2. Untersuchungen über Kalk und Dolomit.

I. Süd-Tiroler Dolomit.

Von Herrn H. Loretz in Frankfurt a. M.

Hierzu Tafel XVII. u. XVIII.

Es bedarf wohl keiner weiteren Auseinandersetzung, dass der Verfasser mit den einfachsten, in keiner Weise zu vernachlässigenden Prüfungsmethoden auch die Untersuchung durch das Mikroskop verbindet, wenn er den Versuch macht, eingehendere Studien über die Structur von Gesteinen aus der Reihe der Carbonate, Kalk und Dolomit, anzustellen; Gesteine, welche bisher im Ganzen weniger als andere Gruppen mittelst jenes auch bei der Untersuchung der sedimentären Gesteine unentbehrlich gewordenen Hülfsmittels geprüft worden sind. Eine grössere Auswahl gewisser hierher gehöriger, dolomitischer Gesteine aus den Tiroler Süd-Alpen, welche ihm von früheren Excursionen her zu Gebote stand, sowie der Umstand, dass diese Gesteine, nach ihrer Beschaffenheit, wie nach ihrem Auftreten in der Natur in der neueren geologischen Literatur mehrfach die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben, veranlasste ihn, zunächst diese Gesteine zum Gegenstand des petrographischen Studiums zu machen; um im Anschluss hieran später auch andere verwandte Gesteine oder Gesteinsgruppen zu untersuchen.

Wenn im Folgenden, gestützt auf die mikroskopischen Structurverhältnisse, theoretische Vorstellungen und Vermuthungen über genetische Verhältnisse ausgesprochen werden, so bemerkt der Verfasser von vorn herein, dass er, wenn in der genetischen Frage entschieden werden soll, ausser der mikroskopisch-petrographischen Untersuchung auch die der Lagerungsverhältnisse, des Auftretens in der Natur als nöthig erkennt und die beiderseitigen Resultate in Uebereinstimmung wünscht. Zweck dieses Aufsatzes ist nur, das vorzuführen, was der erste Theil der Untersuchung, nämlich die petrographisch-mikroskopische Forschung zeigt, und bezüglich der genetischen Vorgänge bei den betreffenden Gesteinen nach der Ansicht des Verfassers schliessen lässt. Insoweit diese Schlüsse

richtig sind, können sie auch von allgemeinerer Gültigkeit für viele andere Gesteine aus dieser Gruppe sein, worüber noch weitere Forschungen anzustellen bleiben.

Structur des Dolomites im Allgemeinen.

Wie bekannt, haben zahlreiche, an Dolomit und Kalk angestellte Untersuchungen mit dem Mikroskop gezeigt, dass diese Gesteine durch und durch krystallinisch sind, dass auch die anscheinend dichtesten aus einem Haufwerk krystallinischer Individuen bestehen; dies trifft denn auch bei den hier zu beschreibenden alpinen Gesteinen zu. Bei manchen derselben zeigen die krystallinischen Individuen des Gesteinsgewebes gleiche oder annähernd gleiche Grösse, deren absolutes Maass allerdings, je nach der mehr krypto- oder phanerokrystallinischen Beschaffenheit sehr verschieden sein kann. Die meisten der untersuchten Gesteine jedoch gewähren im Dünnschliff ein anderes Bild: bei ihnen scheidet sich das krystallinische Haufwerk in zwei Gruppen oder Theile, von denen der eine im Vergleich zum anderen sich entschieden als feinkrystallinisch oder „mikrokrystallinisch“ verhält und umgekehrt der andere als grösser krystallinisch oder „makrokystallinisch“. Wir wollen uns in der Folge, nur der Kürze wegen, dieser beiden Ausdrücke bedienen. Obgleich, wie von vorn herein zu erwarten, es nicht an Uebergängen, nicht an krystallinischen Individuen zu fehlen pflegt, die eine vermittelnde Stellung, ihrer Grösse nach, einnehmen, so ist doch jene Sonderung in einen mikro- und einen makrokrystallinischen Antheil bei den in Rede stehenden, sehr zahlreichen Gesteinen so ausgesprochen, dass sie den Charakter des Bildes im Dünnschliff beherrscht und sofort in die Augen fällt.

Es ist nun gerade die Untersuchung der so beschaffenen Gesteine, welche über gewisse Vorgänge bei der Gesteinsbildung, resp. bei der krystallinischen Erstarrung des Gesteinsgewebes, wie es uns scheint, einige Fingerzeige zu geben im Stande ist. Gewiss ist jede aus der Beschaffenheit des Gesteins selbst zu entnehmende Andeutung über Vorgänge bei seiner Bildung von geognostischem Interesse, und es sei deshalb eine eingehendere Beschreibung, wie das krystallinische Gewebe der genannten Gesteine beschaffen ist, in den Vordergrund unserer Untersuchung gestellt.

Oolith-Structur im weiteren Sinn.

Als sehr häufig wiederkehrende Structurform findet sich bei diesen Gesteinen die oolithische Anordnung der krystallinischen Individuen. Wir denken aber dabei nicht nur an den

ausgeprägtesten Fall dieser Structurform, wo nämlich eine Anordnung in geschlossenen concentrischen Sphären oder Sphäroiden vorliegt; wir dürfen hier mit gutem Grund zu dieser Ausbildungsart des Gesteinsgewebes auch alle die Fälle rechnen, wo sich deutliche Uebergänge und Anklänge an jene, allerdings als Grundtypus zu betrachtende Anordnung zeigen; wir könnten von oolithartiger Structur, oder von Oolithstructur im weiteren Sinn reden, dieselbe auch als „Oolithoiden"-Structur bezeichnen. Eine solche nur oolithartige Anordnung der krystallinischen Individuen ist bei den zu betrachtenden Gesteinen weit verbreiteter als die streng oolithische, und wir werden den Zusammenhang, in dem beide stehen, näher zu erforschen haben. Die Oolithoiden-Structur geht nun ihrerseits weiterhin über in Structurformen, die auf den ersten Blick allerdings nicht mehr wie Oolithbildung aussehen, die aber dennoch, wenn man nur die Uebergänge und Zwischenstufen gehörig verfolgt, mit derselben einen verwandtschaftlichen Zusammenhang besitzen und höchst wahrscheinlich aus denselben Grundursachen unter etwas veränderten Bedingungen hervorgegangen sind.

Die Fig. 1. 2. 3. 7. 8. 9. 12 auf Taf. XVII. geben Beispiele für die im weiteren Sinn oolithische Anordnung der krystallinischen Elemente des Gesteinsgewebes. Betrachtet man Dünnschliffe dieser Art mit blossem Auge oder nur schwacher Vergrösserung im durchfallenden Lichte, so treten stets zweierlei Theile hervor, ein heller, durchsichtiger, und ein trüber, mehr oder weniger undurchsichtiger. Man überzeugt sich leicht, dass dem ersteren der zu mehr phanerokrystallinischer, oder, oder um den schon gebrauchten Ausdruck beizubehalten, makrokrystallinischer Ausbildung gelangte Antheil des Gesteinsgewebes entspricht. Ebenso entspricht den weniger durchsichtigen Stellen der nur in sehr kleinen, oft höchst winzigen krystallinischen Individuen ausgebildete Antheil des Gesteins; um dies zu erkennen, dazu bedarf es allerdings stärkerer bis starker Vergrösserung und sehr dünner Schliffe, die manchmal auch nur am Rande die Auflösung jener trüben Partieen in Kryställchen gestatten. Es muss hinzugefügt werden, dass auch die fremdartigen, in Säure nicht löslichen Partikel sich vielfach in diesen trüben Partieen angehäuft vorfinden, obwohl sie auch in den durchsichtigeren erscheinen; wir werden hierauf zurückkommen. [1])

---

[1]) In den genannten Figuren entsprechen daher immer die dunkelgehaltenen Stellen den mikrokrystallinisch ausgebildeten Partieen, welche man bei Zeichnung des Objectes in natürlicher Grösse oder schwach vergrössert in der That nicht als ein Krystall-Aggregat zeichnen dürfte.

Zu einer näheren Betrachtung der oolithartigen Formen übergehend, finden wir nun manchmal auf den ersten Blick regelmässig erscheinende, sphärische oder späroidische Gebilde, die sich aus concentrisch wechselnden Streifen oder Zonen mikro - und makrokrystallinisch ausgebildeter Masse zusammengesetzt erweisen. Bei näherer Prüfung zeigt sich indess fast immer Abweichung von dem normalen, symmetrisch und sphärisch zu denkenden Oolith-Typus. Die Gestalt ist gewöhnlich nicht sphärisch, sondern sphäroidisch. Die wechselnden mikro- und makrokrystallinischen Zonen sind in der unregelmässigsten Weise ganz verschieden breit; bald wird der innerste Raum von einer dunklen (mikrokrystallinischen), bald von einer hellen (makrokrystallinischen) eingenommen. Auch sind die Grenzen der Ringzonen verschieden scharf; an manchen Stellen können sie sehr scharf erscheinen, selbst noch unter beträchtlicher Vergrösserung; dort nämlich, wo die krystallinischen Individuen beiderseits der Grenze sich so aneinanderlegen, dass immer eine Berührungsfläche in die Grenze fällt (Fig. 6. Taf. XVII.); während die Grenzen da, wo die Individuen aus einer Zone in die benachbarte hineinragen, mehr verschwommen erscheinen werden. — Mitunter erscheinen die Individuen einer Ringzone im Durchschnitt wie kettenförmig aneinandergereiht. (S. Fig. 7 Taf. XVII., in welchem Beispiel übrigens nur eine, nicht mehrere concentrische Ringzonen vorhanden.)

Sehr oft sind die alternirenden concentrischen Zonen der oolithischen Gebilde nicht rings geschlossen, sondern besitzen Lücken, durch welche im Uebrigen getrennte Zonen zusammenhängen; besonders häufig bildet in dieser Weise eine dunkle, sehr schmale Zone scharf gezeichnete Bogen auf hellem Grunde, oder ist zu einem ganz kurzen Stück reducirt (Fig. 4 Taf. XVII.). In anderen Fällen ist eine helle Zone streckenweise durch das Eindringen dunkler Streifen und Flecken unterbrochen, was öfters als locales Zusammenhängen sonst getrennter, dunkler Zonen gedeutet werden kann. Oder es erscheint eine dunkle Zone bei einiger Vergrösserung auf eine gewisse Erstreckung als aus zwei und mehr parallelen Strichen gebildet.

Kommt schon durch dieses Zusammenhängen und Verfliessen sonst getrennter Ringzonen eine erhebliche Unregelmässigkeit in das oolithartige Gebilde, so wird dieselbe noch vergrössert durch die mannichfachen Krümmungen, Aus- und Einbiegungen, wechselnden Breiten etc, welche diese Zonen, jede einzelne für sich oder mehrere zusammen, oder auch das Ganze betreffen können (Taf. XVII. Fig. 2. 8. 12 z. Th.). Eine weitere Unregelmässigkeit kann daraus hervorgehen, dass sich die Grössenverhältnisse des mikro - und makrokrystallinischen Theiles

stellenweise nähern, dass sich Uebergänge einfinden, was ebenfalls den Eindruck einer vollkommeneren Oolithbildung beeinträchtigen muss; im Allgemeinen pflegt indess die Sonderung des krystallinischen Gewebes in jene beiden, an Grösse der Individuen erheblich differirenden Theile dem Auge ziemlich durchgreifend zu erscheinen.

