Über Kieselsäure-Abscheidungen und Oolithbildung.

Von A. Knop.

(Mit 1 Holzschnitt.)

I. Kieselsäure-Abscheidungen.

Die Kieselsäure existirt bekanntlich in mehreren Formen des festen Aggregatzustandes, als Tridymit, Quarz, Asmanit und Opal. Die beiden ersten Modificationen gehören dem hexagonalen System an, ohne krystallographisch auf einander beziehbar zu sein, der Asmanit soll dem rhombischen System angehören und der letztere ist amorph. Nach der Auffassung G. Rose's[1] liegt die Möglichkeit vor, dass es noch eine vierte krystallisirte Modification gibt, welche im Zirkon und Auerbachit mit ZrO_2 isomorph gemischt vorkommt und dem quadratischen System angehört.

Die Bedingungen, unter denen diese verschiedenen Varietäten der Kieselsäure in der Natur oder künstlich zur Abscheidung gelangen, sind sehr verschieden. Der Opal entsteht ebensowohl durch Eintrocknen von pectöser Kieselsäure aus wässrigen Suspensionen, wie auch durch Erstarrung aus dem geschmolzenen Zustande bei hoher Temperatur, der Tridymit durch Ausscheidung aus Schmelzen bei hohen Temperaturen, in denen jedoch die Kieselsäure nicht eigentlich zum Flüssigwerden gebracht wird, während Quarz unter Verhältnissen zur Krystallisation gebracht wird, die uns lange Zeit verborgen geblieben und die vielleicht auch heute noch nicht mit voller Klarheit durchschaut worden sind. Der Asmanit ist nur in Meteoriten gefunden worden und seine Erscheinung noch zu neu, um sich ein Urtheil über seine Bildungsweise zu verschaffen. Schafhäutl, Sénarmont, Daubrée und O. Maschke erhielten aus Lösungen amorpher Kieselsäure Quarzkrystalle mit allen Eigenschaften der natürlichen, wenn sie auf jene, oder auf Silicate bei Gegenwart von Wasser eine Temperatur von 300 bis 400° C. bei entsprechendem Dampfdruck einwirken liessen, also unter Umständen, welche wir auch in gewissen Tiefen der starren Erdrinde voraussetzen dürfen.

Auf Grund vielfacher Versuche, welche O. Maschke[2] über die Krystallisationsfähigkeit der Kieselsäure anstellte, spricht dieser Forscher die Meinung aus, „dass mit an Gewissheit grenzender Wahrscheinlichkeit sich Quarz unter keinen Umständen bei gewöhnlicher, oder wenig erhöhter Temperatur und bei gleichzeitig vorhandenem gewöhnlichen Druck aus wässrigen Lösun-

[1] Pogg. Ann. CVII. 602.
[2] Pogg. Ann. Bd. CXLV, p. 549 ff.

gen zu bilden vermöge." Es wird somit der Quarz als ein Product des eigentlichen Metamorphismus charakterisirt.

In der Natur gibt es indessen Erscheinungen, welche die Allgemeingültigkeit jenes Satzes noch zweifelhaft erscheinen lassen, wenigstens so lange, bis über die Bildungsweise gewisser Vorkommnisse der Kieselsäure ein klareres Licht, als bis jetzt, verbreitet sein wird. Kieselschiefer, Chalcedon, Feuerstein, Jaspis etc. sind verschiedene und beliebige Gemenge von Quarz- mit Opalsubstanz, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man Feinschliffe solcher Körper mit Kalilauge behandelt, wobei die amorphe Kieselsäure in Lösung geht, und die krystallisirte rückständig bleibt, welche dann unter dem Mikroskope im polarisirten Lichte die Eigenschaften der Quarzsubstanz wahrnehmen lässt. Achate geben sich als vielfach wechselnde Lagen von Quarz-Chalcedon- und Opalsubstanz zu erkennen und die Kieselhölzer sind theils in Quarz, theils in Hornstein oder Opal übergeführt, in deren Substanz durch die vermoderte organische Materie die Zellenstructur in Form von Zeichnungen auf das Zarteste erhalten geblieben ist, ohne dass diese Zellenstructur zur Vertheilung der Kieselsäuremodificationen in einem nachweisbaren Abhängigkeitsverhältnisse stände.

Es muss nach diesem Thatbestande unbegreiflich erscheinen, warum, bei Annahme der Richtigkeit des von Maschke ausgesprochenen Satzes, in den Gemengen verschiedener Kieselsäuremodificationen die vorausgesetzte höhere Temperatur nur ein durch die amorphe Opalmasse vertheiltes Quarzskelet erzeugt haben soll, ohne die Opalsubstanz mit in das Bereich des Krystallisationsactes zu ziehen; es müssten ferner bei der Bildung des Achates vielfache Oscillationen der Temperatur unter und über den Krystallisationspunkt der Kieselsäure angenommen werden, welche ihre Wirkung nur auf die krystallinischen Lagen erstreckten, ohne die amorphen zu berühren, eine Annahme, zu welcher keine Erscheinung zwingt und wofür wir überhaupt keine Anhaltepunkte haben.

