



<http://www.biodiversitylibrary.org/>

**Jahrbuch der Königlich Preussischen Geologischen
Landesanstalt und Bergakademie zu Berlin für das Jahr ...**

Berlin :Simon Schropp'schen Hof-Landkartenhandlung,1881-1908.

<http://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/95660>

bd.7 (1886): <http://www.biodiversitylibrary.org/item/185259>

Article/Chapter Title: Geologische Algenstudien

Author(s): Bornemann, J.G.

Subject(s): Triassic fossil 'algae', Cyanophyta

Page(s): Title Page, Page 116, Page 117, Page 118, Page 119, Page 120, Page 121, Page 122, Page 123, Page 124, Page 125, Page 126, Page 127, Page 128, Page 129, Page 130, Page 131, Page 132, Page 133, Page 134, Text, Text, Text, Text

Contributed by: Smithsonian Libraries

Sponsored by: Biodiversity Heritage Library

Generated 8 November 2016 11:45 AM

<http://www.biodiversitylibrary.org/pdf4/057965100185259>

This page intentionally left blank.

554.31

NH

Jahrbuch

der

Königlich Preussischen geologischen
Landesanstalt und Bergakademie

zu

Berlin

für das Jahr

1886.

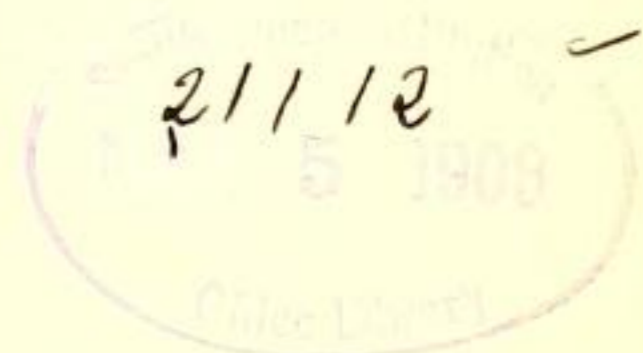
vol 7

Berlin.

In Commission bei der SIMON SCHROPP'schen Hof-Landkartenhandlung

(J. H. NEUMANN).

1887.



Geologische Algenstudien.

Von Herrn **J. G. Bornemann** in Eisenach.

(Hierzu Tafel V und VI.)

Bei der grossen Bedeutung, welche den Kalkalgen in der Geologie wegen ihrer Mitwirkung an dem Aufbau von Kalkschichten und ganzen Schichtensystemen offenbar zukommt, ist es von allgemeinerem Interesse, die fossilen Vorkommnisse solcher steinbildenden Gewächse einer genaueren mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen und sie mit analogen Pflanzen aus der gegenwärtigen Flora zu vergleichen.

In Bezug auf die Verhältnisse des kohlen sauren Kalkes zum Organismus der lebenden Algen herrscht auch bei den Botanikern vielfach noch Unklarheit. Das Verständniss der biologischen Erscheinungen, welche sich auf die undurchsichtigen, von den Pflanzen gebildeten Kalkkörper beziehen und selbst die anatomische Kenntniss dieser Bildungen, welche wegen ihrer harten Theile unbequem zu präpariren sind, lassen noch viel zu wünschen übrig, und ihr Studium bietet ein dankbares Feld für specielle Untersuchungen.

Einige hierher gehörige Beobachtungen habe ich früher in Sitzungen der deutschen geologischen Gesellschaft ¹⁾ mitgetheilt und in meiner Monographie der Versteinerungen des cambrischen Schichtensystems der Insel Sardinien ²⁾ mehrere zu den Algen zu stellende Vorkommnisse beschrieben, unter denen besonders die

¹⁾ Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1885, S. 553.

²⁾ Nova Acta d. k. Leop. Carol. Akademie, Bd. LI, 1, 1885.

silurische *Siphonema incrustans*, welche oolithähnliche Concretionen bildet, mit ihren gekrümmten Schlauchfäden deutlich auf die nahe Verwandtschaft mit lebenden Phycochromaceen hinweist.

Ich gedachte bei diesem Anlass der steinbildenden Zonotrichien¹⁾, deren Bedeutung für die Kalksteinbildung mir auffiel und hatte bald darauf die Freude, ein vollkommenes Analogon dieser Süßwasser-Rivulariaceen aus rhätischen Schichten Oberschlesiens kennen zu lernen.

Ueber diesen Fund wurde in der geologischen Gesellschaft vorläufig berichtet²⁾ und soll die nähere Beschreibung des *Zonotrichites lissaviensis* in einem Abschnitt dieser Arbeit gegeben werden.

Auch die Untersuchung der Gesteine des thüringischen Muschelkalks liess Kalkbildungen erkennen, welche auf die Herkunft von Algen hindeuten. Besonders sind das die durch ihr lockeres faserig-zelliges Gefüge merkwürdigen Mehlsteine, welche als ein vegetabilisches Gebilde³⁾ (*Calcinema triasinum*) anzusehen sind; und ferner auch feste Kalksteinkörner, welche zerstreut in oolithischen Gesteinen vorkommen und sich durch ihre wohlerhaltene Zellenstructur als abgeriebene Körner von Zonotrichitenkalk kennzeichnen⁴⁾.

Biologisches.

Die Wechselverhältnisse, welche zwischen der lebenden Algenvegetation und dem Kalkstein oder kohlensaurem Kalk stattfinden, bieten mancherlei Erscheinungen dar, welche sowohl für den Geologen als für den Botaniker von Wichtigkeit, zum Theil aber noch wenig beachtet worden oder fast unbeachtet geblieben sind. Es lohnt sich daher der Mühe, auch diese Verhältnisse genauer zu verfolgen. Während die eigentlichen »Kalkalgen« aufgelösten Kalk aus dem Wasser in sich aufnehmen, unter Zersetzung eines Theils der Kohlensäure festen, einfach kohlensauren Kalk in ihren Mem-

1) l. c. S. 19.

2) Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1886, S. 473.

3) Dieses Jahrbuch für 1885, S. 289 290, Taf. XI.

4) l. c. S. 276, Taf. IX, Fig. 3a.

branen ablagern und in linearem oder Flächen-Wachstum voluminöse Krusten und Steingebilde erzeugen, giebt es andere Algen, welche in ihrem Zellenbau manchen Kalkalgen sehr nahe verwandt erscheinen, aber in Bezug auf ihre Lebensweise dem Kalk gegenüber ganz die umgekehrte Arbeit verrichten als jene.

Gewisse niedere Formen wachsen an Kalksteinen, welche im Wasser liegen; sie erzeugen aber keine Kalkkrusten, sondern sie zerbohren und zerfressen die Oberfläche der Steine, auf welcher sie sich angesiedelt haben. Die von ihnen bewohnten Kalksteine werden nach und nach zerstört, indem der Kalk durch die Algen aufgelöst und in wässrige Lösung übergeführt wird.

Es giebt also kalksteinerzeugende und kalksteinzerstörende Algen, während die Mehrzahl der Algenarten überhaupt sich gegen die von ihr bewohnte Unterlage indifferent zu verhalten oder auch ihr eine schützende Decke gegen andere Einwirkungen von aussen zu gewähren scheint. Die Beziehungen der Algenvegetation zu den Kalkgesteinen sind also mannichfaltig und nach dreifacher Richtung zu unterscheiden.