Was die Grösse der oolithartigen Gebilde betrifft, so ist sie äusserst verschieden. Während bei manchem Dolomit solche von der Grösse einer Erbse, Bohne und mehr vorkommen, sind andere nur durch Vergrösserung zu erkennen. Dabei liegen oft grosse und kleine in nächster Nähe zusammen, z. B. eine Menge kleiner zwischen grösseren zusammengeschaart (Taf. XVII. Fig. 8).

Mitunter bestehen diese Gebilde aus sehr zahlreichen, sich umhüllenden Zonen, mitunter werden sie nur von einigen wenigen, oder gar nur einer Zone gebildet, und dies findet sowohl bei grossen als bei kleinen statt.

Nicht selten ist der Fall, dass sich mehrere oolithische Gebilde aneinanderlegen und dann gemeinschaftlich von weiteren hellen und dunklen Ringzonen eingeschlossen werden; die verschiedensten Grössenverhältnisse können auch hier in jeder Hinsicht obwalten. Und alle die erwähnten Gebilde können regellos in nächster Nähe zusammenliegen, wie auch die Zwischenräume zwischen ihnen in der unregelmässigsten Weise beschaffen zu sein pflegen. (Vergl. die Figuren Taf. XVII.)

An die betrachteten Fälle reihen sich nun solche, wo gar keine geschlossenen Systeme von hellen und dunklen Zonen mehr zu sehen sind — wenigstens in dem Durchschnitt nicht, den der Schliff liefert — sondern nur wellig verlaufende Streifen in den unregelmässigsten Krümmungen erscheinen, denen sich indess vielleicht hie und da ein deutlicher oolithischer Körper anlegt, oder die mit einem solchen in näherem oder fernerem Zusammenhang stehen. Dann solche Fälle, wo ein oolithisches Gebilde sichtlich in die Länge gezogen, oder verzerrt oder geknickt, überhaupt in irgend einer Weise stark deformirt erscheint (Taf. XVII. Fig. 12.). Geht diese Deformirung bis zu einem gewissen Grade, so können eckige oder ganz unregelmässig begrenzte Figuren entstehen, die sich, wenn dabei z. B. mikrokrystallinische Masse ohne weiter gehende Ring- und Zonenbildung von makrokrystallinischer umschlossen wird, wie dunkle, unregelmässige Flecken auf hellem Grunde ausnehmen. Umgekehrt erscheinen helle Flecken auf dunklem Grunde, wenn mikrokrystallinische Masse in grösseren Partieen angehäuft ist, zwischen denen nur hie und da Lücken bleiben, die von makrokrystallinischer Masse ausgefüllt wer-

den. (Fig. 2. Taf. XVII.) — Alle diese und früher genannte Fälle können sich untereinander combiniren.

Mit den zuletzt angedeuteten Fällen kommen wir schon zu Ausbildungsweisen des krystallinischen Gesteinsgewebes, die sich von der oolithartigen ziemlich weit entfernen, und für sich allein auftretend an letztere oft gar nicht mehr erinnern würden. Dadurch aber, dass sie oft in unmittelbarer Nachbarschaft der deutlich oolithartigen Formen vorkommen, dass in demselben Dünnschliff beiderlei Formen sich in ihren gegenseitigen Beziehungen nebeneinander präsentiren und die eine von der anderen sich ableiten lässt; dass Uebergangsgebilde sich einstellen, beispielsweise dass ein ganz unregelmässiger, dunkler Fleck von hellen und dunklen Zonen eingefasst wird, die sich nach aussen mehr und mehr oolithisch runden: erscheinen alle diese Gestaltungen unter einem gemeinsamen Gesichtspunkt und mit einander verbunden; man erkennt bald, dass sie alle unter ähnlichen, nur etwas modificirten Bedingungen entstanden gedacht werden können, dass die einen vielleicht nur Umbildungen oder spätere Zustände der anderen sein könnten. Und wir wollen vorgreifend hinzufügen, dass die bald hervortretende Verwandtschaft aller dieser Anordnungen der krystallinischen Elemente des Gesteinsgewebes den Beobachter bald darauf hinweist, dass auch solche Gesteinsarten gewisse Structurverwandtschaften besitzen, die auf den ersten Blick sehr verschieden aussehen; so sehen z. B. ein oolithischer Dolomit und ein dichter Dolomit oder Steinmergel verschieden genug aus, wenn man aber im Dünnschliff des oolithischen Dolomites zwischen den grösseren Oolithfiguren, oder sogar im Innern von solchen Ringzonen Partieen erkennt, die ganz dem Dünnschliff des dichten Dolomites gleichen, und wenn letzterer bei genauer Betrachtung vielleicht auch oolithartige Gebilde in winzigen Dimensionen aufweist — so möchte man vermuthen, dass die Bedingungen wohl nicht allzusehr auseinandergingen, unter denen die Bildung des Gesteinsgewebes beider Varietäten vor sich ging.

Sehr häufig ist die Erscheinung, dass ein oolithisches Gebilde in einzelnen Theilen, etwa einer oder mehreren Ringzonen, oder im Ganzen von Verschiebungen — Verwerfungen im kleinsten Maassstabe — betroffen wird (Taf. XVII. Fig. 1. 8. 9. 12 bei a); ein ganzer Theil eines solchen Gebildes kann dadurch abgeschnitten sein und sich in einer gewissen Entfernung noch vorfinden, als unverkennbare Fortsetzung des übrig gebliebenen Stückes. (Taf. XVII. Fig. 9.) In oolithischen Dolomiten bemerkt man sehr häufig derartige Gebilde, die aussehen, als wenn sie abgesprengte und bei Seite geschobene, ausserdem auch noch stark deformirte Theile eines grösseren

Oolithgebildes wären (Taf. XVII. Fig. 9 u. Fig 12 z. Th.), ohne dass letzteres im betreffenden Schliff immer zum Vorschein käme; oft können aber auch dieselben Gebilde ebenso gut durch blosse Deformirung eines ursprünglich regelmässiger gestalteten Oolithkörpers entstanden gedacht werden. Beispielsweise könnte ein Durchschnitt, wie Fig. 12 bei b Taf. XVII. auf ein von einem grösseren Oolithkörper abgetrenntes und verbogenes Zonenstück gedeutet werden, wahrscheinlicher stellt er aber nur ein deformirtes (plattgedrücktes und mehrfach gebogenes) Oolith-Sphäroid dar.

Eine andere, häufig wiederkehrende Erscheinung ist die, dass sich Verzweigungen oder Adern der das oolithartige Gebilde umgebenden Masse in dasselbe hinein, oder quer durch ziehen, womit dann oft auch eine Verschiebung der getrennten Theile verbunden ist, was besonders auffällig ist, wenn die umgebende Masse sich makrokrystallinisch verhält und dann die dunklen Ringzonen an dem quer durchsetzenden, hellen Streifen abstossen (Taf. XVII. Fig. 8. 9, 3).[1])

Zur Erkennung der beschriebenen Erscheinungen an oolithartigen Bildungen der dolomitischen und kalkigen Gesteine bedarf es nicht immer der Dünnschliffe. Vieles lässt sich auch an glatt polirten Anschliffen (Taf. XVII. Fig. 2 u. 3) schon sehr gut wahrnehmen, vieles schon an abgewitterten Gesteinsflächen. (Taf. XVII. Fig. 1.) Der Umstand, dass die Verwitterung den mikrokrystallinischen Antheil der Gesteinsmasse wegen seiner grösseren Oberfläche leichter angreift als den makrokrystallinischen, ersterer also vertieft, letzterer erhaben erscheint, bedingt jene Zeichnungen auf ruhig abgewitterten Flächen, welche die Structur schon ohne künstliche Mittel darlegen und eine Menge der beschriebenen Erscheinungen an den oolithartigen Gebilden ohne weiteres

[1]) Bei der Musterung aller solcher Gebilde im Dünnschliff muss man sich natürlich stets daran erinnern, dass man eben nur Durchschnitte sieht, deren Ergänzung zu körperlichen Formen nur durch Betrachtung möglichst vieler Durchschnitte mit einiger Wahrscheinlichkeit vorgenommen werden kann. So können z. B. concentrische Ringe an und für sich ebenso gut den Schnitt eines wirklich sphärischen als eines sphäroidischen u. a. Gebildes bedeuten, welches überdies an den nicht geschnittenen Stellen von allen möglichen Unregelmässigkeiten betroffen sein könnte; eine Lücke an irgend einer Stelle eines oolithischen Ringes bedeutet vielleicht nur eine Oeffnung in einer sonst geschlossenen sphärischen Hülle, und umgekehrt könnte unter Umständen ein mehrfach durchbrochenes Sphäroid auch einen geschlossenen Ringschnitt ergeben; der scheinbaren Trennung eines Oolithgebildes (wie Fig. 8, Mitte, Taf. XVII.) kann eine wirklich vollständige entsprechen, möglicherweise aber auch eine nur theilweise Trennung, wenn seitwärts vom Schliff noch Zusammenhang besteht; ebenso mag die nicht sichtbare Fortsetzung manches abgeschnitten erscheinenden oolithartigen Körpers nur seitwärts vom Schliff liegen, u. s. w. u. s. w.

erkennen lassen. — Ausgezeichnete derartige Figuren auf Verwitterungsflächen sind besonders in den höheren Lagen des „Schlerndolomits“ („Dolomits der Wengener und Cassianer Schichten“) gar nicht selten. — Der Einfluss der Verwitterung besonders auf den mikrokrystallinischen Theil an der Oberfläche bewirkt eine etwas abreibliche, krümliche Beschaffenheit derselben. — Mitunter lassen sich die oolithischen Gebilde vollständig in Gestalt kleiner, erbsen- oder bohnenförmiger Körper aus dem Gesteinsverbande lösen; diesem Fall entspricht das oben erwähnte mikroskopische Bild, dass einzelne Ringzonen sehr scharf gegen die anstossende absetzen.

Versuchen wir nun der Natur und Entstehung der beschriebenen Gebilde von oolithartiger oder doch damit unverkennbar verwandter Beschaffenheit etwas näher zu treten, so wäre zunächst daran zu erinnern, dass sie mit der Ausbildung des Gesteinsgewebes in zweierlei Theilen, die wir als mikrokrystallinisch und makrokrystallinisch bezeichneten, in directem Zusammenhang stehen; nächstdem wäre hervorzuheben, dass jene Gebilde vielfach ganz unverkennbar auf Bewegungen hindeuten, welche in einem nicht starren Medium stattfanden und von Einfluss auf die schliessliche Gestaltung jener Gebilde waren. In der That möchten jene geknickten, verzerrten und irgendwie deformirten Figuren, die noch in allen einzelnen Theilen an regelmässigere Oolithe erinnern, oder jene oolithartigen Körper, die in zwei noch als zusammengehörig zu erkennende Theile auseinandergeschoben erscheinen, mit derselben Sicherheit eine vor dem Eintritt der krystallinischen Erstarrung stattgehabte Bewegung anzeigen, wie jene in fluctuirenden Strömen erscheinenden Mikrolithen und Aehnliches bei den Eruptivgesteinen.

