

Ueber die Bildung der Oolithe und Rogensteine.

Von

G. Linck in Jena.

Hierzu Tafel 24 und 25.

Vor etwa Jahresfrist ist in der Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft eine Arbeit von ERNST KALKOWSKY¹⁾ über Oolith und Stromatolith im norddeutschen Buntsandstein erschienen. In dieser Arbeit sucht KALKOWSKY zu zeigen, daß die Rogensteine des Buntsandsteins organogener, und zwar pflanzlicher Abstammung seien. Zwar hat sich KALKOWSKY in seiner Schrift in keiner Weise mit meinen experimentellen Untersuchungen über das gleiche Thema²⁾ befaßt, obwohl seine Abhandlung eine diametral entgegengesetzte Auffassung der einschlägigen Verhältnisse darstellt. Es ist mir daher wohl nicht zu verargen, daß gerade ich als ein Vertreter entgegengesetzter Anschauung meine Auffassung über KALKOWSKYS Hypothesen darlege.

Ich will den von KALKOWSKY beobachteten Tatsachen in bezug auf die Rogensteine nichts hinzufügen, denn er sagt selbst, daß mit der Häufung des zur Beobachtung gelangenden Materials auch die Erscheinungen sich vervielfachen, daß man aber diese Vielheit von Erscheinungen unter einheitlichen Gesichtspunkten vereinigen könne. Auch will ich nun gleich sagen, daß ich an KALKOWSKYS Arbeit nichts auszusetzen hätte, wenn man seine biologischen Ausdrücke durch mineralogische, das Wort „organisch“ im wesentlichen durch „anorganisch“ ersetzen würde. KALKOWSKY selbst sagt p. 72: „Nirgends aber ist etwas zu beobachten, was man der organischen Struktur des Kalkspates in anderen zoogenen oder phytogenen Kalksteinen gleichsetzen könnte“; oder an anderer Stelle, p. 123: „Da die Ooide niemals irgendwelche Aehnlichkeiten der Struktur mit der der Gerüste irgendwelcher Klasse der Tierwelt aufweisen,

1) Zeitschr. d. D. Geol. Gesellsch., 1908, p. 68—125.

2) LINCK, G., Die Bildung der Oolithe und Rogensteine. N. Jahrb. f. Min., Geol. etc., 1903 B.B.

so können sie nur durch die Lebenstätigkeit pflanzlicher Organismen entstanden sein.“ So aber ist alles, was er über die organischen Bildner der Rogensteine sagt, rein hypothetischer Natur. Ihren stärksten Ausdruck erlangt diese Hypothese auf p. 76 und 104 in der Berechnung der Größe jener organischen Bildner, von denen er sagt (p. 123): „Ich vermag nicht anzugeben, wie beschaffen die pflanzlichen Bildner des Stromatoides gewesen sind, ebenso wenig wie ich die Bildner der Ooide im Pflanzenreich unterzubringen weiß“.

KALKOWSKY schließt also nur aus den Eigentümlichkeiten der Struktur der Rogensteine auf ihre organische Bildungsweise, ebenso wie man dies seinerzeit beim Eozoon und bei den Chondren der Meteoriten getan hat. Aber ich brauche hier nur daran zu erinnern, wie man neuerdings Schaumstrukturen und Kristallskelette oder auch die fließenden Kristalle mit den Erscheinungen der belebten Natur verglichen hat, dann wird man wohl vorsichtig werden und solche Spekulationen nicht sofort für bare Münze nehmen. Sie sind zwar nicht ganz aussichtslos, aber wenn man anorganische Wege der Bildung kennt und organische nicht, so muß man mindestens in der Aufnahme solcher Spekulationen sehr vorsichtig sein ¹⁾.

In unserem Falle liegt es nun so, daß wir durch das Experiment — die einzige Quelle der Wahrheit — unsere Auffassung und Anschauung verbessern und verifizieren können. Wir sind also nicht nur auf die Beobachtung an den fossilen Rogensteinen angewiesen, sondern wir haben auch rezente Bildungen und Bildungen, die wir im Laboratorium jederzeit reproduzieren können. Dadurch können wir das Tatsachenmaterial nach Breite und Tiefe vermehren. Die Dinge, um die es sich da handelt, sind ihrem ganzen Charakter nach mit den Rogensteinen zu analogisieren. Wir sehen dabei ab von den Oolithgesteinen aus Muschelkalk, Jura und paläozoischen Formationen, denn sie werden nach der Tiefe hin im wesentlichen nichts Neues lehren, das zeigt sich auch schon darin, daß FRIEDR. GAUB ²⁾ zu einer ganz anderen Auffassung

1) Man vergleiche hierzu auch die wunderbaren, feinen strukturellen Eigentümlichkeiten anorganischer Kalkabscheidungen bei BÜTSCHLI in den Abhandl. d. Kgl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen, N. F. Bd. VI, 1908, Taf. I—III.