I. Kalksteinzerstörende Algen.

Die Thatsache, dass Kalksteine von Pflanzen angefressen werden, ist bekannt. Von den durch Schurf- und Rindenflechten bewirkten Verwitterungserscheinungen an der Oberfläche der Felsen hat SENFT¹⁾ anschauliche Beschreibungen gegeben. Die Aufeinanderfolge der Pflanzenformen, welche den Humusboden bilden und besiedeln, die mechanische Kraft, mit der die Wurzeln der Phanerogamen in die Tiefe dringen, sind oft besprochene Erscheinungen²⁾; das Wesen der Humussubstanzen und der Pflanzen-

¹⁾ SENFT (Steinschutt und Erdboden. Berlin 1867, S. 21) sagt: »keine Felsart wird mehr von den Flechten heimgesucht als der Kalkstein. Sobald sich diese auf ihm angesetzt haben, wird er an seiner Oberfläche bald mürbe, rissig, löcherig, ja man kann sogar bemerken, dass alsdann die Flechten selbst die Kalksteinmasse anätzen, denn unter jeder derselben erscheint eine mit erdigem Kalk bedeckte Vertiefung«. Vergl. auch SENFT, Humus, Marsch- und Torfbildungen S. 15.

²⁾ cf. SENFT, Fels und Erdboden, München 1876, S. 168. — v. RICHTHOFEN, Führer für Forschungsreisende 1886, S. 99.

säuren und ihrer Einwirkungen bei der Verwitterung ist ein Hauptgegenstand der Agriculturchemie; aber genauere Beobachtungen über die Art und Weise, in welcher zarte Algen die Gesteine angreifen, habe ich in der Literatur vergebens gesucht.

Ich gebe deshalb hier eine im vorigen Jahre an einer unscheinbaren Süßwasseralge gemachte Beobachtung wieder, zu welcher das in einem Gebirgsbach oberhalb Mosbach bei Eisenach gesammelte Material Gelegenheit bot.

Im Wasser des rasch fließenden Baches lagen abgerundete Kalksteingerölle, deren fast glatte Oberflächen an der dem Lichte zugekehrten Seite lebhaft grün gefärbt waren. Der graue Kalkstein stammt von einer harten Bank des unteren Muschelkalks her, enthält einige in Kalkspath verwandelte kleine Schnecken (*Natica gregaria*) und zahlreiche, sehr feine Kalkspathadern, welche die dichte graue Grundmasse in verschiedenen Richtungen durchsetzen. Während die Oberfläche der Gerölle an der Unterseite noch völlig frisch und unversehrt ist und noch ihre ursprüngliche Farbe hat, erscheint sie an der Oberseite stellenweise nur grün gefärbt, an manchen Stellen ist sie aber leicht angefressen und riecht beim Anschlagen stark nach Algen. Beim Auseinanderschlagen eines Stückes zeigte sich, dass die grüne Färbung von aussen her in den harten dichten Kalkstein bis ca. 0,5 Millimeter tief eingedrungen ist und folglich eine ebenso dicke grüne Rinde bildet.

Untersucht man eine Probe dieser Rinde unter dem Mikroskop, nachdem man mit Säure den Kalk entfernt hat, so sieht man einfache gerade, lebhaft grüne Gliederfäden, jeder von einer besonderen, durchsichtigen Scheide umgeben, also die Charaktere einer *Lyngbya* nach der jetzt üblichen Auffassung ¹⁾.

Unter den zahlreichen, von KÜTZING abgebildeten Formen steht sie wohl der *Hypheothrix Zenkeri* KÜTZ. ²⁾. Tabulae phycol. I tab. 69, II am nächsten.

¹⁾ *Leunis Synopsis*, 3. Aufl., 1886 ed. FRANK. § 925. Ordnung *Phycochromaceae*, Familie *Oscillarieae*.

²⁾ cf. RABENHORST, *Flora Europaea Algarum* II, 1865, p. 85.

Die gemessenen Dimensionen sind:

Durchmesser der Gliederfäden	2 μ = 0,002 Millimeter
Aeusserer Durchmesser der Schläuche .	4 μ
Länge der Gliederzellen	1,8—2,5 μ

Die Schläuche oder Scheiden sind farblos, die Zellen vermehren sich durch Quertheilung.

Die gewöhnlich von den Botanikern bei der Untersuchung solcher Pflanzenformen angewandte Methode beginnt damit, sich möglichst schnell durch Säuren des Kalkes zu entledigen, welcher bei dem mikroskopischen Praepariren hinderlich ist. Damit ist aber für die Frage nach dem Einfluss der lebenden Pflanze auf den von ihr bewohnten Kalkstein nichts gewonnen. Wir kennen in Folge dessen zwar eine grosse Menge niederer Algenformen, wissen aber wenig über ihre Lebensweise.

Die Anfertigung von Dünnschliffen ist auch hier das Mittel zur genaueren Untersuchung.

In Dünnschliffen, welche senkrecht zur Oberfläche des Steines ausgeführt werden, sieht man die Algenfäden meist parallel neben einander liegen; jeder hat sein eigenes cylindrisches Loch gebohrt. Einzelne sind weiter in das Gestein vorgedrungen als die andern, und je näher der Oberfläche, um so dichter liegen die grünen Fäden neben einander.

Diesem Verhältniss entsprechend erscheinen Dünnschliffe, welche parallel zur Oberfläche des Kalksteins geführt sind, siebartig durchbohrt von kleinen runden Löchern, welche um so dichter neben einander stehen, je näher die Schnittebene an der Aussenfläche des Steines liegt.

Die Weite der cylindrischen Poren entspricht genau dem Aussendurchmesser der Scheiden, also 4 μ , während die Tiefe meist 0,5 Millimeter = 500 μ beträgt.

Die Poren sind gerade, die Algenfäden dringen senkrecht zur Oberfläche in das Gestein ein, und es ist bei ihrem Fortschreiten gleichgültig, ob sie sich in der grauen Kalksteinmasse oder innerhalb zarter Kalkspathtrümer befinden, welche oftmals die Grundmasse quer oder schräg durchsetzen.

Es wohnt also jedem Algenfaden die Kraft inne, sich in den harten Kalkstein bis zu einer Tiefe einzubohren, welche das 100fache seines Durchmessers übersteigt. Die Scheiden sind dabei unthätig, nur die Gliederzellen, welche aus den Enden der Schläuche freibeweglich auszutreten vermögen, lösen im Grunde ihrer Bohrlöcher den kohlensauren Kalk auf, verwenden die zu ihrem Leben nöthigen Stoffe und geben den Kalk in aufgelöster Form an das fließende Wasser ab.

Die Arbeit, welche sie leisten, kommt offenbar auf Rechnung der chemischen Eigenschaften des Protoplasma, nicht auf mechanische Vorrichtungen, wie man sie bei den Bohrschwämmen gesucht und zu finden geglaubt hat.

Diese gewiss bemerkenswerthe Bohrarbeit durch Algen scheint von Anderen noch nicht beobachtet worden zu sein. In einer Abhandlung von C. B. ROSE über »Parasitic borings in fossil fish scales¹⁾«, in welcher die Kanäle²⁾ von Bohrschwämmen behandelt sind, ist zwar die Rede von einer »invasion of recent corals, shells and bones by boring sponges (Clionae) and Confervae« und wird hierzu auf Quekett's Lectures on the Histology of Animals, Vol. II, p. 42, 153 ff. verwiesen, in diesem Werke ist aber p. 42 nur von Bohrkänen in einer Pinna die Rede, welche von einem Schwamm herrühren und zwar von »a species reminding us again of a coniferoid growth, but when exposed to a red heat the characteristic odour given off from the fibres is very perceptible and indicative of their animal nature«. Ebenso sind l. c. p. 153 nur parasitische Poren in Corallen (Tubipora) behandelt, welche von Bohrschwämmen herrühren, in denen sich gewöhnlich nach dem Absterben derselben auch Conferven einnisten.