Sehen wir aber, wie es bei aufmerksamer Betrachtung der Fall ist, solche Anzeichen von stattgehabter Bewegung durch die ganze Masse solcher oolithartig ausgebildeten dolomitischen (z. Th. auch kalkigen) Gesteine verbreitet, so bleibt wohl nichts anderes übrig, als einen einstmaligen Zustand der Masse anzunehmen, welcher jene Bewegungen gestattete, dann aber in einen anderen Zustand überging, in welchem nur mehr die Erscheinung der Bewegung fixirt blieb, während im Uebrigen dauernde Erstarrung eintrat. Wir mögen uns vielleicht jenen ersten Zustand als den einer Lösung oder concentrirten Lösung, oder vielleicht noch eher als den eines amorphen, sehr nachgiebigen Mediums, als einen Zwischenzustand zwischen Lösung und Krystallisation vorstellen — was wir hier unentschieden lassen wollen: jedenfalls aber, so scheint uns, bestand ein solcher Zustand wenigstens für einen Theil der jetzigen Gesteinsmasse zeitweilig, und ging dann in

jenen zweiten Zustand, den einer krystallinischen Erstarrung über. [1])

Es deutet nun alles darauf hin, — und wir werden dies in der Folge noch näher auszuführen haben — dass jedenfalls der als makrokrystallinisch bezeichnete Antheil der Gesteinsmasse sich vor der Festwerdung in jenem nachgiebigen Zustande befand, der die zur Entstehung der oolithartigen Gebilde nöthigen Bewegungen gestattete; wir halten es ausserdem für wahrscheinlich, dass auch der mikrokrystallinische Antheil des Gesteins denselben Zustand durchmachte, jedoch eher erstarrte, resp. sich aus einem und demselben halbflüssigen Magma eher in fester Form ausschied als der andere. — In weiterer Ausführung dieser Andeutungen — Theorie der Oolithbildung — dürfen wir uns die Vorgänge bei der Erstarrung der in Rede stehenden oolithartigen Gesteine vielleicht in folgender Weise vorstellen:

Was zunächst das Medium oder Magma betrifft, welches durch krystallinische Erstarrung zu Gestein wurde, so muss seine Entstehung und Herkunft noch dahin gestellt bleiben. Ob dasselbe z. B. aus der Wechselzersetzung von im Meerwasser gelösten Salzen hervorging und welche Umstände und Bedingungen hierbei mitthätig waren u. s. f., darüber kann das petrographische Bild keine Auskunft geben; die aus diesem Bilde abgeleiteten Vorstellungen können erst bei dem Zustande beginnen, welcher der krystallinischen Erstarrung unmittelbar voranging; in diesem Zustande müssen die Elemente des späteren Gesteins noch beweglich, vielleicht oder wahrscheinlich schon in der chemischen Verbindung wie im Gestein, aber amorph und zur Bildung von krystallinischen Individuen fertig gewesen sein. [2])

Wir nehmen nun weiter an, dass der Uebergang zum krystallinisch erstarrten Zustande eingeleitet wurde mit der

---

[1]) Man könnte sich also z. B., nach unserer Ansicht, wenigstens für diese oolithartigen Dolomite nicht vorstellen, dass ihr gesammtes Material als Krystall- oder krystallinisches Pulver zu Boden fiel und, ohne sich wieder zu lösen, einfach cämentirt wurde oder zusammenkrystallisirte, weil dann die Bewegungserscheinungen nicht möglich gewesen wären. Bei einem aus Krystallpulver cämentirten Gestein würde das mikroskopische Bild gewiss anders aussehen. — Die Festwerdung des dolomitischen Gesteins in der oben angenommenen Weise hätte also mit den von einem krystallinischen Eruptivgestein durchgemachten Processen eine gewisse, wenn auch entfernte Aehnlichkeit.

[2]) Wer annehmen wollte, dass der Dolomit, oder vielmehr der Kalkgehalt unseres oolithischen Dolomits und dolomitischen Kalkes Bestandtheil von Organismen gewesen und dann dolomitisirt worden wäre, müsste immerhin eine Wiederlösung oder Flüssigmachung dieses Kalkes zugeben, die soweit ging, dass die organische Form völlig verschwand.

Ausscheidung in fester Form desjenigen Theiles, welcher jetzt mikrokrystallinisch erscheint, und dass der übrige, nämlich der makrokrystallinisch erscheinende Theil noch eine Zeit lang in seiner flüssigen oder halbflüssigen Beschaffenheit verharrte. Wir können nicht annehmen, dass der zunächst ausgeschiedene Theil die Form rings ausgebildeter Kryställchen (Rhomboëder) besass, weil er diese Form nicht zeigt (wir müssten denn die Annahme einer theilweisen Wiederlösung solcher Kryställchen hinzufügen wollen); eher wohl dürfte für diesen zunächst ausgeschiedenen Theil die Mikrolithenform zu denken und damit zugleich die Vorstellung einer plötzlichen und massenhaften Ausscheidung zu verbinden sein.[1])

Es fragt sich nun, welche Lage die zuerst in fester Form ausgeschiedenen Theilchen in der noch vollkommen nachgiebigen Umgebung einnehmen mussten. Da im Allgemeinen mit dem Uebergang in den krystallinischen Zustand eine Zunahme des specifischen Gewichtes verbunden ist — und es darf dies auch im vorliegenden Falle angenommen werden — so käme zunächst eine abwärts gehende Bewegung jener Theilchen in Betracht (die auch in manchen, weiter unten zu betrachtenden Fällen erfolgt zu sein scheint). Die Wirkung des geringen Unterschiedes im specifischen Gewicht konnte jedoch ohne Zweifel durch einen nicht vollkommen flüssigen oder beweglichen Zustand des noch nicht erstarrten Mediums ganz oder theilweise paralysirt werden, und dann mussten sich gewisse Kräfte geltend machen, deren Vorhandensein unbedingt zuzugeben ist, nämlich die Massen-Anziehungen zwischen den schon ausgeschiedenen Theilchen unter sich, und die zwischen ihnen und der noch nicht erstarrten Masse, wozu nun noch als weitere wichtige Kraft die Krystallisationstendenz der letzteren, und der unzweifelhaft richtende oder anordnende Einfluss kam, den sie auf die schon ausgeschiedenen Mikrolithen ausübte.

War nun die absolute Grösse der schon ausgeschiedenen winzigen Kryställchen oder Mikrolithen nicht völlig gleich, ihre Ausscheidung nicht genau gleichzeitig und räumlich gleich vertheilt, und ging namentlich auch die krystallinische Erstarrung der noch beweglich gebliebenen Masse nicht überall in dem-

---

[1]) Wir können vielleicht auch diesen Mikrolithen die Fähigkeit zuschreiben, sich aus der chemisch mindestens sehr ähnlichen, noch beweglichen Umgebung noch etwas zu vergrössern, und jedenfalls bei der Erstarrung der letzteren mit den grösser krystallinischen Individuen innigst zu verwachsen. Eben wegen der chemischen grossen Aehnlichkeit, wenn nicht Identität, können sie sich nicht ganz so wie chemisch fremdartige Körper, oder wie ausgeschiedene Mikrolithen in dem sonst noch flüssigen Magma eines Eruptivgesteines, in ihrer noch beweglichen Umgebung verhalten haben.

selben Momente, sondern von gewissen Punkten aus, oder allgemein, hielten sich jene genannten Anziehungskräfte nicht genau das Gleichgewicht — und dies ist gewiss wahrscheinlicher als das Gegentheil: so mussten sich auch Mittelpunkte der Anziehung ergeben, von gewiss sehr ungleicher Lage und Vertheilung, welche für die schon ausgeschiedenen Mikrolithen sozusagen zu Gravitationscentren wurden. Hiermit wäre der Anfang zu einer Oolithbildung gegeben.

Für die nun weiter sich entwickelnden Vorgänge sind besonders folgende Punkte maassgebend. Eine Anhäufung und Aneinanderlegung von vielen Mikrolithen an einer Stelle konnte da stattfinden, wo das Medium, in dem sie sich bewegten, noch vollkommen nachgiebig resp. flüssig war. Wo aber das letztere seinerseits um einen Grad weiter sich dem Krystallinischwerden genähert hatte, da musste sich aus dieser Krystallisationstendenz ein Widerstand entwickeln (d. i. Mittelkräfte aus den Anziehungen der Moleküle der krystallisirenden Substanz), der die Vereinigung der Mikrolithen an einem Punkt nicht zuliess, sondern ihre Annäherung nur bis zu einer gewissen Grenze gestattete, welche Grenze sich, unter Mitwirkung der auch gegenseitig sich anziehenden und aneinander schliessenden Mikrolithen, zu einer im Allgemeinen sphärischen Zone gestaltete. Der von letzterer eingeschlossene Raum wäre also mit einer Masse erfüllt anzunehmen, welche zwar schon Krystallisationstendenz besass, doch noch nicht erstarrt war.[1])

---

[1]) Dass diese beim Uebergang aus dem flüssigen oder halbflüssigen Zustand in den krystallisirten Zustand eintretende Tendenz sich als Kraft verhält, welche auf die Stellung und Gruppirung von in der Nähe befindlichen, schon festen Körpern von bestimmendem Einfluss ist, das ist unzweifelhaft und auch ganz bekannt. Wir erinnern nur an die häufig zu beobachtenden Gruppirungen von Mikrolithen in krystallinischen Eruptivgesteinen, und werden selbst Fälle der Art noch näher anzuführen haben. — In ähnlicher Weise etwa, wie in einem krystallinisch erstarrenden Eruptivgestein z. B. ein auskrystallisirender grösserer Augit- oder Leucitkrystall einen Schwarm von Mikrolithen seinem äusseren Umriss conform in einer oder mehreren Zonen ordnen konnte, so lässt sich auch in unserem Falle denken, dass die Anordnung der schon festen Mikrolithen oder Mikrokrystalle in Sphären resp. concentrischen Sphären Gleichgewichtszustände darstellen, die sich in der noch flüssigen, doch der Erstarrung zu einem krystallinischen Individuen-Aggregat entgegengehenden Masse vorübergehend herstellen.

Dies wäre die Art der Bildung eines Oolithes mit makrokrystallinischer (hell durchscheinender) Innenmasse. Andererseits konnte eine, in einem noch völlig nachgiebigen Medium stattgehabte Anhäufung von Mikrolithen auch ihrerseits zum Centrum einer Oolithbildung werden (Oolithe mit mikrokrystallinischer, dunkel erscheinender Innenmasse), oder mehrere durch Anziehung vereinigte (aneinander gelagerte) kleinere Oolithe eine weitere gemeinsame Oolithbildung um sich herum veranlassen.

Die Sphäre von Mikrolithen konnte sich nun wohl durch Zuwachs von aussen noch eine Zeit lang verstärken, mit den Fortschritten aber, welche das flüssige Medium, in dem sich die Mikrolithensphäre befand, in der Tendenz makrokrystallinisch zu erstarren, auch auf der äusseren Seite der Sphäre machte, begannen die neu hinzutretenden Mikrolithen sich nun zu einer etwas weiter aussen gelegenen neuen Sphäre zu ordnen. In dieser Weise konnte die Vergrösserung des oolithischen Gebildes noch weiter fortschreiten.

Es leuchtet ein, dass das oolithische Gebilde als solches nun auch eine gewisse Anziehungskraft auf seine Umgebung, z. B. auf andere Oolithgebilde, besitzen musste, sowie, dass dasselbe durch die Kraftbeziehungen seiner einzelnen Theile zu einander eine gewisse Stabilität besass; ebenso ersichtlich ist aber andererseits, dass wir uns dieses Gebilde noch nicht sofort in den Zustand der Erstarrung versetzt denken können; sondern die mannichfachen, oben angeführten Unregelmässigkeiten, Verzerrungen und Bewegungserscheinungen aller Art, die wir an den oolithischen Gebilden wahrnehmen, führen übereinstimmend zu der Vorstellung, dass die als makrokrystallinisch bezeichnete Masse — wenn sie auch schon Krystallisationstendenz besass, die sich als Kraft geltend machte — doch noch eine gewisse Zeit lang durch alle Zonen des oolithischen Gebildes hindurch Zusammenhang und Beweglichkeit behielt.[1]) So lange dies aber noch der Fall war, mussten sich die oben bezeichneten Kräfte in Verschiebung der beweglichen Theile äussern, wie wir dies eben an den verschobenen und deformirten oolithischen Zonen etc. sehen.[2])

---

[1]) Es giebt Stellen in den oolithartigen Gebilden, wo deutlich zu sehen, dass einzelne krystallinische Individuen aus einer hellen, makrokrystallinischen Zone in die nächste, ebenso beschaffene hinübergreifen, also von der zwischendurchziehenden, schmalen, mikrokrystallinischen Zone durchsetzt werden. — Auch die so häufig zu beobachtenden Streifen und Adern der makrokrystallinischen Masse, die quer durch ein oolithisches Gebilde setzen (Fig. 8. 9 Taf. XVII.), sind mit dieser länger andauernden Beweglichkeit derselben in Verbindung zu bringen; wo der Zusammenhang der aus erstarrter mikrokrystallinischer Masse gebildeten Zonen durch irgend welchen Anstoss gestört wurde, musste die Lücke durch den noch liquide gebliebenen Theil wieder geschlossen werden.