2) GAUB, F., Ueber oolithbildende Ophthalmidien im Dogger der schwäbischen Alb. Zentralbl. f. Mineralogie, Geologie etc., 1908, p. 584—589. — Die jurassischen Oolithe der schwäbischen Alb. N. Jahrb. f. Min., Geol. etc., Bd. II, 1908, p. 87—96.

gelangt als KALKOWSKY. Anders ist es mit den rezenten Oolithen, mit den Karlsbader Sprudel- und Erbsensteinen, deren Entstehung sich vor unseren Augen vollzieht, die also geeignet sind, uns tiefer in das Wesen der fossilen Vorkommnisse hineinzuführen. Wir werden im nachfolgenden sehen, daß man an einem reichen Material von Karlsbader Sprudel- und Erbsensteinen, wie es die hiesige Sammlung durch die Intelligenz und den Fleiß eines GOETHE besitzt, leicht die meisten Tatsachen, welche KALKOWSKY an den Rogensteinen beobachtet hat, wiederfinden kann. Aber es gibt noch andere Dinge, die diese Beobachtungen noch ergänzen, und das sind die Experimente zur Herstellung von Oolith-ähnlichen sphärolithischen Gebilden, welche man vielfach variieren kann. Immer wieder sagt KALKOWSKY von seinen Tatsachen, daß man sie weder im Laboratorium noch sonst an anorganogenen Bildungen beobachten könne, und es gilt nun zu zeigen, daß das ein Irrtum ist.

Betrachten wir zunächst die Karlsbader Bildungen, dann finden wir darunter solche, in denen die Ooide¹⁾ ohne Grundmasse angehäuft sind, andere, in denen die Grundmasse kalkig ist, und wieder andere, in welchen die Grundmasse im wesentlichen aus klastischem Material besteht. Bald ist die Grundmasse reichlich, bald spärlich. Nicht alle Ooide sind kugelförmig, sondern je nach dem Kerne ellipsoidisch, walzenförmig oder auch unregelmäßig gestaltet, und bei gar vielen ist eine brombeerartige Oberfläche zu beobachten. Bald sind die Ooide eines Gesteins alle gleich groß, bald finden wir neben solchen, die 2 und 3 mm messen, solche bis zu 10 mm Größe, und auch winzige Kügelchen, die nur $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{4}$ mm groß sind, bunt durcheinander gemengt. Ist kein Bindemittel da, dann endigen die Ooide wohl in die Hohlräume hinein mit Kristallspitzen oder aber sie scheinen in der Grundmasse weitergewachsen derart, daß dort, wo die Kugeln sich berühren, neuer Sinter nicht angelegt ist, während die Kugeln sonst von einer ziemlich dicken, $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ des Durchmessers betragenden Rinde umgeben sind (Fig. 1). Schlägt man ein solches Stück auseinander, dann erscheinen die Ooide dadurch, daß sie sich gegenseitig begrenzen, polyedrisch gestaltet und ihre Oberfläche ist dort, wo sie sich nicht berührt haben, rauh und höckerig. Bei dieser Gelegenheit kommt es oft so weit, daß man auf dem Schliff dem Flächeninhalte nach auf den ersten Blick weniger Kugeln sieht als Bindemittel, bei genauerer Betrachtung aber zeigt es sich,

1) Ich nehme KALKOWSKYS Ausdruck „Ooid“ an.

daß die ganze Schliffoberfläche zerfällt in einzelne polyedrische Körner, deren Mitte einem Normaloid entspricht, während rundum eine poröse mit dem Ooid gleichorientierte Masse angewachsen ist, die ebenfalls wieder zonar gebaut an Masse das ursprüngliche Ooid weit überragt (Fig. 2). Manche Ooide sind hohl, andere haben eine klappersteinartige Beschaffenheit. Die einzelnen Zonen der Ooide sind oft verschieden gefärbt, nicht immer gleich dick, oft verschieden in der Porosität; die Zonen manchmal konzentrisch, hin und wieder entsprechend der Brombeerstruktur der Oberfläche eingebuchtet, manchmal auch an verschiedenen Stellen von verschiedener Dicke. Oefters findet man halbe Ooide, die aufs neue überkrustet sind. Hin und wieder sieht man auch die von KALKOWSKY als Speichenstruktur bezeichnete Erscheinung oder Dinge, die mit seiner Spindelstruktur vergleichbar sind, und zwar treten diese Erscheinungen bald wesentlich nur in der Färbung zutage (Fig. 3), und dann sind in diesen anders gefärbten Zonen die zonaren Linien nach einwärts gekrümmt, wie man es auch vielfach bei den Rogensteinen beobachten kann, oder auch man erkennt die Speichen und Spindel als Teile von kompakterer Beschaffenheit und porzellanartigem Aussehen in einer lockereren Masse, wie die Figur 4 zeigt.

Auch die Ooidbeutel KALKOWSKYS finden sich gar nicht selten. Es sind Agglutinate von kleinen Ooiden, die von einer Sinterhülle umgeben sind. Bald sind es wenige Ooide und bald eine ungeheure Anzahl, die hier eine gleiche Größe besitzen und dort von verschiedenen Dimensionen sind, umgeben von einer dünnen Schale von Sinter (Fig. 5 und 6).