Neuerdings hat G. v. LAGERHEIM Algen³⁾ aus der Ordnung der *Phycochromaceen* beschrieben, welche Bohrkäne in Muschelschalen an der schwedischen Küste bewohnen. Seine Worte sind:

¹⁾ Transactions of the microscop. Soc. of London, Vol. III, 1855, p. 9.

²⁾ Aehnliche verzweigte Porenkanäle, wie die von ROSE l. c. abgebildeten, finden sich schon im Muschelkalk in Schalen von *Terebratula vulgaris*, sowie in Kalkkörnern zwischen Oolithkörnern in einem Gestein vom Petersberg bei Eisenach.

³⁾ *Mastigocoleus testarum* LAGERHEIM in Notarisia, Aprile 1886.

»Il est vraisemblable que l'algue secrète quelque substance qui dissout la chaux; par contre il est invraisemblable que ces canaux se forment d'une manière mécanique«.

Eine bestimmte Lösung der Frage nach der Entstehungsart der Bohrkanäle ist also hier nicht gegeben, ebenso wenig als bis jetzt das Problem der von den Bohrschwämmen selbst herrührenden Kanäle genügend untersucht ist ¹⁾.

Wie bei den Pholaden der Schleim des Fusses der Hauptfactor für die Aushöhlung der tiefen Bohrlöcher durch chemische Auflösung des Kalkes ist, so sind jedenfalls auch bei den Bohrschwämmen, wie bei den oben beschriebenen Algen die organischen Säfte die wirksamsten Auflösungsmittel, und man wird zur Erklärung der fraglichen Erscheinung nicht nöthig haben, die Annahme besonderer mechanischer Vorrichtungen zu Hülfe zu nehmen.

II. Kalksteinbildende Algen.

Es ist nicht beabsichtigt, hier eine erschöpfende Darstellung des so umfangreichen Formenkreises der Kalkalgen zu geben, sondern nur einige für die Geologie wichtige Gesichtspunkte für das Studium dieser so lange verkannten Wesen hervorzuheben.

SCHWEIGER war der erste, welcher die Pflanzennatur der Corallinen und einiger anderen Meeresprodukte nachwies (1820),

¹⁾ A. HANCOCK (cf. FROBIEP's Tagesbericht 1850) versuchte, die aushöhlende Kraft gewisser Spongien des Genus *Cliona* lediglich als eine mechanische Arbeit darzustellen, welche der Schwamm durch die über die Oberfläche des Thieres hervorragenden Spitzen der Kieselnadeln, theils auch durch eigenthümliche scheibenförmige wie krystallinische Körperchen, durch Sternchen und maulbeerförmige Theilchen, womit die Oberfläche übersät ist, ausüben soll. Auch Osc. SCHMIDT (Spongien des Adriatischen Meeres. 1882, p. 77. *Vioa*) hat diese Erklärung adoptirt, doch setzt er hinzu: »dass sich Vioen vorzugsweise selbst ihre Wohnungen bilden, ist bei manchen Arten schon aus der regelmässigen Stellung der Ausströmungslöcher in Reihen ersichtlich, jedoch scheinen manche Arten auch schon vorhandene Bohrlöcher zu benutzen. — ZITTEL (Palaeozoologie I, 1880, S. 569) sagt über die feinen röhriken Gänge, welche man fossilen Bohrschwämmen zuschreibt, dass weder für *Talpina* HAG., noch *Entobia* Portl., *Cobelia*, *Hagenowia* ETALL. und *Dendrina* QUENST. sich mit einiger Gewissheit der Nachweis führen lasse, ob die feinen Röhren und Gänge von Würmern, Spongien oder anderen Parasiten hergestellt wurden«.

PHILIPPI¹⁾ lieferte den Beweis, dass die Nulliporen Pflanzen sind und KÜTZING²⁾ gab 1841 eine Zusammenstellung der bis dahin bekannten Kalkalgen.

In seiner Beschreibung der *Acetabularia* befand sich aber KÜTZING in sofern im Irrthum, als er angab, dass der kohlen-saure Kalk das Pflänzchen nur incrustire und sich nur auf die Oberfläche der Wandbildung erstrecke. »Er durchdringt keineswegs die Zellenmembrane« schrieb er, indem er diese Ansicht auch durch Versuche zu begründen suchte.

Es genügt aber ein Blick auf gut angefertigte Durchschnitte, um sich zu überzeugen, dass die Kalksubstanz nicht an der Oberfläche, sondern innerhalb der Zellenmembranen abgelagert ist. Schräge Durchschnitte durch die Zellenmembranen von *Acetabularia* zeigen, dass die Kalksubstanz am dichtesten in der Mitte der Wand liegt und in Durchschnitten der Wandzellen von *Corallina* sieht man die Membranen ganz von Kalk erfüllt³⁾ oder verkalkt. Besonders deutlich erscheinen diese Verhältnisse bei der Betrachtung der Dünnschliffe im polarisirten Licht, wo auch die sonst verschwindenden Mittellinien zwischen den zu jeder Zelle gehörigen verkalkten und mit einander verwachsenden Wänden klar hervortreten. Ebenso wie *Corallina* verhalten sich alle übrigen Gattungen der Familie *Corallinaceae* (nach HAUCK, Meeresalgen Deutschlands und Oesterreichs 1885), nämlich *Melobesia*, *Lithophyllum*, *Lithothamnion*, *Amphiroa*. Aehnlich ist es bei *Halimeda*, bei welcher die Membranen der äusseren Zellenschichten von Kalk erfüllt sind und bei verwitterten Exemplaren als schneeweisses, fast nur aus Kalk bestehendes Zellgewebe bestehen bleiben. Die Bildung der kalkigen Glieder der merkwürdigen *Cymopolia* geschieht durch ringförmige Ablagerung von Kalk an den Wänden der grossen Rindenzellen, welche einander berühren, und in den Intercellularräumen zwischen der äusseren Begrenzung der Glieder und der inneren Röhrenwand. Dabei bleibt die nach aussen gerichtete Seite der Rindenzellen und ebenso die Verbindung mit

1) WIEGMANN'S Archiv f. Nat. 1837, S. 187.

2) Ueber die Polypiers calcifères des Lamouroux 1841.

3) cf. SOLMS-LAUBACH, Monographie von Corallina, Leipzig 1881.

der Hauptaxe von Kalk frei, sodass nach Fortfall der organischen Membranen die Glieder als durchlöcherte Kalkringe erscheinen.

Getrocknete Exemplare der *Cymopolia barbata* LAMOUR. von den Canaren, welche ich der Güte des Herrn Professor P. MAGNUS verdanke, zeigen beim Aufweichen deutlich die grossen Rindenzellen, deren convexe Aussenseiten über die Kalkmasse hinausragen. Gewöhnlich ist die Pflanze von sehr zarten parasitischen Rivulariaceen besiedelt, welche mit ihren Gliederfäden in mäandrischen Windungen dicht aneinanderliegend ein Netz sechseckiger Maschen bilden, welches sich den kalkigen Theilen der Oberfläche genau anschliesst.

Lebende Coralliodendron- oder Penicillusarten habe ich bislang nicht erhalten können, doch vermüthe ich, dass bei denselben ähnliche Verhältnisse in Bezug auf die Entstehung der Kalkkörper stattfinden. An Dünnschliffen des fossilen *Coralliodendron margaritula* (LAM. sp.) MUNIER CHALMAS sieht man besonders im polarisirten Licht deutlich, dass die einzelnen Poren ihre besonderen Kalkringe haben, welche wie Bienenwaben ein Netz sechseckiger Maschen zusammensetzen.