[2]) Mit anderen Worten, die Stabilität solcher noch verschiebbaren Oolithgebilde muss da, wo sich Verschiebungen zeigen, geringer gewesen sein, als die auf sie wirkenden Spannungen, welche selbst wohl als Mittelkräfte aus verschiedenartigen, in der gesammten krystallisirenden Masse thätigen Kräften zu denken sind. — Die schliessliche völlige Erstarrung der makrokrystallinischen Masse dürfte wohl ebensowenig gleichzeitig an allen Stellen eingetreten sein, wie auch der Beginn und die aufeinander folgenden Phasen des Krystallisationsvorganges. War der schliessliche Uebergang in den starren Zustand mit Volumverminderung verbunden, so konnte auch diese Bewegungserscheinungen nach sich ziehen.

Der fortgesetzten Gesteinsbildung entsprechend muss nun natürlich auch angenommen werden, dass einerseits die zu makrokrystallinischer Ausbildung gelangende, noch bewegliche Substanz successiv erstarrte und damit die oolithartigen Bildungen fixirt wurden, andererseits aber, dass fortwährend neues Material hinzukam, resp. sich oben auflagerte, welches alle die erwähnten Zustände (Ausscheidung mikrokrystallinischer Substanz u. s. f.) noch durchzumachen hatte. Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass die der Krystallisation entgegengehende Substanz, soweit sie noch beweglich war, von äusseren Bewegungen und Anstössen, z. B. ?Wellen, wenn deren Wirkung sich bis an sie heran erstreckte, afficirt werden musste. Das Spiel der inneren und äusseren Kräfte, welche die schliessliche Gestaltung der erstarrenden Gesteinsmasse bewirkten, ist hiernach ohne Zweifel als ein sehr complicirtes zu betrachten; und dem entsprechend erscheint denn auch diese Gestaltung so complicirt und wechselvoll, wie wir oben eingehender darthaten. Vielleicht darf dabei der Einfluss der genannten, von aussen kommenden Anstösse im Vergleich zu den inneren Bewegungsursachen nicht zu gering angeschlagen werden; wenigstens scheinen uns manche Gruppirungen in der oolithisch struirten Gesteinsmasse, die man beim Durchmustern der Dünnschliffe beobachtet, hierauf hinzudeuten; manche Theile der mikrokrystallinisch erstarrten Masse scheinen in solchen Fällen erst nach Zurücklegung gewisser Wege, womit gegenseitige Anstösse und Störungen, und starke Deformirungen verbunden waren, in ihre endliche Lage gekommen zu sein. [1])

Man kann in einzelnen Fällen versuchen, die Gestalt gewisser oolithartiger Gebilde noch weiter in's Einzelne zu erklären. Hier würde dies zu weit führen; es mag genügen, sich im Allgemeinen die mannichfaltige Art der in's Spiel kommenden mechanischen Wirkungen vergegenwärtigt zu haben, um die so mannichfaltigen oolithartigen Gestaltungen vom einfachen, regelmässig concentrischen Sphäroid bis zu den unregelmässigsten Biegungen, Knicken und Zerreissungen begreiflich zu finden. [2])

---

[1]) Es ist dabei möglich, dass mikrokrystallinische Substanz aus ihrer bestehenden Einreihung in irgend ein oolithisches Gebilde gerathen und in einem anderen neu zu bildenden oder schon bestehenden wieder erscheinen konnte.

[2]) Wir glaubten wiederholt auf die Analogieen hinweisen zu sollen, die diese Erscheinungen mit der Anordnung und den Fluctuationen der Mikrolithen in Eruptivgesteinen besitzen; nur dass es für unseren Fall nicht leicht ist, den Zustand zu definiren, in dem sich das die Bewegung gestattende Medium, nämlich die später makrokrystallinisch werdende

Einige Fälle, wo die Krystallisation der makrokrystallinischen Masse mit besonderer Deutlichkeit auf die Anordnung sowohl des schon ausgeschiedenen mikrokrystallinischen Antheils als fremdartiger Beimengungen von Einfluss gewesen ist, verdienen übrigens noch eine besondere Erwähnung. So sieht man mitunter den, einem einheitlichen, gewöhnlich etwas grösseren Individuum angehörigen polygonalen Umriss genau mit fremdartigen Partikeln oder mit dolomitischen Mikrokrystallen besetzt; die frühere Festwerdung der letzteren ist hier recht augenscheinlich, wahrscheinlich bildeten sie erst eine gerundete Zone und wurden dann durch die Krystallisation der inneren Masse in ihre jetzige polygonale Figur gebracht. Dasselbe wiederholt sich öfters mit der Modification, dass der innere Raum nicht von einem einzigen, sondern von mehreren makrokrystallinischen Individuen eingenommen wird, um welche dann, genau dem gemeinsamen polygonalen Umriss folgend, wieder jener Kranz mikrokrystallinischer Dolomitindividuen oder fremdartiger Partikel liegt. — In anderen Fällen sieht man, dass fremdartige Substanz, die im Innern von krystallinischen Individuen eingeschlossen ist, genau deren äusserer Umrandung parallel geordnet ist, also ganz ähnlich wie die Mikrolithen in gewissen Krystallen der Eruptivgesteine, oder auch wie ähnliche Erscheinungen in den Agatmandeln. (Siehe Figur 5. Tafel XVII.) Zeigt das Gestein, in Folge eines Gehaltes an Eisenoxyd braunrothe oder röthliche Färbung, so bemerkt man oft schon am Handstück oder am Anschliff, dass diese Substanz meist im mikrokrystallinischen Antheil angehäuft ist, und besonders auch die durch denselben gebildeten Flecke oder Ringzonen färbt; ein Zeichen, dass sie, gleich den sonstigen fremden festen Körpern, dem makrokrystallinischen Antheile gegenüber sich gerade so verhielt, wie der mikrokrystallinische Antheil. Schon früher wurde bemerkt, dass die Einreihung irgend welcher fremden Partikel in die mikrokrystallinischen Zonen der oolithartigen Gebilde überhaupt eine sehr häufig zu beobachtende Erscheinung ist; diese Körper sind gewöhnlich von winzigen Dimensionen und

---

Masse, befand; man ist versucht, einen Zwischenzustand zwischen Lösung und Krystallisation anzunehmen, weil einerseits Anzeichen von grosser Beweglichkeit, andererseits von Widerstand und von Einfluss auf die Gruppirung der schon erstarrten Theilchen vorliegen. Die schliessliche Erstarrung der makrokrystallinischen Masse dürfte successiv, von Strecke zu Strecke, vor sich gegangen sein, und bei kleineren Partieen, die zwischen mikrokrystallinischer Masse steckten, eher abgeschlossen haben als bei grösseren zusammenhängenden Partieen.

meist mit hinlänglicher Deutlichkeit von den dolomitischen Mikrolithen zu unterscheiden. (Taf. XVII. Fig. 4.)

Eine andere, an den oolithartig ausgebildeten Dolomitgesteinen nicht selten zu beobachtende Erscheinung möge hier ihre Besprechung finden, dass nämlich an einzelnen Stellen die makrokrystallinisch erstarrte Masse nicht völlig geschlossen erscheint, sondern Lücken mit frei hineinragenden Krystallspitzen besitzt. Diese Lücken nun bilden z. Th. den inneren Raum von oolithischen Körpern, sie sind dann meist rundlich und rings herum mit einwärts gerichteten Krystallspitzen besetzt, nach Art von Drusen; z. Th. aber kommen sie auch in dem Zwischenraum vor, den mehrere aneinanderstossende oolithische Körper zwischen sich lassen (Taf. XVII. Fig. 3); häufig auch fügen sie sich in eine makrokrystallinische Ringzone in der Art ein, dass sie innerhalb derselben eine Art Naht bilden, gegen welche von beiden Seiten her Krystallspitzen sich richten, oder welche wenigstens eine scharf verlaufende Grenze zwischen den beiderseitigen krystallinischen Individuen bildet; ganz ähnlich in den makrokrystallinischen Adern, die quer durch oolithartige Gebilde setzen. Die diese Lücken und Höhlungen zunächst einschliessende makrokrystallinische Masse pflegt in besonders grossen Individuen ausgebildet zu sein.

Was die Ursachen dieser Lücken in der sonst geschlossenen Gesteinsmasse betrifft, so bieten sich, unseres Erachtens, mehrere Wege der Erklärung dar. Lassen wir die Annahme zu, dass die makrokrystallinische Masse nicht durchaus gleichzeitig, sondern successiv erstarrte, so ist denkbar, dass an gewissen Stellen der feste Zustand noch nicht eingetreten war, während dies ringsum, vielleicht nur einen Moment vorher, stattgefunden hatte; wenn zugleich, wie wahrscheinlich, beim Uebergang zum krystallinisch starren Zustand nur irgend welche Volumenverringerung eintrat, so konnten sich an jenen Stellen, als es auch hier zur Krystallisation kam, Hohlräume und zugleich freie Krystall-Enden bilden. In dieser Weise sind die Höhlungen und Lücken besonders dann verständlich, wenn sie klein sind. Es ist aber ferner auch denkbar, dass an der Stelle solcher Lücken ursprünglich eine der Gesteinsmasse fremde Substanz lag, von der Beschaffenheit, dass sie das Auskrystallisiren der umgebenden dolomitischen Masse in freien Krystall-Enden nicht hinderte und danach durch Auflösung entfernt wurde; auf diese Entstehungsart, die in manchen Fällen gewiss vorliegt, haben wir weiter unten zurückzukommen. Unter allen Umständen aber möchten wir solche Drusen, resp. die sie auskleidenden Krystalle, für eine ursprüngliche, d. i. mit der Verfestigung des Gesteinsgewebes gleichzeitige Bildung halten.

Wir vermissen bei den hier besprochenen oolithartig ausgebildeten Dolomiten die Erscheinung ganz oder fast ganz, dass ein fremdartiger Körper das Centrum eines Oolithgebildes ausmacht, sowie auch die radiale oder radialfaserige Anordnung seiner Bestandtheile. Beides findet sich dagegen sehr ausgebildet bei den an kleinen, organischen Trümmern sehr reichen Kalken der Cassian-Schichten.

Schichten-Structur.