Dem Stromatolithe KALKOWSKYS vergleichbar sind die Karlsbader Sinterbildungen, welche bei einem einigermaßen reichen Material überraschen durch ihre eigentümlichen Oberflächen- und Strukturformen. Am Aeußeren buckelig und uneben, verzweigt und kompakt, im Innern fächerartige und gebogene Anordnung der Kristallbündel, nach unten oft mit wurzelartigen Gebilden versehen, lagenweise von verschiedener Färbung und Dichte. In die Vertiefung der mannigfaltig gestalteten Oberfläche sind Ooide und Detritus hineingefallen (Fig. 7). Diese sind auch wohl dann von Sinter umschlossen und wachsen gleichsam im Sinter weiter (Fig. 8). Bald sind die Sinterlagen eine Zeitlang sehr dicht gewachsen, so daß eine polierte Fläche porzellanartiges Aussehen bekommt, bald sind sie mehr porös, und es tritt die blumenblättrige Wachstumsform der Kristallskelette, zwischen denen überall kleine Hohlräume

erscheinen, so stark hervor, daß eine Politur überhaupt nicht zu erreichen ist (Fig. 9). Kompakte und poröse Lagen wechseln bald häufiger, bald weniger häufig miteinander ab (Fig. 10). Andere Stücke des Sinters haben ein blätteriges, durchaus spongienartiges Aussehen der Oberfläche, sie sind im Innern aber ebenfalls lagenförmig und im wesentlichen radialfaserig struiert (Fig. 11). Bei wieder anderen Stücken beobachtet man eine Oberfläche, die an Gekröse oder an ein Gehirn erinnert (Fig. 12).

An der Grenze von Ooidlagen gegen Sinter beobachtet man auch die von KALKOWSKY erwähnten Halbooide (Fig. 13). Alles das und noch vieles andere würde man zweifellos an einem noch reicheren Material von Karlsbader Sprudelstein beobachten können, und soviel mir bekannt ist, hat noch niemand gesagt, der Karlsbader Sprudelstein sei eine organogene oder im besonderen eine phytogene Bildung. Vielmehr ist man wohl allgemein der Ansicht, daß er rein anorganischer Natur ist.

Ich werde nun auch einige Beobachtungen mitteilen, die an künstlichen Sphärolithen gemacht sind, welche man vom kohlen-sauren Kalk so leicht herstellen kann — darauf werde ich bei einer anderen Gelegenheit noch zurückkommen. Auch hier sehen wir außerordentlich verschiedenartige Verhältnisse, aber freilich muß man Hunderte und Hunderte von Präparaten gemacht und gesehen haben, um einigermaßen zu einem Ueberblick zu gelangen. Da sind große und kleine Sphärolithe durcheinander, die sich in ihrem Durchmesser um das 8- bis 10-fache unterscheiden. Die sogenannten Zwillinge und Polyooide KALKOWSKYS sind ganz gewöhnliche Erscheinungen; sogar eine gewisse Art Ooidbeutel kommen vor, es sind das größere Sphärolithe, in denen mehrere kleine eingeschlossen sind. Alle diese Sphärolithe zerspringen gar leicht schon bei schwachem Druck in radialer Richtung. Auch konzentrischschalige Sphärolithe habe ich beobachtet, wenn auch der Schalen nur wenige — höchstens 2 oder 3 — vorhanden sind und die ganze Erscheinung eine relativ seltene ist.

Bei den Sphärolithen, welche das aus dem Schmelzfluß erstarrende Cholesterinpropionat liefert, sieht man deutlich, daß die Fasern durchaus nicht immer streng radial geordnet sind, sondern daß häufig einzelne Stellen des Kornes bevorzugte Kristallisationspunkte darstellen, von denen dann die Strahlen fächerartig und subradial ausgehen. Die einzelnen subradialen Strahlenbündel beugen sich gegenseitig und führen zu Erscheinungen, die manchen Bildern in den Rogensteinen durchaus vergleichbar sind.

Analoges habe ich auch an einer durchschnittenen Phosphoritkugel aus Podolien beobachtet, an welcher eine gewisse Aehnlichkeit mit der Speichenstruktur KALKOWSKYS in Erscheinung tritt. In gleicher Weise zeigen es auch Sphärolithe aus gewissen Pechsteinen, die in ihrer inneren Struktur und ihrer brombeerartigen Oberfläche mit manchen Kalkgebilden einige Aehnlichkeit besitzen.