Unter den lebenden Kalkalgen ist ferner die Gattung *Galaxaura* LAMOUR. bemerkenswerth, welche gabelästige Stämmchen bildet, deren äussere Zellschicht durch Verkalkung in eine feste, 5—6 eckig gefelderte Membran übergeht; ferner *Liagora* LAMOUR., deren gallertartiger Thallus im Innern eigenthümliche Kalkelemente ausscheidet, welche sich zu einer buschigen Masse vereinigen und den Stämmchen Festigkeit verleihen.

Solche Algenformen sind sehr wohl geeignet, bei ihrer Einbettung in Thon- und Mergelschichten bleibende Spuren ihres Daseins zu hinterlassen und unter geeigneten Umständen Versteinerungen zu liefern, deren systematische Bestimmung grossen Schwierigkeiten begegnen würde.

Bei der Beschreibung der Kalkalgen findet sich zur Bezeichnung aller dieser Kalkgebilde der Ausdruck »Incrustation« in der Literatur sehr verbreitet, obgleich er dem Sachverhalt nicht entspricht. Er hat auch zu der irrigen Vorstellung geführt, als wenn der Kalk nur eine äusserliche Hülle bildete, innerhalb welcher sich die Pflanze wie in einem Kleidungsstücke befände.

Es ist streng zu unterscheiden zwischen der organischen Kalkausscheidung oder Kalkeinlagerung und der nur äusserlichen mineralischen Kalkauflagerung, welche wir überall beim Austritt kalkreicher Quellen beobachten, und welche ebensowohl Moose und Algen, als alle möglichen anderen Körper zu überziehen pflegt. Vielfach wird wohl die Kalkausscheidung aus dem Wasser dadurch befördert, dass die wachsenden Pflanzen demselben Kohlensäure entziehen und so gewissermassen zu ihrer eigenen Einhüllung beitragen, aber der Kalk ist ihnen nur Nebensache und er scheidet sich auch von selbst durch Verdunsten der Kohlensäure aus; Kalk schlägt sich an der Wand jeder Wasserflasche nieder, in welcher man Brunnenwasser stehen lässt. Diese Art von Niederschlag ist aber nur anorganischer Natur und den Absätzen aus kochendem Wasser, wie Sinter und Kesselstein, zu vergleichen ¹⁾.

Eine sehr starke Kalkabsonderung, welche in den Zellmembranen der Rinde abgelagert wird, findet sich bei den Charen. Da die Charen meist kalkhaltiges Wasser bewohnen, so vereinigt sich bei ihnen das Vorkommen der zur Pflanze gehörigen Kalksekrete mit dem auf sie niedergeschlagenen Kalktuff.

Ein sehr schönes Beispiel dieser Art sind die Charentuffe, welche sich in den jüngeren, zum Theil diluvialen Süßwasserbildungen Thüringens, bei Mühlhausen, Langensalza und Tonna finden und vorwaltend aus den Resten von *Chara hispida* L.²⁾ bestehen. Dieses Gebilde lässt sich leicht zu sehr schönen Dünnschliffen verarbeiten, in welcher die Mittelröhre der Charenstengel stets leer erscheint, während die Rindenröhrchen gewöhnlich ganz mit Kalk ausgefüllt sind. Die kalkigen Sporenbehälter sind innen hohl.

Ein ausgezeichnetes Beispiel einer kalksteinbildenden Alge aus der Familie der

Rivulariaceae ist die Gattung

¹⁾ Viele hierher gehörige Beobachtungen enthält auch die Arbeit von COHN, über den Travertin von Tivoli im N. Jahrb. f. Mineralogie 1864.

²⁾ Nach einer Bestimmung von AL. BRAUN, dem ich von der erstgenannten Localität Stücke mittheilte, welche von ihm in der Versammlung der Gesellschaft naturforschender Freunde am 23. November 1852 vorgelegt wurden.

Zonotrichites.

Fossile Kalkalgen mit strahlig geordneten Fäden, halbkugelige oder nierenförmige Lager bildend, auf anderen Körpern aufgewachsen oder solche einschliessend. Im Durchschnitt erscheinen parallele oder concentrische Zonen, durch die periodische Vegetation der Alge gebildet, indem stets die ältere absterbende Schicht der jüngeren als Grundlage diente, auf welcher die jungen Fäden in strahligen Gruppen rasenweise weiterwachsen.

Süsswasseralgen, welche der lebenden Gattung *Zonotrichia* O. AGARDH. entsprechen:

Z. lissaviensis BORNEMANN, Taf. V, Fig. 1, 2, Taf. VI, Fig. 1, 2.

Diese Pflanze bildet harte Kalkkrusten und kugelige oder halbkugelige Massen von verschiedener Grösse. Das Taf. V, Fig. 1 in natürlicher Grösse abgebildete Stück von Koschentin bildete einen halbkugelförmigen Knollen von 8 Centimeter Breite und 4 Centimeter Dicke. In seiner Mitte erkennt man den Durchschnitt einer Muschel mit starkem Schlosszahne, welche wahrscheinlich zu *Unio*¹⁾ gehört.

Andere Exemplare bilden kleine, vollkommen kugelige und concentrisch schalige Kalkkörner und gleichen Oolithen (Taf. V, Fig. 2 a), doch erkennt man deutlich die strahligen Röhrenzellen der Alge, deren Struktur auch in zahlreichen Kalksteintrümmern und verschieden gestalteten, durch Reibung abgerundeten Sandkörnern nicht zu verkennen ist.

Vorkommen: im Räth Oberschlesiens (Zogelberg bei Woischnik, Pinczyce) und zwar in der von FERD. ROEMER beschriebenen Lissauer Breccie²⁾, welche sich nach ihren Einschlüssen als eine Süsswasserablagerung charakterisirt.

¹⁾ Durch Kalkalgen incrustirte Unionen finden sich häufig in vielen Flüssen. Schöne Exemplare solchen Vorkommens erhielt ich von Pontoise bei Paris.

²⁾ Die Lissauer Breccie, nach dem Vorkommen südlich von Lissau unweit Lublinitz benannt, wurde schon von PUSCH (Geogn. Beschr. v. Polen II, S. 217) unter dem Namen »bunte oolithische Breccien« beschrieben, aber nicht richtig gedeutet. Sie erscheint gewöhnlich als hellgraues kalkiges Gestein, welches aus hirsekorn- bis erbsengrossen rundlichen und eckigen Körnern von grauem Kalkstein und einem Bindemittel von wasserhellem Kalkspath besteht. Sie enthält stellenweise eckige Stücke von kohligem, fossilem Holze, auch Quarzkörner, Stückchen von

F. ROEMER, welcher das diesen Beobachtungen zu Grunde liegende Material sammelte, vermuthete schon, dass die »concretion-ähnlichen« Körper Kalkalgen seien. Zur näheren Untersuchung habe ich Dünnschliffe tangential zu den concentrischen Schichten (Taf. VI, Fig. 1) und rechtwinklig zu denselben angefertigt (ib. Fig. 2). In den ersten erblickt man vorwiegend die Querschnitte der Röhrenzellen, während in den letzteren die strahlige Anordnung derselben deutlich hervortritt.

Zur Vergleichung wurden zahlreiche lebende Rivulariaceenarten, aus den Schweizer Seen und Alpenbächen benutzt, welche ich theils durch freundliche Mittheilung erhielt, theils selbst zu sammeln Gelegenheit hatte.

Als auffallendstes Analogon erscheinen grosse Stücke der *Zonotrichia (Euactis) Heeriana* NAEGELI aus dem Sihlwald bei Zürich (Taf. V, Fig. 3), welche ich der Güte des Herrn Professor CRAMER verdanke. Dieselben bedeckten in horizontaler Richtung ca. 4—6 Quadratzoll und haben 1 $\frac{1}{2}$ Zoll Dicke, wie das von KÜTZING¹⁾ abgebildete Exemplar.