Nachdem so die „Oolith-Structur im weiteren Sinn“ eingehend betrachtet ist, haben wir eine andere Structurform unserer dolomitischen Gesteine zu erwähnen, die wir als „Schichten-Structur“ bezeichnen können. Die Figuren 2—6 auf Taf. XVIII. geben eine Anschauung derselben. Auch hier finden wir das Gesteinsgewebe aus einem mikro- und einem makrokrystallinischen Antheil gebildet, ganz wie bei der vorigen Gruppe, doch ist die Anordnung dieser Theile wesentlich anders wie dort, sie ist nämlich durchaus stratificirt, in dünnen Schichten und Streifen alternirend, parallel der Schichtung der Gesteinsbänke. Wenn wir bezüglich des der Gesteinsbildung zu Grunde liegenden liquiden Magmas und bezüglich der Ausscheidung der mikrokrystallinischen Substanz in fester Form ähnliche Voraussetzungen wie oben gelten lassen, so kann der Unterschied in der Entstehung der vorigen Structur (der oolithischen) und der jetzt zu besprechenden wohl darin gesucht werden, dass bei letzterer der Unterschied im spec. Gewicht des schon erstarrten Theils gegen den noch flüssigen mehr zur Geltung kam, vielleicht nur wegen eines höheren Grades von Flüssigkeit bei der noch nicht erstarrten Masse; nach dieser Vorstellung würde, sobald bei der frisch sich oben auflagernden Schicht des liquiden Magmas die Ausscheidung des mikrokrystallinischen Theiles erfolgte, dieser letztere insgesammt in dem vorerst noch flüssig bleibenden (makrokrystallinischen) Theil sich abwärts bewegt haben, sehr bald aber an dem makrokrystallinischen Antheil der vorhergehenden oder nächst älteren Schicht, welcher als noch nicht völlig erstarrt, der Erstarrung aber näher gekommen anzusehen, einen Widerstand gefunden haben; und so fort in beständiger Wiederholung. Mit der Annahme, dass die zuletzt bezeichnete Lage den Erstarrungspunkt noch nicht völlig erreicht hatte und denselben auch an verschiedenen Stellen nicht genau gleichzeitig erreichte, würde die weitere Erscheinung stimmen, dass die abwechselnden Lagen mikro- und makrokrystallinischer Masse, obschon deutlich der Schichtung folgend, doch sehr unregelmässig in einander greifen, stellenweise etwas anschwellen, um sich dann wieder zusammenzuziehen, oder dass

sich kleine Streifen der einen Masse quer durch die benachbarte ziehen; nicht selten ist zu sehen, dass von einer mikrokrystallinischen Lage kleine Ausläufer fast stalaktitenartig in die anliegende makrokrystallinische eingreifen, als ob an dieser Stelle ein etwas tieferes Einsinken als sonst stattgefunden hätte (s. dazu die Fig. 4. 5. 6. Taf. XVIII.); mitunter hat es auch den Anschein, dass die Form solcher Ausläufer genau durch die Krystallisation der anstossenden Individuen der makrokrystallinischen Masse bestimmt und begrenzt worden sei. Unregelmässigkeiten und Störungen im Verlauf der abwechselnden Lagen können wohl auch hier z. Th. äusseren Anstössen und Bewegungen zugeschrieben werden, und vielleicht umsomehr, wenn wir uns vorstellen dürfen, dass zwischen dem, aus schon völlig verfestigtem Gestein bestehenden Boden und der zuletzt oben aufgelagerten Schicht des noch nicht in die beiden Theile getrennten Magmas eine gewisse Zahl von Lagen sich befand, bei denen diese Trennung schon stattgefunden hatte, ohne dass bereits völlige Verfestigung bestand. Dass auch bei dieser Structur ein Zusammenhang des makrokrystallinischen Antheils durch die ganze Gesteinsmasse besteht, dass sie durch die zwischenliegenden Streifen des anderen Theils nicht völlig getrennt sein kann, folgt von selbst.

Die fremdartigen Partikel verhalten sich natürlich auch bei dieser Structurart dem makrokrystallinischen Antheil gegenüber, wie der mikrokrystallinische; so häufen sie sich in manchen Präparaten sichtlich an jenen, oben erwähnten, stalaktitenartigen Ausläufern, mit denen die mikrokrystallinische Masse in die makrokrystallinische eingreift; an der scharfen Grenze erscheinen z. B. sehr kleine Schwefelkiespartikel, und man möchte diese Lage derselben mit ihrem grösseren spec. Gewicht in Verbindung bringen. In Folge von Verwitterung nehmen die Schwefelkiespartikel eine braune Färbung an und theilen solche auch ihrer Umgebung mit.

Die Schichten-Structur des Gesteinsgewebes kehrt besonders in gewissen Stufen des Gebirges häufig wieder, so beim Hauptdolomit und bei den an seiner Basis liegenden dolomitischen Steinmergeln. Man erkennt auch sie schon sehr deutlich am Anschliff, sowie auf natürlichen Bruchflächen, die der Verwitterung ausgesetzt waren; die makrokrystallinischen Lagen werden dabei langsamer angegriffen und ragen rippenförmig vor. (Taf. XVIII. Fig. 2.)

Breccien-Structur.

Eine dritte, häufig wiederkehrende Structurform können wir als breccienartige oder kurz als „Breccien-Structur“ bezeichnen. Die Figuren 7. 8. 10. Tafel XVIII. geben eine Vor-

stellung von derselben. Bei dieser Structur lässt sich ebenfalls im krystallinischen Gewebe ein mehr mikrokrystallinischer, feiner und ein mehr phanero- oder makrokrystallinischer Antheil unterscheiden; der erstere erscheint in unregelmässig umgrenzten Flecken oder Anhäufungen in letzterem oder auch umgekehrt. Wären diese Anhäufungen sphärisch oder einigermaassen gerundet, so wäre die Structur einfach oolithisch, ohne mehrfach concentrische Zonenbildung, zu nennen; sie sind aber unregelmässig eckig gestaltet, und dies bewirkt ein ganz anderes Ansehen des Gesteins im Dünnschliff, wie auch auf der Verwitterungsfläche oder Bruchfläche. Wir möchten vermuthen, dass die unregelmässig eckige Gestalt der Anhäufungen der beiderlei Theile des Gewebes nicht ursprünglicher Natur ist, dass zunächst gerundete Anhäufungen ganz nach Art der Oolithe vorlagen, die dann aber, noch vor der völligen Erstarrung der Gesteinsmasse, in Folge der successiven Krystallisation des makrokrystallinischen Theiles und der daraus sich entwickelnden Bewegungen und Verschiebungen — wozu auch in vielen Fällen noch äussere Bewegungen hinzukommen mochten — ihre Rundung verloren und eckig wurden.

Es kehrt diese Structurart in den verschiedensten Dolomitstufen des Gebirges wieder. Sie macht sich mitunter schon auf frischem Bruch, öfters auf verwitterter Fläche durch ungleich starke Abwitterung der in der Individuengrösse differirenden Theile bemerklich; das breccienartige Aussehen ist dann wohl recht auffällig und nicht zu verwechseln mit eigentlichen Breccien. —

Uebergänge und Wechsel der genannten Structurarten.

Obschon sich nun viele Gesteinsproben unserer dolomitischen und kalkigen Gesteine nach den erwähnten Typen der Structur — der „Oolith-Structur im weiteren Sinn“ oder kürzer der „Oolithoiden-Structur“, der „Schichten-Structur“ und der „Breccien-Structur“ — ausgebildet zeigen, so giebt es doch ausserdem noch viele andere, deren krystallinisches Gewebe man weder der einen noch der anderen Gruppe mit Bestimmtheit zurechnen möchte. Immerhin scheinen uns die oben bezeichneten Annahmen über die Vorgänge bei der Festwerdung des Gesteins auszureichen, um auch diese letzteren Ausbildungsformen verständlich zu finden, ohne dass es nöthig oder selbst thunlich wäre, noch mehr solcher Typen aufzustellen, die doch nicht auseinanderzuhalten wären. Bemerkt wurde schon, dass sowohl bei der Oolithoiden- als bei der Schichten-Structur vielfache Unregelmässigkeiten, Störungen vorkommen; erreichen diese einen gewissen Grad, so kann es zweifelhaft werden, ob diese Typen noch vorliegen; oder es erinnern an

dieselben vielleicht nur einzelne Stellen im Präparat; beiderlei an und für sich sehr verschiedene Ausbildungsweisen können so in ihren extremen Modificationen verbunden sein, und auch in die Breccien - Structur übergehen. Berücksichtigt man in der That, dass gewiss eine grosse Mannigfaltigkeit möglich war in der Beschaffenheit des der Gesteinsbildung zu Grunde liegenden Magmas, in dem Mengenverhältniss des zuerst sich ausscheidenden mikrokrystallinischen Antheils zu dem übrig bleibenden makrokrystallinischen, im Flüssigkeitsgrade des letzteren, sodann in der Art und Intensität der inneren und äusseren Bewegungsvorgänge — Factoren, denen nicht nachzurechnen ist — so kann die Verschiedenheit und Mannichfaltigkeit, die das krystallinische Gewebe unserer Gesteine zeigt, nicht befremden; und es ist nur zu erwarten, dass sich alle diese Verschiedenheiten durch Uebergänge verbunden zeigen werden.

Abgesehen von den Uebergängen der Structurtypen in einander muss hervorgehoben werden, dass in nächster Nähe, oft an demselben Handstück verschiedene, deutlich ausgeprägte Structurtypen auf einander folgen können, gewiss ein Zeichen, dass die Bedingungen, unter denen das Gesteinsmagma sich abschied und erstarrte, nur wenig modificirt zu werden brauchten, um einen anderen Structurtypus hervorzurufen, und dass diese Modificationen oft rasch nach einander eintraten. So wechselt z. B. in manchen Handstücken oolithartige mit Schichten - Structur mehrfach ab (Fig. 10. Taf. XTII.); letztere ist oft sehr fein und dabei wellig auf- und abziehend, und umschliesst einzelne, fast linsenförmig dazwischen liegende Partieen, die oolithartig struirt sind (Fig. 11. Taf. XVII.). Natürliche Bruchflächen, die längere Zeit der Verwitterung ausgesetzt waren, zeigen hier Erscheinungen am Handstück, die in grösserem Maassstab das wiederholen, was sich im Dünnschliff gezeigt hat: die wellenförmig auf und ab ziehende Streifung deutet in ihrem ganzen Bereich mit grösster Wahrscheinlichkeit auf einen Zustand der Weichheit oder Plasticität, der noch nach der Abscheidung des dolomitischen Materials eine Zeit lang bestand, ehe die absolute Erstarrung eintrat. In demselben Sinne sind rippenförmige Leisten zu deuten, die auf solchen Flächen schräg gegen die Schichtung verlaufen; sie entsprechen makrokrystallinischer Masse, die bei stattgehabter Verschiebung in der noch nicht verfestigten Gesteinsmasse diese Stelle erfüllte, wie wir dies schon früher bei Betrachtung der oolithartig struirten Gesteine sahen. (Fig. 1. Taf. XVIII.)

Gleichmässig krystallinische Structur.

In den bisher betrachteten Fällen schied sich das Gesteinsgewebe stets in einen mikrokrystallinischen und einen makro-

krystallinischen Antheil. Es giebt aber bei den Gesteinen, die Gegenstand unserer Betrachtung sind, auch ein gleichmässig krystallinisches Gefüge, ohne eine solche Theilung; die einzelnen krystallinischen Individuen zeigen sich dann alle annähernd gleichgross, wobei das absolute Maass dieser Grösse freilich sehr verschieden und dem entsprechend die Structur am Handstück körnig bis dicht sein kann. Solche gleichmässig krystallinische Dolomite und dolomitische Kalke können sich in den verschiedensten geognostischen Stufen wiederholen.