Vergegenwärtigen wir uns nun noch einmal die ganzen Verhältnisse, so haben wir in erster Linie zu bedenken, daß die Ooide der Rogensteine fossil sind, und daß sie uns daher vermutlich, wie auch KALKOWSKY an verschiedenen Stellen zugibt, nicht mehr in dem Kristallisationszustand vorliegen, in welchem sie ursprünglich gebildet worden sind. KALKOWSKY sagt p. 72: „Die Ooide aller Rogensteine des norddeutschen Buntsandsteins haben eine eigene primäre Struktur, die am besten erhalten zu sein pflegt, wenn die Ooide durch ein reines Kalkzement zu einem festen Gestein primär verbunden sind.“ Dies kann doch wohl nur heißen: die beobachtete Struktur ist der primären ähnlich. Man hat es sozusagen mit Pseudomorphosen zu tun, denn KALKOWSKY selbst spricht p. 72 von einer teilweisen Umkristallisierung ohne Aenderung der Struktur, p. 80 von einer stärkeren Umkristallisierung der Ooidbrut, p. 86 und 88 vom Entstehen der Hemiooide durch Spannungen infolge Umkristallisation, p. 93 von der sekundären Dispulsionsstruktur, p. 93 und 94 von der Entstehung des Zementkalkspates aus Ooiden. Auch gerade der Vorgang, wie ihn KALKOWSKY bei der Impressionsstruktur p. 94 beschreibt, weist auf eine Modifikationsänderung des Kalziumkarbonates hin. Denn warum und wie soll sich Kalzit an einem Ooid auflösen und gleich daneben als Kalzit wieder zur Abscheidung gelangen. Das setzt entweder Temperatur- und Druckschwankungen voraus, oder aber, und dies ist das Wahrscheinlichere, das ursprüngliche Vorhandensein einer metastabilen Form des Karbonates in den Ooiden. Hierher gehört auch die Beobachtung der Ausfüllung der Hohlräume durch sekundären Kalzit (KALKOWSKY, p. 105). Demnach ist a priori nicht ohne weiteres zu erkennen, was von den beobachteten Tatsachen primär und was sekundär ist. Sowohl die Kegel- als die Speichenstruktur machen mir persönlich den Eindruck, als ob sie zwar durch primäre Dinge bedingt, aber durch sekundäre Umwandlungsvorgänge besonders deutlich in Erscheinung getreten wären. In den Spindeln herrscht ja nach KALKOWSKY (p. 77) „eine wirre Lagerung der Kalkspatkörnchen“. Es könnten diese Stellen

daher auch weiter nichts sein als Durchschnitte von nicht genau radiär gestellten Fasern senkrecht zu ihrer Längsrichtung. Das ist zunächst natürlich eine ganz persönliche Auffassung, aber immerhin habe ich doch gezeigt, daß Analoga sowohl bei den Karlsbader Erbsensteinen als bei dem Phosphorit wie auch bei eruptiven Sphärolithen vorkommen. Die Aeüßerung KALKOWSKYS auf p. 80: „Es ist durchaus nicht abzusehen, wie sich ohne Zuhilfenahme von Lebensäußerungen organischer Wesen der Aufbau solcher Ooide aus Kegeln durch rein anorganische Vorgänge, etwa durch konkretionäre Bildungen in bewegtem Meerwasser, wie man vielfach gesagt hat, sollte erklären lassen. Wo sehen wir denn im Laboratorium oder in der Natur etwas ähnliches?“, diese Aeüßerung wird vollständig widerlegt dadurch, daß ich gezeigt habe, daß man die Kegelstruktur auch in den Karlsbader Erbsen findet¹⁾. Man könnte sich aber außerdem auch noch denken, daß bei den so eigentümlichen künstlichen Polyoiden die Zersetzung längs der Grenze der einzelnen Teile beginnt und auch dadurch könnte eine solche Kegelstruktur entstehen. Für eine teilweise Entstehung oder Sichtbarmachung durch Zersetzung spricht auch der Satz KALKOWSKYS p. 82: „Die Kegelstruktur tritt besonders gern dann auf, wenn im Zement zwischen den Ooiden viel allothigene Gemengteile vorhanden sind.“ Auch die anderen, von KALKOWSKY auf organische Ursachen zurückgeführten Erscheinungen habe ich aus den Karlsbader Sprudelsteinen kennen gelehrt. Es ist keine Seltenheit, daß große und kleine Ooide gemengt sind, daß „Zwerge neben Riesen“ vorkommen, und dasselbe beobachtet man an künstlich hergestellten Sphärolithen, wie auch an solchen eruptiver Natur. Es ist das aber auch das Natürliche, denn wenn KALKOWSKY p. 123 sagt: „Aus einer Salzlösung fallen unter gleichen äußeren Verhältnissen nur gleichartige, gleichgroße Kristalle oder Kristallgruppen oder Kristallstöcke aus, nicht aber zugleich Zwerge und Riesen“, so ist das geradezu falsch, denn man kann diese Erscheinung wohl hervorbringen, aber es bedarf dazu ganz besonderer Vorsichtsmaßregeln, z. B. konstanter Temperatur und vollkommener Rührung. Die ungleiche Größe der Kristallausscheidungen aus einer Lösung ist hingegen das Gewöhnliche. Von einem „Kampf ums Dasein“ (KALKOWSKY, p. 94) ist hier gar keine Rede, sondern

1) Vergl. hierzu auch K. KRECH, Beitrag zur Kenntnis der oolithischen Gesteine des Muschelkalkes um Jena. Jahrbuch d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt, 1909, u. Inaug.-Diss. Jena, 1909, p. 52.

lediglich von einer lokal vermehrten oder verminderten Stoffzufuhr durch Strömung, längeres Schwebenbleiben etc. Von denselben Umständen hängt aber auch die Zahl der gebildeten Ooide ab. Es können viele oder wenige, große oder kleine sein. Es kann viel oder wenig klastisches Material zugeführt werden. Außerdem können die Oolithe aber auch einem Weitertransport unterliegen. Auf diese Weise ließen sich vielleicht die oolithhaltigen Sandsteine und Mergel erklären. Aber ich will darauf hier nicht näher eingehen, sonst müßte ich mich vorerst mit der Entstehung jener Gesteine beschäftigen (KALKOWSKY, p. 100).