Die in den botanischen Werken von KÜTZING, RABENHORST und Anderen gegebenen Abbildungen des mikroskopischen Gewebes dieser Algen beziehen sich sämmtlich auf entkalkte Präparate, in denen die solide Stütze von kohlen-saurem Kalk durch Säuren entfernt ist, um die peitschenförmigen Gliederfäden nebst ihrer röhrenförmigen gallertartigen Umhüllung durchsichtig und deutlich sichtbar zu machen.

Taf. V, Fig. 5 ist das Photogramm eines solchen Präparates von *Zonotrichia calcivora* AL. BRAUN aus dem Neuenburger See.

Glimmerschiefer und von dunkelgrauen und rothbraunen Kalksteinen (Trias?), hauptsächlich aber aus Trümmern der Kalkalge.

Eine Probe von Koczurry bei Guttentag zeigte im Dünnschliff fast nur weisse Kalkkörner mit septarienartigen Rissen im Innern; organische Struktur ist in dieser Varietät nicht mehr erkennbar.

Die Breccien sind nach ROEMER (Geologie von Oberschlesien p. 163 — 165) zwischen braunrothen Thonen gleichförmig eingelagert und besitzen meist nur einige Fuss, selten über 12 Fuss Mächtigkeit. Als Versteinerungen werden daraus Fisch- und Saurier-Reste und eine Unioart angegeben.

¹⁾ Tabul. phycolog. tom 2, tab. 82, fig. IIa.

Die Dünnschliffe der fossilen Alge zeigen dagegen vorzugsweise die verkalkten Theile der Pflanze, während die vegetabilische Substanz der Membranen aufgelöst und verschwunden ist.

Um eine anschauliche Vergleichung der fossilen und lebenden Pflanze zu ermöglichen, wurde von *Z. Heeriana* eine grössere Platte, parallel zur Richtung der Fäden geschnitten, dieselbe sorgsam gewaschen, getrocknet, mit Canadabalsam getränkt, dann langsam gedörst und hierauf auf einer matten Glasplatte allmählich zu einem Dünnschliffe verarbeitet. Dabei wurde, um das leicht vorkommende Verschmieren der immer wieder Wasser aufsaugenden und aufquellenden organischen Membranen zu verhüten, die Fläche mehrmals von neuem mit Balsam getränkt und gedörst und immer nur sehr kurze Zeit weiter geschliffen. Das auf diese etwas mühsame Weise erhaltene Präparat, von welchem das Photogramm Taf. V, Fig. 4 einen Theil in 35-facher Vergrößerung darstellt, zeigt in der unteren Ecke die Röhrenzellen oder Schläuche im Querschnitt, im übrigen Theil solche im Längsschnitt und genügt, um die grosse Uebereinstimmung dieser lebenden Alge mit dem fossilen *Zonotrichites* der Lissauer Breccie darzuthun.

Dass auch schon im Muschelkalk ähnliche Kalkgebilde vorkommen, welche als Zonotrichitenkalk bezeichnet werden mögen, wurde schon am Eingang erwähnt.

III. Von Kalk unabhängige Algen.

Neben den kalksteinbildenden und kalksteinzerstörenden Algen enthält die gegenwärtige Flora eine grosse Fülle von Gattungen, welche sich in Beziehung zum Kalk indifferent verhalten, und zwar ist dies die grosse Mehrzahl der Algen überhaupt.

Ohne Zweifel hat ein ebensolches oder ähnliches Verhältniss auch in den früheren Bildungsperioden der Erdrinde stattgefunden, und wir können annehmen, dass die meisten der ehemaligen Algenformen existirt haben, ohne uns eine Spur ihres Daseins zu hinterlassen.

Indessen kennt man doch eine ganze Anzahl fossiler Reste, welche mit mehr oder weniger Berechtigung als Algen beschrieben worden sind.

Vieles davon hat nach und nach andere Deutungen erfahren und manche, besonders palaeozoische Formen sind noch jetzt Gegenstand lebhaften Streits zwischen den Autoren.

NATHORST's Darstellungen von Fährten niederer Thiere geben für manche Formenerscheinungen auf Schichtflächen ganz guten Anhalt zur natürlichen Erklärung ihrer Entstehung.

Jedenfalls ist aber NATHORST in der Anwendung derselben Erklärungsmethode auf alle möglichen noch räthselhaften Gebilde viel zu weit gegangen. Denn es kann z. B. einem unbefangenen Beobachter, welcher sich ernstlich mit dem Studium von Flyschalgen beschäftigt hat, kein Zweifel daran beikommen, dass die Mehrzahl derselben echte Algen sind.

Noch weiter als NATHORST, welcher für viele von SCHIMPER¹⁾ unter den Algen aufgeführte Fossilien ausdrücklich den alten Standpunkt aufrecht erhält²⁾, geht SCHENK, welcher in der Fortsetzung des SCHIMPER'schen Werkes mit den fossilen Algen kurzen Process macht, indem er alles was sich nicht ganz bequem in sein System einfügen lässt, ohne Weiteres aus dem Tempel der Flora hinauswirft. Nach SCHENK's Ansicht³⁾ müsste einem sehr grossen Theil dessen, was bisher als Gegenstand der Palaeophytologie gegolten hat und dessen Beschreibung und Bestimmung schon jetzt für die Geologen wichtig und unentbehrlich ist, »keine Bedeutung beigelegt werden, bis nicht besser erhaltene Objecte näheren Aufschluss geben«.

Wollte man diesem Grundsatz beipflichten und nur das vollkommen Erhaltene, die seltenen Cabinetstücke bestimmen und beschreiben, so wäre man ja allerdings vieler Mühe überhoben und vor Missdeutungen sicher, aber dem Fortschritt der geologischen Wissenschaften würde mit diesem eklektischen System nicht ge-

¹⁾ Handbuch d. Palaeontologie von ZITTEL Bd. II, 1. Lfg.

²⁾ Bulletin de le Soc. Geol. de France, III. sér., tome XI, pag. 452.

³⁾ Handbuch d. Palaeontol. II. Bd., S. 233.

dient sein. Bei der Geringfügigkeit dessen, was uns von der vorweltlichen Pflanzenwelt in den Erdschichten überhaupt erhalten wurde, im Vergleich zu dem, was gewachsen und wieder vergangen ist, müssen wir uns meist mit geringen Resten und Spuren begnügen und unsere Schlüsse darauf bauen, um zu einem Begriff von den Zuständen zu gelangen, welche in früheren Perioden geherrscht haben. Bescheidene Gewebefetzen und Kohlenstücke oder kaum sichtbare Abdrücke sind oft die einzigen Zeugnisse von dem früheren Dasein einer mächtigen Vegetation.

Die Frage nach dem Wesen der Bilobiten und Harlanien ist noch immer an der Tagesordnung und wird auch wohl nicht so schnell gelöst werden. Dass man ähnliche Gestalten mit kleinen Rollen oder Kuchenrädchen nachahmen und ähnliche Modelle in Masse fabriciren kann, hat nicht viel zu bedeuten, denn jene Instrumentchen kommen ebensowenig in der Natur vor, wie die Taschenmesser jener Würzburger Studenten, welche seiner Zeit für den armen BERINGER aus weichem Kalkstein allerlei *Lusus naturae*¹⁾ schnitzten.

Die pflanzliche Natur der Flyschalgen ist von NATHORST²⁾ nach Angaben von FUCHS geleugnet worden, welcher anführt, dass sich an demselben niemals Kohlenspuren fänden und dass sie nur aus grünlichem bis schwärzlichem Schlamm beständen.

Dass der Flysch als Tiefseebildung anerkannt ist, gilt ihm als Stütze für die Behauptung, dass die Chondriten keine Algen sein könnten, weil Tange nur auf felsigem Grunde und in geringer Tiefe vorkämen.