Diese Art von Structur, für sich allein betrachtet und ausser Zusammenhang mit den oben beschriebenen Typen, würde allerdings keinen Anlass zu den ausgesprochenen theoretischen Vorstellungen über die Vorgänge bei der Festwerdung des Gesteins geben; man könnte geneigt sein, diese Structur, als die einfachste, ganz von den oben besprochenen getrennt zu halten und für sie andere Entstehungsverhältnisse anzunehmen. Die Zahl der Gesteine, welche diese einfachste Structur besitzen, ist jedoch geringer, als man von vorn herein geneigt ist anzunehmen. Es muss nämlich hervorgehoben werden, dass in zahlreichen Fällen ein anscheinend gleichmässig krystallinisches oder dichtes Gefüge, wie es der frische Bruch sehen lässt, sich als oolithartiges oder in Schichten angeordnetes Gefüge mit grösserer oder geringerer Deutlichkeit erweist, sobald man aufmerksam günstig abgewitterte Flächen untersucht; und wo diese nicht ausreichen, die feinsten Structurverhältnisse zu offenbaren, z. B. bei äusserst kryptokrystallinischen Steinmergeln oder Dolomiten, zeigt oft noch der Dünnschliff eine oolithisch angeordnete Structur. (Fig. 9. Taf. VIII.) (Bei nicht zu starker Vergrösserung kann dies am leichtesten erkannt werden; solche Oolithe sind dann gewöhnlich einfach, ohne mehrfach concentrische Ringzonen.) In solchen Fällen wird sich dann auch eine Differenzirung des krystallinischen Gewebes in einen gröber und einen feiner krystallinischen Antheil ergeben, wenn dieselben auch nicht so scharf von einander sich scheiden, wie bei den im Eingang betrachteten Gesteinen. Solche Fälle gehören also, genau genommen, nicht der wirklich gleichmässig krystallinischen Structur an. Ausserdem ist zu bemerken, dass selbst in Proben, welche wirklich gleiche Grösse der krystallinischen Individuen und gänzliche Abwesenheit von oolithischer Anordnung derselben aufweisen, die letztere sich demnach mitunter insoweit bemerklich macht, dass wenigstens die fremdartigen Partikel, die Verunreinigungen des Gesteins zu oolithischen Zonen angeordnet sind (Fig. 12. Taf. XVIII.), oder auch in einzelnen krystallinischen Individuen sich vorzugsweise angehäuft finden.

Je mehr also, bei aufmerksamer Beobachtung der Ver-

witterungsfragmente und der Dünnschliffe, die Zahl der von oolithartiger etc. Structur freien, und rein gleichkörnig krystallinischen hierhergehörigen Gesteine sich mindert, und je mehr dieser Structurtypus in den Schichten oder selbst am Handstück mit jenen anderen Structurtypen wechselt, desto mehr scheint es uns zulässig, auch für diese einfachste Structur Bedingungen und Vorgänge bei der Gesteinsbildung in ähnlicher Weise anzunehmen wie für jene anderen.

Bemerkungen in chemischer Hinsicht.

Es liegt nicht fern, sich die Frage vorzulegen, ob bei der so ausgesprochenen Theilung der Gesteinsmasse in einen mikrokrystallinischen und einen makro- oder phanerokrystallinischen Antheil, wie sie viele der hierher gehörigen Gesteine zeigen, vielleicht auch chemische Unterschiede zwischen diesen beiden Theilen bestehen möchten. Es würde sich zur Beantwortung dieser Frage darum handeln, beide Theile einer Probe zu isoliren und getrennt zu analysiren. Begreiflicherweise ist dies mit Schwierigkeiten verbunden; es liegt in der Natur der Sache, dass diese Trennung niemals eine scharfe sein kann, und in den meisten Fällen ist sie wegen der geringen Dimensionen der Gesteinspartikel, in welchen das bewaffnete Auge immer noch die beiden Antheile des krystallinischen Gewebes unterscheiden kann, unausführbar. Doch gelingt es aus einer grösseren Zahl von Proben einzelne herauszufinden, welche die mechanische Isolirung beider Antheile in befriedigender Weise gestatten. Es sind das solche, bei denen sich die beiden Antheile schon auf verwitterten Flächen oder schon auf dem Bruch in nicht zu kleinen Partieen sehr deutlich von einander abheben. Die chemische Untersuchung derartiger Proben ergab folgende Resultate:

(Es wurde dabei für ausreichend erachtet, nur den Kalkgehalt mit Sorgfalt zu bestimmen, da die Proben sichtlich ausser Kalk- und Bittererde so gut wie nichts enthielten.)

Es enthielt kohlensauren Kalk

	der krypto- oder mikrokrystallinische Theil	der phanero- oder makrokrystallinische Theil	
I.	53,30 pCt.	52,88 pCt.	
II.	53,77 „	52,40 „	
III.	54,25 „	54,64 „	
IV.	55,15 „	54,32 „	
V.	68,18 „	85,62 „	
VI.	59,21 „	mehr als 72,54 „	(s. u.)
VII.	98,88 „	99,18 „	

I. Dolomit von der vorderen Seite des Schusterstockes bei Sexten. Der mikrokrystallinische Antheil grau, der andere rein weiss. (Vergl Zeichnung eines Dünnschliffs Fig. 10. Taf. XVIII.)

II. Dolomit von Bad Prags. Auch hier der Unterschied in der Färbung.

III. Dolomit vom Rauchkofel am Pragser See, sehr oolithisch; der mikrokrystallinische Antheil konnte besonders aus kleinen Oolithen, der andere aus der Zwischenmasse der Oolithe sortirt werden.

IV. Andere Probe ebendaher, ebenso beschaffen.

V. Dolomit von Toblach (Sarnkofel). Der mikrokrystallinische Theil ragt hier auf abgewitterten Flächen vor.

VI. Ebenso beschaffen, ebendaher. Der makrokrystallinische Antheil konnte hier nicht isolirt werden, und wurde daher der Kalkgehalt der ganzen Masse bestimmt und zu 72,54 pCt. gefunden.

VII. Kalkstein, von der Westseite des Pelmo, oolithisch, die dichten gelbgrauen Oolithkörner in weisser, phanerokrystallinischer Masse liegend.

Die meisten der untersuchten Proben zeigen also keine merklichen Differenzen in der chemischen Beschaffenheit beider Antheile der Gesteinssubstanz. Nur die Proben V. und VI. zeigen solche, und zwar erweist sich der mikrokrystallinische Antheil dolomitischer als der makrokrystallinische; dies stimmt auch mit dem äusseren Ansehen des Gesteins, indem hier der erstere rippenförmig auf abgewitterten Flächen vorragt, also offenbar schwerer verwittert, was ganz ungewöhnlich ist; gewöhnlich ist das umgekehrte der Fall, aus dem einfachen Grunde, weil bei gleicher oder wenig verschiedener chemischer Beschaffenheit beider Theile der makrokrystallinische, welcher die geringere Oberfläche bietet, der Verwitterung weniger ausgesetzt ist.

Die Untersuchung zeigt also die Möglichkeit chemischer Unterschiede in den beiderlei Theilen des krystallinischen Gesteinsgewebes. Immerhin bleiben, bei der Schwierigkeit der Isolirung derselben in einigermaassen grösseren Quantitäten, weitere derartige Analysen zu wünschen.

Einschluss organischer Formen im Dolomit.

Einen besonderen Abschnitt unserer Betrachtung haben wir dem Einschluss organischer Formen in unseren dolomitischen Gesteinen zu widmen. Wir knüpfen hierbei an einen

oben schon berührten Punkt an, nämlich an das Vorkommen von Höhlungen mit freien Rhomboëderspitzen in diesen Gesteinen, besonders in denen mit oolithartiger Structur.

Wie dort bemerkt, halten wir für diese Drusen eine mit der Verfestigung des Gesteins gleichzeitige Entstehung für weit wahrscheinlicher als eine spätere, und es wurden schon die hierfür bestehenden Möglichkeiten angedeutet. Befand sich an der Stelle dieser Höhlungen ein Körper, der sich gegen das umgebende, noch nicht erstarrte dolomitische Magma ganz indifferent verhielt, und zugleich weich und nachgiebig war, etwa eine organische Masse, oder aber ein Körper von der Beschaffenheit, dass die Berührung mit jenem Magma lösend auf seine Oberfläche wirken konnte, etwa Kalk: so bestand wohl auch beim Uebergang in den krystallinisch starren Zustand für die dolomitische Masse an diesen Berührungsstellen die Möglichkeit, freie Krystallspitzen zu entwickeln, besonders wenn beim Uebergang in den starren Zustand eine geringe Volumenabnahme statt hatte. Kalkschalen von Mollusken etc. oder Trümmer von solchen geriethen gewiss häufig in das noch nicht erstarrte Gesteinsmagma; wir möchten annehmen, dass sie sich in dieser Umgebung alsbald zu lösen begannen. Die Möglichkeit der Lösung von Calciumcarbonat, resp. der Corrosion von Kalkschalen, in einem liquiden dolomitischen Magma dürfte wohl zuzugeben sein, wenn man sich die leichtere Löslichkeit des ersteren gegenüber dem Dolomit vergegenwärtigt. [1])

Was von solchen Schalen noch übrig war, als die Umgebung krystallinisch erstarrt war, konnte wohl auch noch im festen Gestein im Lauf der Zeit durch Auflösung verschwinden. Es ist zugleich ersichtlich, dass für die definitive Gestalt des Hohlraumes nur der Zeitpunkt der Erstarrung des umgebenden dolomitischen Magmas maassgebend war; wenn bis dahin schon ein gewisser Theil der eingeschlossenen Kalkschale gelöst war, ging mehr von ihrer anfänglichen Form verloren als wenn die Erstarrung schon eintrat als Corrosion und Auflösung noch in ihrem Beginne war. Dass in dieser Beziehung ein sehr verschiedenes Verhalten möglich, scheint nur wahrscheinlich; der Erhaltungszustand der organischen Form, ob vollständig oder fragmentarisch, ob frisch oder von vorn herein schon corrodirt, sowie die Beschaffenheit der dolomitischen

---

[1]) Der Zustand, in welchem sich dieser Kalk als Bestandtheil abgestorbener organischer Reste befand, dürfte seine Löslichkeit mindestens nicht beeinträchtigt haben. Selbstverständlich ist der Uebergang in Lösung ohne Zersetzung des Kalkes anzunehmen; das gelöste Calciumcarbonat trug einfach zur Vermehrung des in dem dolomitischen Magma schon enthaltenen bei.

umgebenden Masse mussten hierbei von wesenlichem Einfluss sein. So ist z. B. von vorn herein wahrscheinlich, dass in einer vorwiegend kryptokrystallinisch, also gemäss unseren Annahmen relativ rasch erstarrenden Masse die organische Gestalt sich genauer abformte, als in einer mehr phanerokrystallinischen, wo im Gegentheil der organische Rest noch längere Zeit sich in einer liquiden Umgebung befand. Damit würde in Uebereinstimmung sein, dass wir in dichten Dolomitvarietäten, wie sie z. B. in der Hauptdolomit-Stufe liegen, so oft scharfe Abgüsse und Steinkerne von Megalodon, Gastropoden etc. sehen, während in den phanerokrystallinischen Varietäten, die z. B. vielfach in der Stufe des Schlerndolomits vorkommen, gewöhnlich nur sehr undeutliche oder verzerrte derartige Formen vorkommen; ob dieselben nun ganz erhalten oder nur in Fragmenten eingebettet wurden, es konnten, wenn die Berührung mit der noch beweglichen und nach unserer Vermuthung corrodirend wirkenden Umgebung lange genug dauerte, deutliche Umrisse völlig verloren gehen. Kleinere Formen und Fragmente konnten wohl auf diese Weise in einem solchen phanerokrystallinischen Dolomit spurlos verschwinden. Das Vorkommen von Hohlräumen und Steinkernen von Bivalven, Gastropoden, Crinoiden etc. in den verschiedenen Dolomitvarietäten in verschiedenem Grade von Deutlichkeit und Formerhaltung würde sich in der angedeuteten Weise ohne Schwierigkeit erklären, sowie auch der Umstand, dass ihre Grenzflächen immer mit Dolomitkryställchen besetzt sind.