Halbe Ooide, die wieder überkrustet sind, finden sich auch in den Karlsbader Erbsensteinen, ebenso wie sich Bruchstücke von Sinter finden, die ihrerseits wieder eine Ueberkrustung erfahren haben (Fig. 14). Somit ist es nichts Wunderbares, daß die Ooide, diese zerbrechlichen Gebilde, an der Oberfläche einer Ooidlage in größerer Anzahl als Halbooide erscheinen und dann vom Sinter (Stromatolith KALKOWSKYS) überkrustet werden. Ich habe auch gezeigt, daß Ooidzwillinge und Viellinge bei den künstlichen Sphärolithen zu den allergewöhnlichsten Erscheinungen gehören und sie können darum oder müssen wenigstens in den Rogensteinen keine andere Deutung erfahren als bei den künstlichen Gebilden.

Ganz besondere Bedeutung legt KALKOWSKY den Ooidbeuteln bei oder, wie er sagt, den Beuteln mit Brut. p. 91 heißt es: „Die Ooidbeutel sind offenbar von hervorragender Bedeutung für die genetischen Verhältnisse der Oolithe“ und weiter: „Organische Wesen müssen es gewesen sein, die die Beutelhüllen in den Rogensteinen bildeten. Sollte selbst jemand sich in seinem Glauben an die anorganische Natur der Ooide nicht gleich irre machen lassen wollen, für die allseitige Umhüllung eines Haufens Ooide durch einen dünnen Beutel wird er keine Erklärung durch anorganische Vorgänge beibringen können.“ Wir haben aber gesehen, daß solche Beutel auch im Karlsbader Sprudelstein vorkommen, und daß Andeutungen davon sogar bei den künstlichen Gebilden vorhanden sind. Es sind weiter nichts als agglutinierte Ooide oder losgerissene Stücke von früher sedimentiertem Erbsenstein, welche in der Flüssigkeit aufs neue zum Schweben gekommen sind und so überkrustet wurden, wie irgendein anderes fremdartiges Stückchen.

Auch das, was KALKOWSKY Stromatolith nennt, kann ich nicht als organogen ansprechen, denn genau dieselben Dinge sehen wir als Sinterbildung in dem Karlsbader Sprudel. Die Lagen-

struktur, die Porosität der verschiedenen Lagen, die fächerförmige Anordnung der Kalkfäserchen, die bucklige und höckrige, ja sogar blättrige und schwammartige Oberfläche, das Weiterwachsen der Ooide im Sinter, die wurzelähnlichen Fortsätze des Sinters in die Oolithlagen, das Vorkommen von Ooiden und Detritus in den Hohlräumen des Sinters, alles das kommt im Karlsbader Sprudelstein ohne die tätige Mithilfe von organischen Wesen zu stande. An einen Kampf organischer Wesen um den Raum braucht man nirgends zu denken (KALKOWSKY, p. 113).

Nach dieser Darstellung könnte es nun scheinen, als ob ich behaupten wollte, die Rogensteine des Buntsandsteins seien auf dieselbe Weise entstanden wie der Karlsbader Sprudelstein. Dies kommt mir aber nicht bei, sondern ich denke nur an eine vollkommene Analogie und habe zeigen wollen, daß fast alle die Tatsachen, die KALKOWSKY vorbringt, auch bei den Karlsbader Sprudelsteinen und bei anderen sicher anorganischen Bildungen ebenso zu beobachten sind. Es muß demnach die Beweisführung KALKOWSKYS für die phytogene Natur der Rogensteine als mißlungen bezeichnet werden, denn sie stützt sich nur darauf, daß die beobachteten Dinge bei sicher anorganogenen Bildungen nicht zu beobachten seien, und das habe ich widerlegt — oder sollte am Ende der Karlsbader Sprudelstein auch eine phytogene Bildung sein? Hier läge eine Beweismöglichkeit für KALKOWSKYS Anschauungen. Ganz unmöglich wäre es ja nicht, auch von meinem Standpunkt nicht, daß gewisse Beziehungen zu pflanzlichen Organismen vorhanden wären. Aber sie wären dann ganz anderer Natur als sie sich KALKOWSKY vorstellt. Es können nämlich in so kalkreichen Gewässern — notabene wenn der Kalk als Bikarbonat vorkommt — Pflanzen leben, welche die halbgebundene Kohlensäure des Bikarbonates sich aneignen und dadurch die Abscheidung des kohlen-sauren Kalkes beschleunigen. Das wäre aber nur eine passive Rolle, während das Tier bei der Kalkabscheidung aktiv beteiligt ist. Bei ihm ist der kohlen-saure Kalk ein Stoffwechselprodukt, das erst in dem Blute des Tieres eventuell aus einem anderen Kalksalz, z. B. aus Sulfat, gebildet wird. Ich persönlich glaube zwar nicht einmal an eine solche Tätigkeit der Pflanzen im Karlsbader Sprudel oder bei der Bildung der Rogensteine. Vielmehr bin ich durch meine Beobachtungen und Versuche überzeugt, daß es sich dabei im wesentlichen nur um chemische Vorgänge handelt. Daß das Studium der Vorgänge mit meiner ersten Arbeit und auch mit der vorliegenden in chemischer