Aber alles das beweist nichts gegen die Pflanzennatur der Flyschalgen, denn es giebt auch schwimmende Algen, und wenn eine Tangwiese an der Oberfläche eines tiefen Oceans schwimmt, so müssen auch Fragmente von Algen in die Tiefe sinken und sich in dem weichen Bodenschlamm gerade so einbetten, wie das bei den Flyschalgen der Fall ist.

¹⁾ Die Sammlung der Meininger Realschule enthält eine Anzahl dieser Kunstwerke.

²⁾ Om spår af några evertebrerade djur etc. — 1881. SVENSK. Vet. Ak. Handl. Bd. 18, No. 7, S. 94 u. s. w.

Mit Ausnahme einiger Arbeiten von GÜMBEL und PANTANELLI sind die Flyschgesteine noch nicht genügend mikroskopisch untersucht worden und über die Fülle der äusseren Formen hat man das Studium des Kleinen vernachlässigt. In CREDNER's trefflichem Handbuch³⁾ heisst es noch, dass der Flysch »ein mehr als 300 Meter mächtiges Schichtensystem ist, welches lokal von Meeresalgen strotzt, aber (abgesehen von den Fischen in den Glarner Schiefern) kaum eine Spur von animalischen Resten zeigt.«

Gegenüber dieser allgemein verbreiteten Annahme hegte ich wenig Hoffnung bei der näheren Untersuchung einiger Fucoidengesteine, welche ich in der Schweiz, Ligurien und Toscana gesammelt habe, etwas Neues oder Bemerkenswerthes zu finden, aber schon der erste Dünnschliff, welchen ich von einem Kalkschiefer mit *Chondrites intricatus* aus dem Habkernthal anfertigte, belehrte mich eines Anderen.

Eine erstaunliche Menge von Tiefseeforaminiferen, besonders Globigerinen, auch Textilarien und Dentalina etc. und noch mehr Spongiennadeln erfüllen das Gestein. Die Schwammnadeln bestehen am Kalk, wohl meistens aus Kieselnadeln durch chemische Umwandlung entstanden. Kohlentheilchen und Schwefelkies finden sich sehr verbreitet, letzterer wie überall als Vertreter organischer Substanzen; so erfüllt er die Kammern vieler Foraminiferen.

Einige Algenästchen, welche in der Ebene des Dünnschliffs liegen, zeigen bei auffallendem Sonnenlicht eine mit zahlreichen Kohlen- und Schwefelkiestheilchen besetzte Fläche, oder an Stelle des letzteren Eisenoxydhydrat, wie überall bei der Verwitterung fossiler Pflanzenreste. So löst sich der von FUCHS und NATHORST geschilderte graue und schwärzliche Schlamm unter dem Mikroskop in bestimmtere Elemente auf und es bedarf keines weiteren Beweises dafür, dass v. STERNBERG, BRONGNIART, GOEPPERT, UNGER, HEER vollkommen Recht hatten, als sie die Chondriten des Flysches für Algen erklärten.

³⁾ Element. der Geologie 1883, S. 679.

A n h a n g.

Oolithoide.

Unter den Oolithen der verschiedensten Sedimentärformationen giebt es neben den echten, rein mineralischen Bildungen vom Typus des Erbsen- und Rogensteins, und neben den oben angeführten ähnlichen Körpern, welche mit Bestimmtheit als Algengerzeugnisse anzusprechen sind, viele concentrisch schalige Kalkgebilde, bei denen auch eine sorgfältige mikroskopische Untersuchung noch zu keinem bestimmten Aufschluss in Bezug auf ihre Ursprungsweise geführt hat. Viele derselben haben jedenfalls mit der Zeit Veränderungen ihrer ursprünglichen Struktur erlitten, und damit pflegt auch das bei manchen derselben gewiss vorhanden gewesene organische Formenverhältniss verschwunden zu sein. Aehnliche Vorgänge wie sie JOH. WALTHER¹⁾ für die Entstehung gewisser recenter strukturloser Kalke nachgewiesen hat, d. h. die Einwirkung der aus Zersetzung vegetabilischer Gewebe entwickelten Kohlensäure, mögen in gewissen Grenzen auch hierbei eine Rolle gespielt haben.

Die genauere mikroskopische Untersuchung der oolithischen Gesteine ist wegen der Fülle und Mannigfaltigkeit der Einschlüsse, welche viele von ihnen enthalten, von wesentlichem Nutzen für die Kenntniss der Schichtensysteme, welche sie beherbergen, und wenn auch durch mineralische Umwandlungen vieles unkenntlich geworden ist, was früher organische Gestalt hatte, so gestatten doch oft die speciellen Verhältnisse, mancherlei Schlüsse und Folgerungen auf ihre Bildungsweise zu ziehen. Ich gebe als Beispiele hierzu einige bei der mikroskopischen Prüfung solcher Gesteine letzthin gewonnene Resultate.

1. Ein oolithischer Kalk aus untercambrischen Schichten vom Strachenschacht bei Přebram, welchen mir Herr Prof. SANDBERGER mittheilte, zeigt im Dünnschliff echte Oolithkörner mit deutlich schaliger und radialfasriger Struktur. Daneben liegen in grösserer Anzahl runde, weisse Kalksteinkörner bis 4 Millimeter gross und von feinkörnigem oder

¹⁾ Zeitschrift d. Deutsch. geol. Ges. 1885.

fast mehligem Aussehen. Feine kohlige Theile sind durch das Gestein überall verbreitet, besonders auf den feinen Rissen, welche die Kalksteinkörner durchsetzen; theils liegen sie auch in mehr zusammengedrängten Partien und stellenweise haben sie sich zwischen den einzelnen concentrischen Schalen der Oolithe, von einem Riss ausgehend, verbreitet. Diese Erscheinung mag durch die Zersetzung flüssigen Kohlenwasserstoffs erklärt werden, welcher in das Gestein eingedrungen war. Die verbindende Grundmasse des Gesteins ist Kalkspath und feiner Kalksteindetritus, in welchem sich auch viele Fragmente zerriebener Oolithen befinden.

2. Ein schönes Oolithgestein aus dem englischen Kohlenkalk von Durdham Down, Clifton, welches mir FERD. ROEMER zur Untersuchung sandte, lässt kleine meist $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Millimeter grosse Oolithkörner erkennen, von denen viele wohl erhaltene Foraminiferen, Crinoidentheile und andere organische Körper einschliessen. Die meisten Körner haben radialfasrige Schalenstruktur, daneben finden sich aber sehr viele Körner, welche theilweise aus weissem Kalkspath bestehen, in welchem dunkle, unbestimmt begrenzte Körperchen eingeschlossen liegen. In manchen derselben waltet auch die dunkle Substanz vor und der Kalkspath erfüllt runde, kleine Höhlungen in derselben. Das Bindemittel, durch welche die verschiedenartigen runden Körper vereinigt sind, besteht zum grossen Theil aus Kalkmasse, die stellenweise durch Anhäufung von Bitumen braungefärbt ist. Jedenfalls sind hier mannichfaltige pflanzliche und thierische Reste zersetzt worden, während die Bildung der Oolithkörner stattfand, und unter dem noch Erkennbaren befinden sich zahlreiche räthselhafte Dinge.

3. Die Carditaschichten der alpinen Trias, von denen mir Herr STUR eine Anzahl Proben sandte, enthalten grosskörnige Oolithen eigenthümlicher Art. In einem solchen Gestein von Mais bei Reichenhall haben die Körner 4—8 Millimeter Durchmesser und ihre concentrischen Schalen sind sehr unregelmässig ausgebildet, meist einseitig verdickt und wellig, nicht radialfasrig. Sie schliessen fremde Körper, Kalksteinkörner oder deutliche Muschelfragmente ein, enthalten auch Bitumen und Kohlentheilchen in mannichfaltiger Vertheilung. Das Bindemittel, in welchem sie eingebettet liegen, ist grauer Kalksteindetritus.