Andererseits sind gewisse kleine organische Formen, z. B. die Schälchen kleiner Gastropoden, noch mehr jene grossen Foraminiferen, die Gyroporellen, in manchen unserer dolomitischen Gesteine sehr gut erhalten und wittern auch oft recht deutlich aus. Dies kann auf den ersten Blick auffallend erscheinen, wenn man bedenkt, dass grössere Mollusken im Dolomit oft so schlecht erhalten sind. Eine nähere Betrachtung giebt indess hierüber Aufschluss.

Während nämlich bei dickschaligen, grösseren Körpern, wie z. B. Megalodon, die Erstarrung der Gesteinsmasse beendigt sein konnte, ehe ein irgend erheblicher Theil der Kalkschale der Auflösung verfallen, war es bei dem geringen Volumen, im Vergleich zur Oberfläche, welches jene kleinen Körper besassen, leicht möglich, dass ihre Kalkschale völlig gelöst und in demselben Maasse von dolomitischer Substanz ersetzt war, ehe die definitive Erstarrung des krystallinischen Gesteinsgewebes erfolgte. Wir haben hier eine Art Pseudomorphose von Dolomit nach Kalk, oder eine Dolomitisirung. In diesem Falle entstand also kein Hohlraum; um aber auch

die organische Gestalt deutlich zu bewahren, mussten noch besondere Umstände hinzutreten, denn bei der blossen Ersetzung des Kalkes durch Dolomit konnten die Grenzen der organischen Form immerhin verwischt werden, besonders bei einer dolomitischen Masse, welche im Wesentlichen makrokrystallinisch und mit gleicher Grösse ihrer krystallinischen Individuen erstarrte; in einem solchen Gestein mag in der That manche kleine organische Form ganz absorbirt und selbst ohne die Spur eines hinterbliebenen Hohlraumes verschwunden sein. Anders, wo das dolomitische Magma zunächst einen mikrokrystallinischen Theil ausschied. Dieser konnte sich auf der Oberfläche der eingeschlossenen organischen Schalen, sowohl aussen als auf inneren Räumen, soweit diese zugänglich waren (z. B. die Innenräume von kleinen Schnecken, von Foraminiferen etc.), in einer dünnen Schicht niederschlagen, wobei der Kalkkörper durch Attraction auf den Niederschlag gewirkt haben mag; in dem Maasse als die Kalkschale sich dann löste, wurde sie durch noch flüssige, später makrokrystallinisch erstarrende Substanz ersetzt, während dabei der in der Gestalt der Kalkschale abgelagerte mikrokrystallinische Theil seinen Platz umsomehr behaupten konnte, je ruhiger der Process voranschritt. Dass dabei aber auch Unregelmässigkeiten vorkommen und Deformirungen eintreten konnten, ist natürlich; man kann sich vorstellen, dass die mikrokrystallinische Substanz an der äusseren und inneren Schalenfläche sich etwa verhielt wie die mikrokrystallinischen Ringzonen eines oolithischen Gebildes, welche ja auch einerseits eine gewisse Tendenz zeigen, ihre Gestalt zu bewahren, andererseits aber auch allerlei Deformirungen in Folge von Bewegungen in der krystallisirenden Umgebung ausgesetzt sind.

Dementsprechend sieht man denn auch in den betreffenden Dünnschliffen die äusseren und inneren Umrisse der Schalen von Foraminiferen, kleinen Gastropoden u. s. w. fast immer durch eine verschieden dicke Lage mikrokrystallinischer Substanz bezeichnet, während der eigentliche Schalenraum durch später erstarrte makrokrystallinische Substanz erfüllt ist. Es tritt dies um so deutlicher hervor, je beträchtlicher der Grössenunterschied zwischen den beiderseitigen krystallinischen Individuen ist. Wo die Schälchen in schon stärker corrodirtem Zustande in das dolomitische Magma geriethen, oder der Process ihrer Versteinerung weniger ruhig und gleichmässig ablief, da drückt sich dies durch unvollständige oder verwischte und verschobene Umrisse der organischen Form, unregelmässiges Ineinandergreifen des mikro- und makrokrystallinischen Theils und mehr oder weniger sichtliche Verschiebungen grösserer

Partieen aus, in ähnlicher Weise, wie wir dies früher bei dem oolithartig angeordneten krystallinischen Gewebe anführten.

In den inneren Hohlräumen der Organismen, z. B. der Gyroporellen, sowie in den Zwischenräumen zwischen mehreren derselben findet dann gewöhnlich noch eine weitere Vertheilung und Anordnung der mikro- und makrokrystallinischen Masse statt. Erstere ist dabei mitunter ziemlich unregelmässig in letzterer vertheilt und erscheint in einzelnen Flecken und Zusammenballungen, anderswo zeigt sie wohl eine Tendenz zu oolithischer Anhäufung. In dem *Gyroporella pauciforata* Gümb. massenhaft einschliessenden Dolomit oder dolomitischen Kalk, auch selbst Kalk, des südtiroler Muschelkalkes bildet sich in den Zwischenräumen dieser organischen Einschlüsse und ganz in Uebereinstimmung mit deren Umrissen sehr oft eine regelmässig zonale Anordnung der krystallinischen Individuen aus; diese Zonenstructur wird bei nicht zu gehäuft liegenden Foraminiferen und bei alternirenden mikro- und makrokrystallinischen Zonen oft sehr auffällig, dabei begrenzen sich die Individuen der letzteren gewöhnlich in radialer, resp. auf den Umriss des organischen Körpers senkrechter Richtung (Fig. 11. Taf. XVIII.). Diese zonenförmige Anordnung erinnert in vieler Beziehung an die früher betrachtete oolithische Structur und ist, wie diese selbst, nahe verwandt mit dem, was man früher wohl als *„Evinospongia“* und „Grossoolith“ beschrieben hat. Die einzelnen Zonen erscheinen als Incrustirungs-Rinden für die organischen Körper, und dürfte dementsprechend auch die innerste, makrokrystallinische (die von jenen Körpern am meisten entfernte) zuletzt erstarrt sein. Bei der regelmässigen Ausbildung, in welcher mitunter diese Structur erscheint, darf wohl angenommen werden, dass hier eine besonders ruhige und allmähliche Erstarrung Platz griff, womit auch die radiale Anordnung der krystallinischen Individuen im Zusammenhang stehen mag, welche bei jenen oolithartig beschaffenen, während der Erstarrung vielfach durch Bewegungs-Erscheinungen gestörten Dolomitarten kaum vorkommt.

Dagegen ist in anderen Fällen der Erhaltungszustand dieser Foraminiferen ein sehr mangelhafter, dadurch wohl, dass vor der definitiven Erstarrung des Gesteins beträchtlichere Verschiebungen eingetreten sind, in Folge deren die Partieen des mikro- und des makrokrystallinischen Theiles und dadurch auch die organischen Umrisse beträchtlich verschoben sind; die Structur wird dabei öfters etwas breccienartig und die organischen Figuren sind im Dünnschliff gewöhnlich nicht mehr wahrzunehmen (Fig. 10. Taf. XVIII.), während am Hand-

stück sich wenigstens hie und da noch deutliche Spuren derselben erkennen lassen.

In etwas anderer Weise als die Schalen der Foraminiferen und kleinen Gastropoden pflegen die in den dolomitischen Gesteinen, besonders des Muschelkalkes, nicht sehr seltenen Crinoidenstielglieder erhalten zu sein. Kleinere Körper derart zeigen sich gewöhnlich mit dem vollen Querschnitt versteinert, sind dabei, wie die umgebende Masse, zu Dolomit geworden, zeigen dabei auch wohl die fremdartigen Beimengungen wie jene, und der ganze Querschnitt verhält sich als einheitliches krystallinisches Individuum. Der äussere Umriss ist dabei nicht immer von einer Schicht mikrokrystallinischer Masse eingefasst, und dann oft unregelmässig, so dass die zunächst umgebenden krystallinischen Individuen in denselben eingreifen; der Crinoidenstielkörper erscheint so mitunter von aussen her corrodirt und etwas reducirt. Wo sein ganzer Querschnitt erhalten ist, da lässt sich annehmen, dass bis zu seiner völligen Ersetzung durch Dolomit die umgebende Masse noch nicht erhärtet war. In anderen Fällen, besonders bei dicken Crinoidenstielen, ist die Erstarrung der umgebenden dolomitischen Masse erfolgt, ehe der Kalkkörper völlig gelöst und durch Dolomit ersetzt werden konnte; derselbe blieb dann in seinem ganzen Querschnitt, oder gewöhnlicher wohl auf einen Theil seines Querschnittes reducirt, als Kalkkörper zurück, und konnte später im festen Gestein der Auflösung oder Auswitterung verfallen; an seiner Stelle befinden sich dann mit Dolomitkryställchen ausgekleidete Röhren im Gestein, wie sie in der That nicht selten vorkommen (Fig. 13. Taf. XVIII.); die ursprüngliche Dicke des zu Grunde liegenden Kalkcylinders ist noch durch eine Fuge im krystallinischen Gefüge des Dolomites zu erkennen.

Schlussbemerkung.

Das Studium der Structurverhältnisse der in Rede stehenden Gesteine, das Vorhandensein eines vorwiegend mikrokrystallinischen Antheils neben einem phanerokrystallinischen oder doch in grösseren Individuen ausgebildeten Antheil, die Vertheilung und Gruppirung dieser Theile im Gesteinsgewebe, ferner die Art und Weise, wie die organischen Reste versteinert sind — alles das hat uns zur Annahme geführt, dass zuerst ein liquider oder doch beweglicher Zustand der jetzigen Gesteinsmasse vorlag, der bald darauf in einen Zustand der krystallinischen Erstarrung überging. Wir können uns nun noch die Frage vorlegen, ob mit dem erstarrten Gestein späterhin wohl noch Veränderungen nach morphologischer und

chemischer Richtung vorgegangen sein werden. Es scheint uns, dass auf diese Frage eine verneinende Antwort zu geben ist. Gerade jene feinen und so deutlich ausgesprochenen Structurverhältnisse, jene Differenzirungen im Gesteinsgewebe, wie sie die Dünnschliffe erkennen lassen, dürften denn doch ganz entschieden dafür sprechen, dass hier etwas ursprüngliches vorliegt; indem spätere umwandelnde Einflüsse, denen das Gestein ausgesetzt gewesen wäre, gewiss auf Ausgleichung und Verwischung dieser feinen Unterschiede hingewirkt haben würden. In der petrographisch so mannichfaltigen Reihe unserer dolomitischen Gesteine fehlt es, wie früher bemerkt, auch nicht an solchen, deren gleichmässig körniges und dabei wohl von Poren unterbrochenes Gefüge sich mit der Annahme späterer Umwandlung vertragen würde; wo jedoch, und dies dürfte der gewöhnliche Fall sein, diese letzteren Gesteine lagen- und stufenweise mit solchen alterniren, für die wir eine ursprüngliche Bildung ohne spätere Veränderung anzunehmen berechtigt sind, da wird es schwer sein, die Annahme späterer Veränderung aufrecht zu halten.