oder in geologischer Hinsicht erschöpft sei, habe ich nie gedacht. Darum habe ich auch einige von meinen Schülern über den Gegenstand arbeiten lassen oder lasse noch daran arbeiten¹⁾. Ich will z. B. nur erinnern an die Frage, ob Ktypeit oder Aragonit oder vielleicht gar noch etwas anderes, auf das einzugehen ich anderwärts Gelegenheit nehmen werde, das primäre Produkt ist; ferner warum und wodurch die Umwandlung oder Umkristallisation hervorgerufen wird, weiter, warum in manchen Fällen die radiale Struktur erhalten bleibt und in anderen nicht, und endlich, wie die klimatischen und anderen Bedingungen sein müssen bei der Bildung von solchen Gesteinen. Aber eben, weil diese Frage noch so mancherlei Rätsel birgt, ist mir jeder Versuch zur Aufklärung dieser Rätsel willkommen und alle die Tatsachen, die KALKOWSKY beigetragen hat, stellen eine wertvolle Bereicherung unser Kenntnisse dar, auch wenn ich mich seinen hypothetischen Deutungen nicht anschließen kann. So hat aber auch neuerdings FRIEDRICH GAUB²⁾ einen schätzenswerten Beitrag geliefert, indem er uns Mitteilung machte über die jurassischen Oolithe der schwäbischen Alb.

Es sind bis jetzt von GAUB zwei vorläufige Mitteilungen erschienen und ich freue mich feststellen zu können, daß er sich bezüglich der anorganogenen Entstehung des kohlensauren Kalkes der Oolithe sowohl als auch in bezug auf die Entstehung der Eisenoolithe meiner Erklärung anschließt. Auch er hebt hervor, daß fremde Gemengteile oft als Kern für die Oolithe dienen. In gewissen jurassischen Oolithen findet er die „in diesen Gesteinen vielfach geradezu gesteinsbildend auftretenden Milioliden“ auch in den Oolithen, und zwar häufig so, daß sie auf den Schalen der Ooide aufsitzen. Infolge dieses Fundes schreibt er: „Es wäre nun zweifellos ganz falsch, die Ophthalmidien nur als mehr oder weniger mechanische Einschlüsse der Kalkoolithe anzusehen, ein willkürliche Deutung, die G. LINCK auf alle bisher aus Oolithen bekannt gewordenen Organismen auszudehnen scheint.“ Was ich gesagt habe und auch heute noch voll aufrecht erhalte, ist: Die Oolithe bestehen ursprünglich aus einer vom Kalkspat abweichenden Modifikation des kohlensauren Kalkes (Aragonit), bei dessen Bildung organische Wesen nicht direkt beteiligt sind. Er ist kein Stoffwechselprodukt von Organismen und alle Organismenreste, die man darin findet, haben, abgesehen von der Kernbildung, keine aktive Rolle bei seiner Abscheidung.

1) Vergl. KRECH, K., l. c. p. 54—56.

2) l. c.

Wie erklärt nun GAUB die Einschlüsse von Ophthalmidien? „Am Boden einer ausgedehnten und organismenreichen Flachsee umkrusten gewisse Ophthalmidien irgendwelche Fragmente. Insbesondere um diese durch leichten Wellenschlag bewegten Körner schlug sich das CaCO_3 nieder. Aber wegen der unablässigen Rollung dieser Körner am Meeresboden blieb der Kalkniederschlag nur in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Ophthalmidien erhalten. Durch sich immer wiederholende Umkrustung der Körner durch Ophthalmidien und durch fortwährende Kalzitausfüllung der Zwischenräume bildeten sich allmählich größere oder kleinere Oolithe.“ Man beachte hier die Hypothese der Rollung am Meeresgrund auf schlammiger Unterlage. Selbst wenn die schwache Bewegung der Schlammoberfläche zugegeben werden könnte, so ist eine Abrollung undenkbar und außerdem ist ja der Schlamm schon sedimentiert. Auch die Abbildungen GAUBS sprechen keinesfalls für seine Anschauung, denn die Zonen schließen gewöhnlich nicht mit dem äußeren Rande der Ophthalmidien ab. Ich sage nun aber: genau so wie die Ophthalmidien im ophthalmidienreichen Meere Schalenstückchen überkrusten, so benutzen sie auch die wachsenden Oolithe jeweils, wenn ein Hiatus in der Kalkabscheidung der Oolithe eintritt (Zonenbildung) als Anheftungsstelle, und darum sind sie nur passiv in die Oolithe hineingekommen und an der Vergrößerung des Oolithes nur zufällig beteiligt. Mir erscheint meine Anschauung einfacher, einleuchtender und natürlicher.