Die Struktur der Oolithenschalen lässt bestimmte Gewebeformen nicht erkennen, doch deutet ihre allgemeine Gestaltung auf eine pflanzliche Entstehung. In einem ähnlichen Gestein von der Lieblalm der Haller Mauren bei Admont sind die grossen Oolithkörner weit weniger zahlreich, der einschliessende Detritus etwas gröber und reicher an erkennbaren Resten von Molluskenschalen. Ein feiner Oolith derselben Zone von Wappbach bei Reichenhall zeigt dagegen in brauner Grundmasse zahlreiche weisse Oolithkörner, deren Schalen einen regelmässigen

concentrischen Bau haben. Crinoidenfragmente sind häufig, theils als Kerne dieser echten Oolithen, theils frei neben denselben und neben kleinen Muschelfragmenten in die Grundmasse eingestreut.

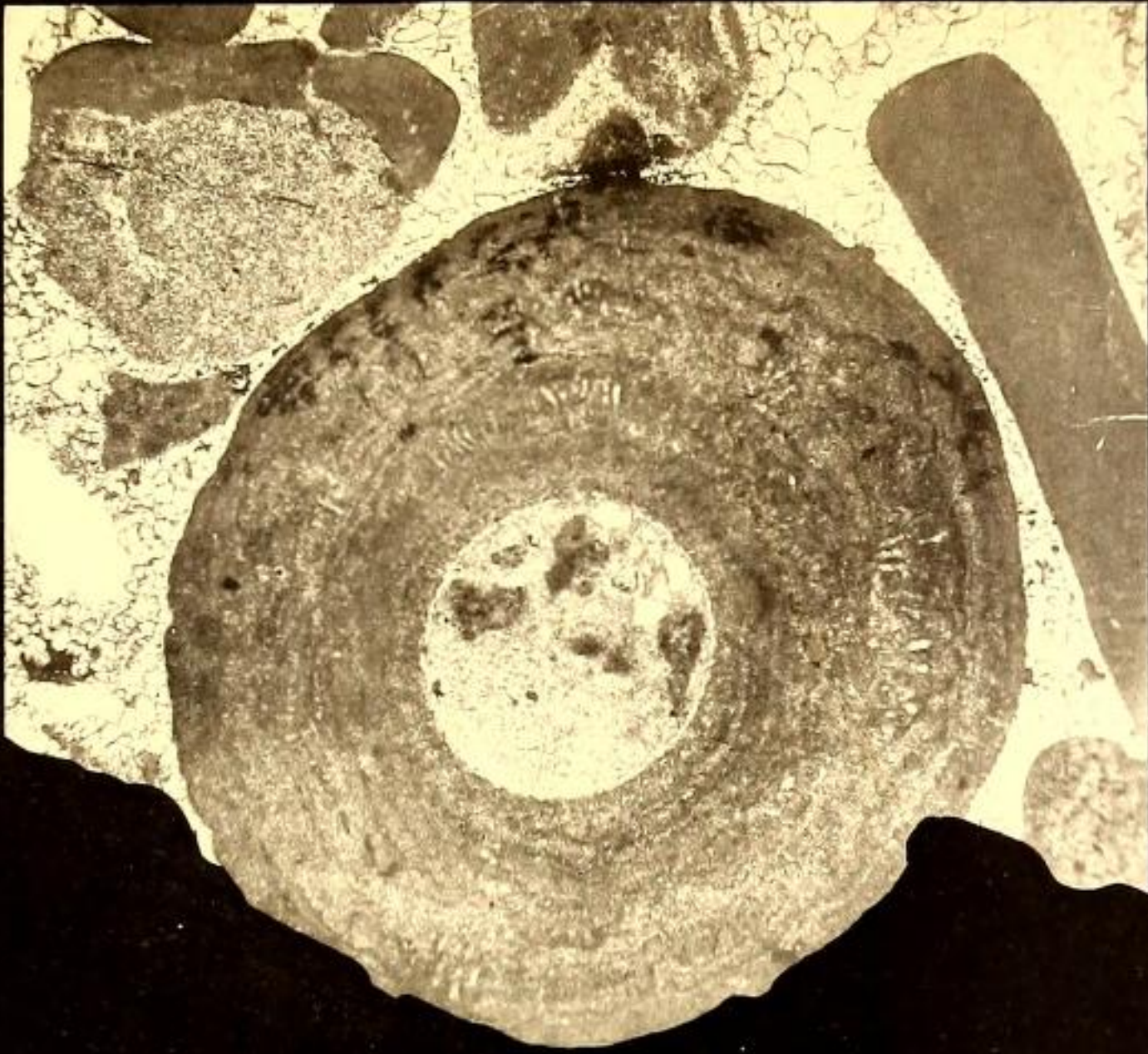
Dass die mineralische Umwandlung oder molekulare Umgestaltung im Gestein nicht allein bei den phytogenen Oolithoïden, sondern auch bei echten concentrisch schalig-radialfasrigen Oolithkörnern vorkommt, lässt sich vielfach beobachten. So sehen wir in cambrischen oolithischen Kalken Sardiniens die Kugelgestalten noch vollständig in ungestörter Lage erhalten, während die Mikrostruktur der Kalkelemente gänzlich in der körnigen Marmorstruktur des Gesteins aufgegangen ist.

Anders ist das Verhältniss in einem Liasoolith aus der unteren Angulatenzone von Ofterdingen. Echte Oolithen sind dort einzeln in der von wohlerhaltenen Muschelschalen und Crinoidenresten ganz erfüllten kalkspäthigen Grundmasse zerstreut. Diese meist sehr undurchsichtigen Oolithen, welche fremde Körper einschliessen, sind grösstentheils von der Peripherie her durch den Einfluss des späthigen Bindemittels zu Kalkspath umkrystallisirt, dessen Krystallecken in die oolithische Masse hineinragen. Dabei ist die organische Struktur der Crinoidenreste etc. völlig unversehrt erhalten.

Tafel V.

- √ Fig. 1. *Zonotrichites Lissaviensis*. Durchschnitt eines grossen Stückes, in welchem sich eine Muschel eingeschlossen befindet. Natürliche Grösse.
- × Fig. 2. *Lissauer Breccie*. Dünnschliff in 20-facher Vergrösserung, ein oolithähnliches Korn von Zonotrichitenkalk zwischen Mergel- und Kalksteinkörnern enthaltend.
- × Fig. 3. *Zonotrichia Heeriana* NAEG. Durchschnitt eines Exemplars aus dem Sihlwald bei Zürich. Natürliche Grösse.
- × Fig. 4. *Zonotrichia Heeriana* NAEG. Dünnschliff in 35-facher Vergrösserung.
- × Fig. 5. *Zonotrichia calcivora* AL. BR. aus dem Neuenburger See. Entkalktes Präparat in 35-facher Vergrösserung.
-