Die nähere Untersuchung zeigt übrigens, wie wir sahen, dass auch nicht selten anscheinend ganz gleichmässig krystallinische Proben mehr oder minder deutliche oolithartige Structur und damit verbunden eine Scheidung des krystallinischen Gewebes in zwei Theile besitzen; wie in anderen Fällen wenigstens die fremden Beimengungen zu Ringzonen und rundlichen Anhäufungen angesammelt sind.

Was übrigens spätere chemische Umänderungen des Gesteins betrifft, so ist von vorn herein in einem vorwiegend aus kalkigen und dolomitischen Schichten aufgebauten Gebirge die Wahrscheinlichkeit für solche gering. Sehen wir ab von grösseren Spalten und Klüften, sowie von Contactstellen mit Eruptivgesteinen, so ist im geschlossenen Gestein, im Innern der Lagen und Bänke die Bewegung der Gesteinsfeuchtigkeit ohne Zweifel eine minimale, und bei der grossen chemischen Aehnlichkeit, resp. Identität und einfachen Zusammensetzung der einzelnen Theile der Gesteinsmasse der chemische Gleichgewichtszustand gross genug, um gegenseitige, unter Vermittelung der Gebirgsfeuchtigkeit zu denkende Einwirkungen auszuschliessen.

Erklärung der Tafeln.

Tafel XVII.

Figur 1. Natürliche Grösse. Dolomit vom Rauchkofel am Pragser See. Natürliche Verwitterungsfläche. Oolithoid-Structur. Die Ringzonen der oolithischen Körper, die (vor der krystallinischen Erstarrung erfolgten) Berstungen und Verschiebungen der Zonen etc. treten durch die Verwitterung deutlich hervor. — pag. 389. 392.

Figur 2. Vergrösserung 4 : 1. Ebendaher. Anschliff. Mikrokrystallinischer (dunkel) und makrokrystallinischer (hell) Antheil des krystallinischen Gewebes, theils in oolithischen Zonen, theils in weniger regelmässigen Anhäufungen gruppirt. — pag. 389. 392.

Figur 3. Vergr. 2 : 1. Ebendaher. Anschliff. Makrokrystallinischer Antheil des krystallinischen Gewebes besonders deutlich, z. Th. in freien Krystall-Enden ausgebildet. — pag. 389. 401.

Figur 4. Vergr. 14 : 1. Ebendaher. Dünnschliff. Theil eines Oolithgebildes; die dunklen Zonen sehr schmal und unterbrochen, so dass die hellen Zonen in Zusammenhang kommen; jene sind vorwiegend von fremdartigen Partikeln (nicht mikrokrystallinischer Dolomitsubstanz) gebildet. (Dies wird bei 100facher Vergrösserung vollkommen deutlich.) — Mit Zeichenspiegel gez. — pag. 390. 401.

Figur 5. Vergr. 18 : 1. Ebendaher. Dünnschliff. Regelmässige Anordnung fremdartiger, winziger Partikel in makrokrystallinischen Dolomit-Individuen, durch die Krystallisationskraft bedingt. — Mit Zeichenspiegel gez. — pag. 400.

Figur 6. Vergr. 55 : 1. Ebendaher. Dünnschliff. Stück einer scharf begrenzten, sehr schmalen oolithischen Ringzone, die durch fremdartige Partikel zwischen aneinanderstossenden makrokrystallinischen Individuen bedingt ist. — Mit Zeichenspiegel gez. — pag. 390.

Figur 7. Vergr. 66 : 1. Dolomit von St. Veit, Ausser-Prags, aus alpinem Muschelkalk. Dünnschliff. Kettenartiges Aneinanderschliessen mikrolithischer Individuen (einfache oolithische Ringzone). Mit Zeichenspiegel gez. — pag. 390.

Figur 8. Vergr. 2,7 : 1. Dolomit vom Rauchkofel, Pragser See. Dünnschliff. Oolithisch ausgebildeter Dolomit, typisch, mit den verschiedenen Erscheinungen der „Oolithoiden-Structur". — pag. 391—393.

Figur 9. Vergr. 3,5 : 1. Dolomit vom Falzarego-Pass. Dünnschliff. Zeigt deutlich, wie oolithische Gebilde verschoben und auseinandergerissen und die Lücken mit makrokrystallinischer Masse erfüllt sind. — p. 392. 393.

Figur 10. Nat. Gr. Ebendaher. Natürliche Verwitterungsfläche. Wechsel von Schichtenstructur mit Oolithstructur. — pag. 405.

Figur 11. Nat. Gr. Dolomit vom Rauchkofel, Pragser See. Stark abgewitterte Fläche. Wechsel von wellenförmig verlaufender Schichtenstructur mit Oolithbildung. — pag. 405.

Figur 12. Etwas vergrösserte oolithische Figuren aus verschiedenen, nicht sehr dünnen, Dolomitschliffen; deuten auf Bewegung und Verschiebung. — pag. 391—393.

Tafel XVIII.

Figur 1. Nat. Gr. Dolomit vom Rauchkofel, Pragser See. Natürliche Verwitterungsfläche. Schichtenstructur, von Adern makrokrystallinischer Masse durchsetzt. — pag. 405.

Figur 2. Nat. Gr. Dolomit vom Pelmo. Natürliche Verwitterungsfläche. Schichtenstructur. — pag. 402 403.

Figur 3. Vergr. 3,5 : 1. Derselbe; Dünnschliff, etwas vergrössert. — pag. 402.

Figur 4, 5 u. 6. Vergr. 65, 30, 40 : 1. Derselbe; Dünnschliff, stark vergrössert. Fig. 4 mit Zeichenspiegel gez. — pag. 402. 403.

Figur 7. Nat. Gr. Dichter Dolomit oder Steinmergel aus der Gegend des Sextensteins. Natürliche Verwitterungsfläche. Structur breccienartig. — pag. 403 ff.

Figur 8. Vergr. 3 : 1. Derselbe; Dünnschliff, schwach vergrössert. (Auch bei stärkerer Vergrösserung ist das krystallinische Gewebe dieser dichten Dolomite schwierig in Individuen aufzulösen.) — pag. 403 ff.

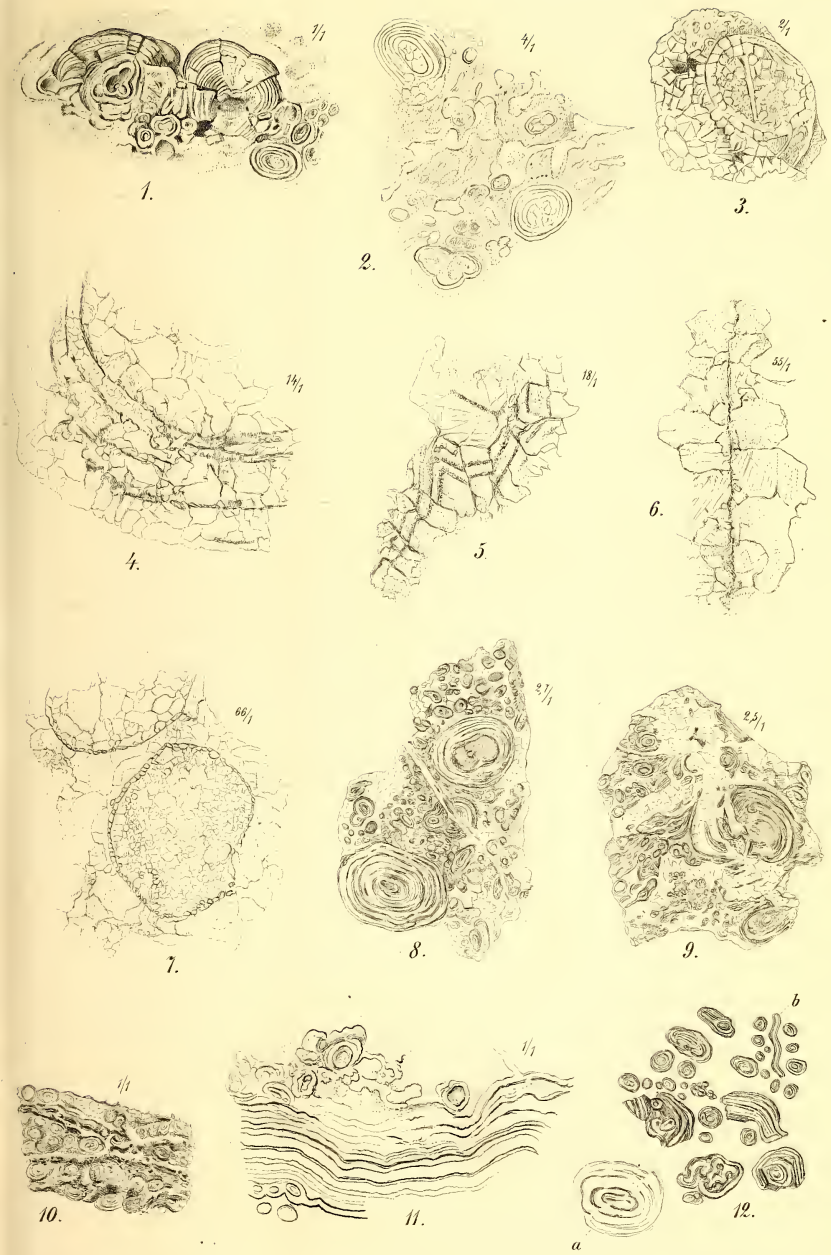
Figur 9. Etwas vergrössert. Dichter Steinmergel, ebendaher, Dünnschliff. Versteckt oolithisch. Schwierig genau zu zeichnen. — pag. 406.

Figur 10. Vergr. 2 : 1. Dolomit von Sexten (Schusterstock). Dünnschliff. Breccienartige Structur. — pag. 403. 408. (Am Handstück Spuren von Gyroporellen.) — pag. 412.

Figur 11. Vergr. $2^1/_2$: 1. Dolomit vom Sarnkofel bei Toblach (zum alpin. Muschelkalk gehörig). Dünnschliff. Zonale Anordnung der krystallinischen Individuen um Gyroporellen herum. — pag. 412.

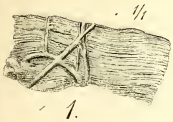
Figur 12. Vergr. 4 : 1. Dolomit vom Rauchkofel, Pragser See. Dünnschliff. Gleichkörnig krystallinisches Gefüge mit oolithisch angefüllter, fremdartiger Substanz. — pag. 406.

Figur 13. Nat. Gr. Dolomit von Campo (Cortina). Bruchfläche. Mit Dolomitkryställchen ausgekleidete Röhre, herrührend wahrscheinlich von einem Crinoidenstiel. — pag. 413.

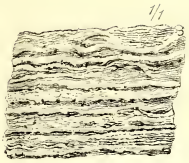


Gez. v. H. Loretz.

Lith. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

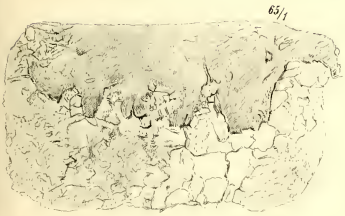


1.



2.

3.



4.

5.

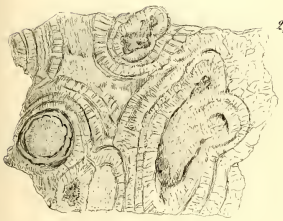
6.

7.

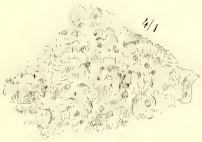
8.

9.

10.



11.



12.

13.

Gez. v. H. Loretz. Lith. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: 30

Autor(en)/Author(s): Loretz Heinrich

Artikel/Article: Untersuchungen uÌˆber Kalk und Dolomit. 387-416