Wenn ich nun noch mit einem Wort auf die Schlußsätze in der Arbeit KALKOWSKYS zurückkomme, so möchte ich nur einen davon, der sich auf p. 122 findet, um ein kleines abändern. Ich möchte nämlich sagen: Wer auch nur die Abbildungen durchsieht, die dieser Abhandlung beigegeben sind, muß sich doch wohl sagen, daß die Entstehung solcher Ooide durch rein anorganische Prozesse allerdings möglich ist.

Jena, Mineralogisches und Geologisches Institut, April 1909.

Erklärung der Figuren.

Tafel 24.

Fig. 1. Ooide, die offenbar nach der Sedimentation, dort, wo sie sich nicht berührten, weitergewachsen sind. Vergr. 2.

Fig. 2. Ooide schwammig und zonar nach der Sedimentation weitergewachsen und zu Polyedern umgestaltet. Nat. Gr.

Fig. 3. Speichenstruktur an einem Ooid, deutlich sichtbar an der Färbung. Vergr. 3.

Fig. 4. Speichenstruktur an Ooiden; die weißen Speichen sind porzellanartig kompakt. Vergr. 4.

Fig. 5. „Ooidbeutel“. Agglutinat kleiner Ooide in Sinterhülle. Vergr. $3\frac{1}{2}$.

Fig. 6. Desgleichen. Vergr. 2.

Fig. 7. Sinterbildung mit eingeschlossenen Ooiden und Detritus. Buckelige Oberfläche. Fächerförmige und blumenblättrige Anordnung der Kalkfasern. Verkl. $2\frac{1}{2}$.

Tafel 25.

Fig. 8. Sinterbildung mit eingeschlossenen Ooiden. Nat. Gr.

Fig. 9. Sinterbildung. Unten dicht porzellanartig, oben porös, ästig oder spongienartig. Verkl. $\frac{1}{2}$.

Fig. 10. Sinterbildung. Abwechselnd dichte und poröse Lagen. Vergr. 2.

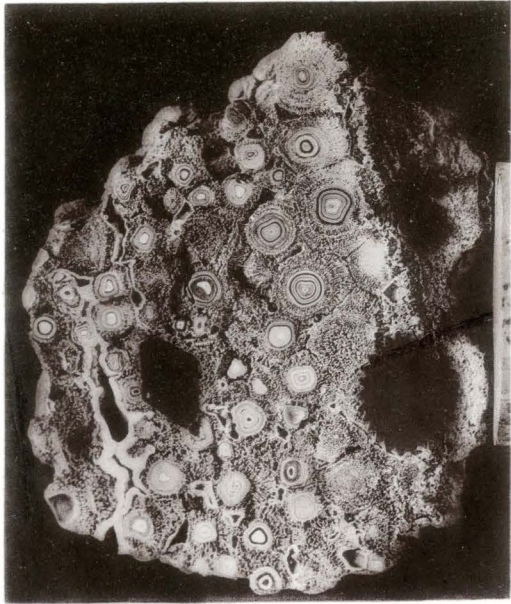
Fig. 11. Sinterbildung. Spongienartig blättriger „Stock“, von oben gesehen. Nat. Gr.

Fig. 12. Gehirn- oder gekröseartige Oberfläche des Sinters. Verkl. $\frac{2}{3}$.

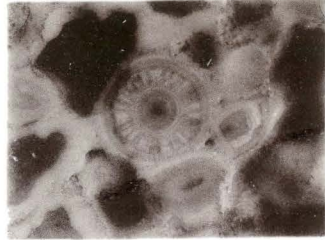
Fig. 13. Halbe Ooide an der Grenze gegen den Sinter. Vergr. 3.

Fig. 14. Sintertrümmer, aufs neue überrindet. Nat. Gr.

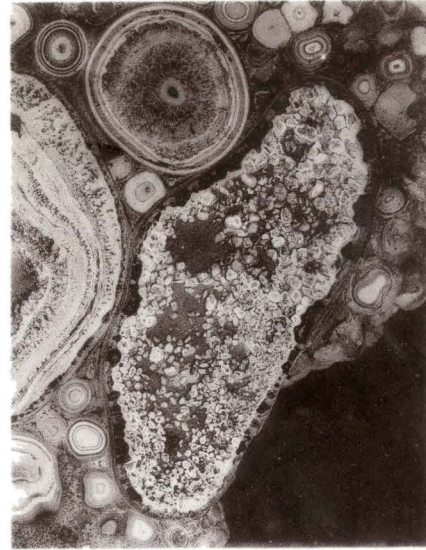
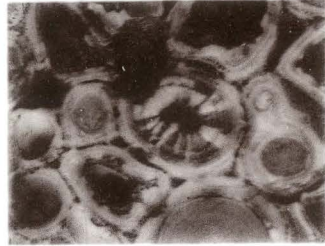
Sämtliche Figuren beziehen sich auf Karlsbader Erbsen- oder Sprudelstein.



