathus cyclolitoides		Vioa sp.	527
BELL. sp.	380	Vorstand für 1885	216
Trochomilia acutimargo Rs.	384	Wahl d. Vorstandes für 1885	216
Turbo (?) sp. ind.	527	Wealden von Obernkirchen, Ganoid-Fische aus dem . . .	1034
(Eunema) sp.	526	Weichsel, Steilufer der, bei Neuenburg	1033
Turkmenensteppe, Petrefacte aus der	218	Westfalen, Stammreste aus d. Steinkohlenformation von	815
Turritella (?) Oerendzikensis n. sp.	526	Westpreussisches Diluvium, Kohlenvorkommen	803
Ural, granitische Gesteine des	865	Wiesenthal, Leucitophyre von	448
— Paragonit vom	680	— Perowskit von	445
Valmethal, Palechinus aus dem	222	Wildungen, devonische Schichten der Gegend von	906
Versteinerungsfunde im Röth u. Muschelkalk von Jena .	807	Wirbelthierfauna von Lan- genfelde bei Altona . . .	816
Vicentin, tertiäre Korallen des	379	Wüstewaltersdorf, Kersantit im Culm von	1034

Druckfehlerverzeichniss

für Band XXXVI.

S. 885 Z. 13 v. u. lies: „bläulichgrauer“ statt bräunlichgrauer.

für Band XXXVII.

- S. 10 Z. 6 v. o. lies: „LECLERC“ statt LECLERE.
 - 12 - 1 v. o. - „Czernosin“ statt Ogernosin.
 - 13 - 17 v. o. - „Långbanshytta“ statt Långbaushytta.
 - 14 Anm. Z. 3 v. o. lies: „LECHARTIER“ statt LECHORTIER.
 - 14 - - 4 v. o. - „1868“ statt 1878.
 - 16 - 6 lies: „pag. 28“ statt pag. 19.
 - 17 Z. 10, 11 lies: „auch ich einen derartigen und einen lediglich
 aus Augit bestehenden Knollen erwähnt habe, welche
 beide von mir für“ etc.
 - 219 - 2 v. o. lies: Markassow“ statt Markossow.
 Von Seite 241 an ist die Paginirung verdrückt: es soll sein „241“
 u. s. w. statt 341.
 S. 334 Z. 2 v. o. lies: „6 m“ statt 6 cm.
 - 433 - 13 u. 14 v. o. lies: „Samson Bek Melik-Mnazakanián“ statt
 Samson Beck Melik Muaza-Kauia.
 - 433 - 3 v. u. lies: „1858“ statt 1818.
 - 687 - 21 v. o. - „Tl“ statt Ti.
 - 792 - 24 v. u. - „Hoogeveensche“ statt Hoogereensche.
 - 653 - 22 u. 19 v. u. lies: „Hondsruck“ statt Londsrug.
 - 793 - 16 v. o. lies: „Moorsandes“ statt Moorlandes.
 - 884 Anm. Z. 3 v. o. lies: „Kohlensäure“ statt Kieselsäure.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Walther Johannes

Artikel/Article: [Die gesteinsbildenden Kalkalgen des Golfes von Neapel und die Entstehung structurloser Kalke. 329-357](#)