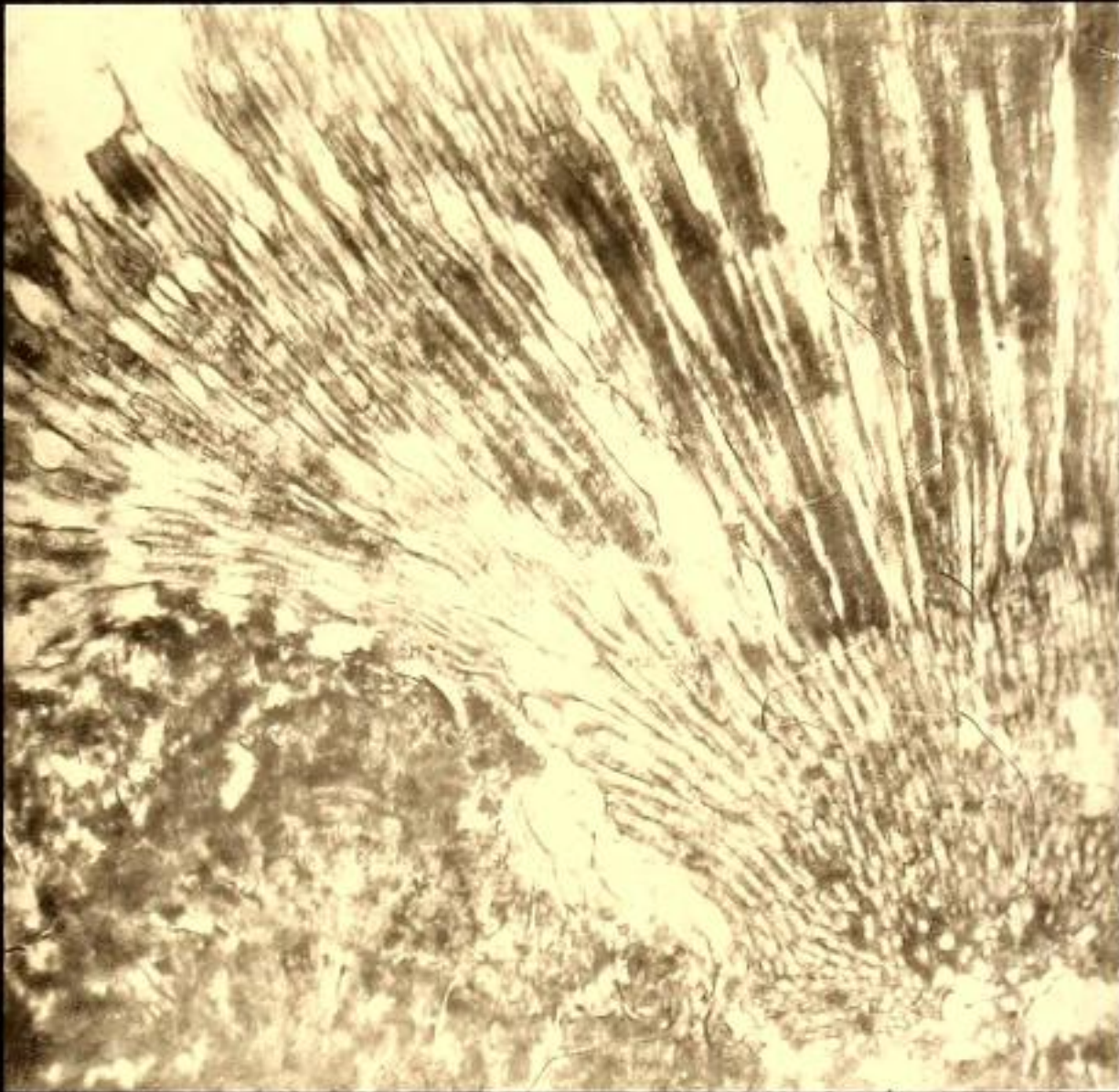
2. (20)



1. (7)



4. (35)



3. (7)



5.
(35)

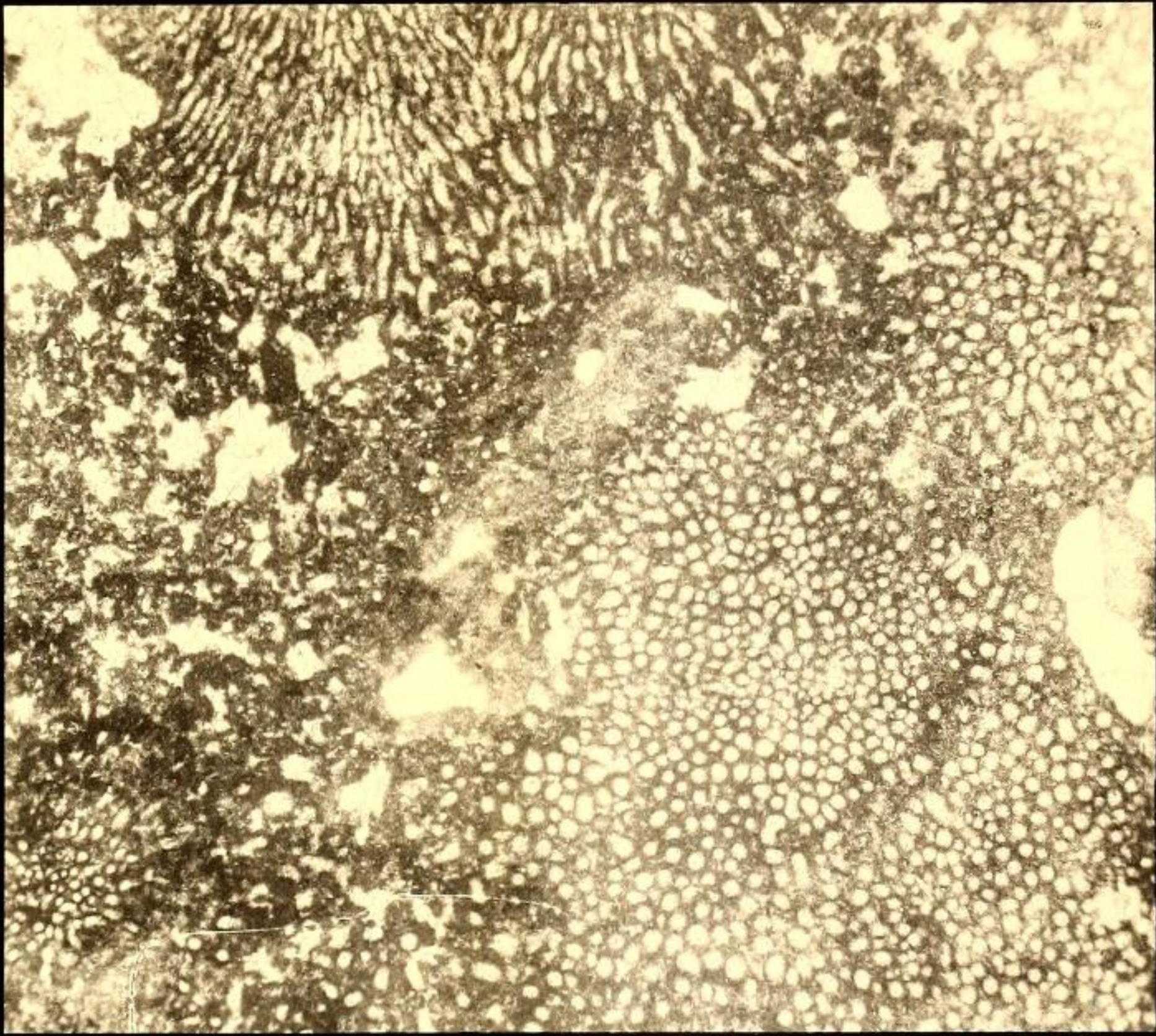


Tafel VI.

Zonotrichites Lissaviensis aus der Lissauer Breccie, Dünnschliffe in 35-facher Vergrößerung.

- ✓ Fig. 1. Durchschnitt parallel zur Oberfläche des Taf. V, Fig. 1 abgebildeten Stückes.
 - ✓ Fig. 2. Durchschnitt rechtwinklig zur Oberfläche desselben.
-

1. (35)



2. (35)