2



4



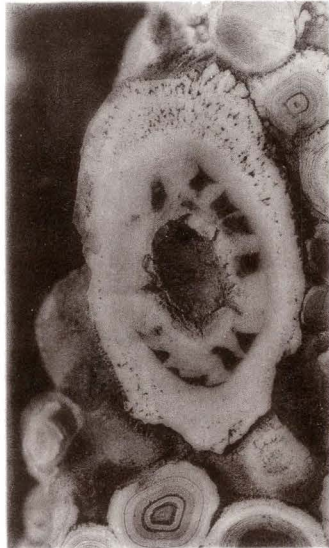
6



7



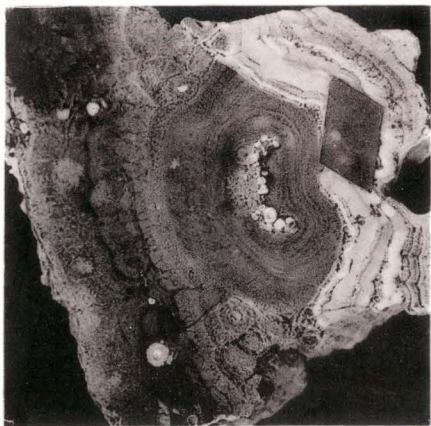
1



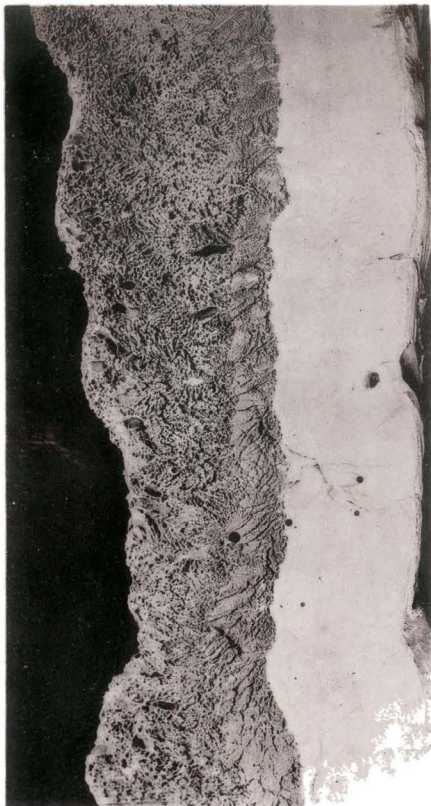
3



5



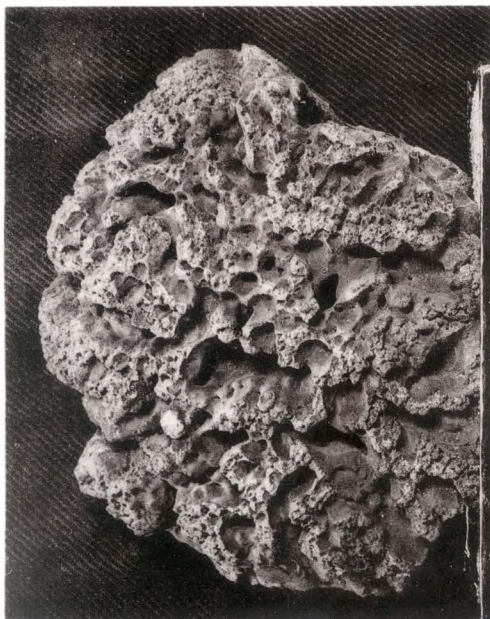
8



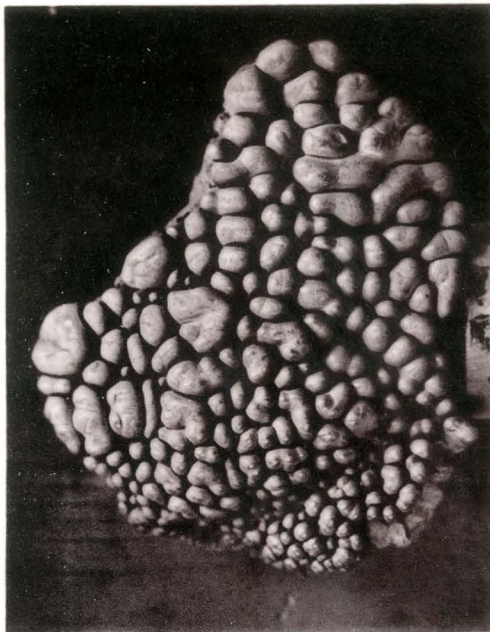
9



10



11



12



13



14