In der Literatur findet man häufig die sogenannten krystallisirten Sandsteine, d. h. Sandsteine, deren conglomerirte Elemente aus scharfeckig und scharfkantig ausgebildeten Quarzkrystallen bestehen, als ursprüngliche Sedimente aus kieselsäurereichen Oceanen gedeutet, etwa in der Art, wie sich bei rascher Abkühlung gesättigter Lösungen kleine Krystalle des gelösten Körpers schaarenweise zu Boden senken. Diese Auffassung der Natur der krystallinischen Sandsteine ist entschieden irrthümlich. Es entgeht dem aufmerksamen Beobachter nicht, dass jeder der kleinen Quarzkrystalle in seinem Inneren ein abgerundetes, und nicht selten noch mit einer rothen oder gelben Schicht von Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat überzogenes Sandkörnchen birgt, welches theils durch die durchsichtige Krystallumhüllung hindurch zu sehen, theils aber noch an den Contactflächen je zweier benachbarter Kryställchen freiliegend zu erkennen ist. Jedes dieser Quarzkryställchen ist nichts Anderes, als das Product des Fortwachsens abgerundeter und individualisirter Quarzkörperchen in einer Kieselsäurelösung und die Art ihrer Aggregation, das gegen-

seitige Abstossen der Krystalle mit Contactflächen, sowie der Mangel solcher Contactflächen an den rundlichen Körnern selbst beweisen, dass die Regeneration dieser zu Krystallen, nach der bereits erfolgten Ablagerung der Sandkörner auf eine noch für uns räthselhafte Weise vor sich ging, denn keinerlei Einwirkung höherer Temperatur, weder an den Gesteinselementen, noch an dem Bindemittel lässt sich mit Sicherheit constatiren. Ich erinnere mich, ausgezeichnete Vorkommnisse der beschriebenen Art am Wege von Marburg in Hessen nach dem benachbarten Vergnügungsorte Spiegelslust im bunten Sandstein gefunden zu haben.

Nichtsdestoweniger muss es im Grossen und Ganzen als richtig anerkannt werden, dass die ausgezeichnetsten Quarzbildungen in der Natur da vorkommen, wo wir die gleichzeitigen Wirkungen höherer Temperatur und höheren Druckes bei Gegenwart von Wasser voraussetzen dürfen. Im metamorphischen Gebirge ist die Quarzsubstanz allgemein verbreitet, während Opal als späteres Ausscheidungsgebilde erscheint. Da, wo jüngere Eruptivmassen, Basalte z. B. sedimentäre Ablagerungen, besonders Kalksteine durchbrochen haben, gehört Quarz zu den häufigsten und massenhaftesten Neubildungen (Griedel in Oberhessen). Im Allgemeinen aber wird das Auftreten des Quarzes um so seltener, das des Opals um so häufiger, je jünger die Sedimentärformationen sind, in denen sie auftreten, ohne von den Wirkungen des Metamorphismus berührt worden zu sein. In den Kieselsäure-Abscheidungen recenter Organismen, wie in Gramineen, Diatomeen, Polycystinen und den Spiculen der Spongiten, von welchen letzteren sich in hervorragender Weise die an den Küsten der Philippinen wachsende *Euplectella speciosa* Gray s. *aspergillum* Owen durch ihr Glasgespinnst-artiges Skelet auszeichnet, ist die Kieselsäure stets im amorphen Zustande, theilweise in der Varietät des Hyaliths vorhanden. Doch ist die Vermuthung noch nicht ganz von der Hand zu weisen, dass unter gewissen Bedingungen, wie bei der Feuerstein-, Chalcedon- und Achatbildung Kieselsäure sich auch bei niederen Temperaturen krystallinisch gestalten kann, wiewohl es künstlich noch nicht gelungen ist. Es ist bekannt, dass Graham'sche, durch Dialyse gewonnene Kieselsäurelösungen nach längerem Stehenlassen, diese Säure im pektösen Zustande zum Absatze gelangen lässt; dasselbe geschieht rasch durch Zusatz verschiedener Salze, besonders bei dem Contact mit kohlensaurem Kalk, ein Vorgang, durch den sich wohl so manche Verdrängungen des Kalksteins durch Kieselsäure, besonders die Bildungsweise des Kieselschiefers, genügend erklären lassen. Auch organische Substanzen, wie Leim, Albumin etc. gehen mit Kieselsäure unlösliche Verbindungen, ähnlich denen mit Gerbsäure ein, und es ist nicht undenkbar, dass solche Verbindungen den Verkieselungsprocess mancher Organismen wie Spongiten etc. vermitteln. Endlich aber kann Quarz in Krystallen aus Kieselsäurelösungen bei einer Temperatur über 300° direct abgeschieden werden. Das dürften wohl überhaupt diejenigen bis jetzt bekannten Processe sein, bei denen Kieselsäure aus Lösungen in die feste Form übergeht. Räthselhaft bleibt dabei nur das gleichzeitige und innige Zusammenvorkommen der krystallinischen Varietäten mit amor-

phen, unter Verhältnissen die keine höhere Temperatur als dabei wirksam gewesen voraussetzen lassen. In dieser Beziehung ist ein verkieselter Oolith von Interesse, welcher in der südwestdeutschen Trias, im Oberrheinischen Gebiete, wie es scheint einen ausgedehnten Horizont bildet. Es ist derselbe, in welchem die bekannten bituminösen Quarzkrystalle von Pforzheim vorkommen, und welcher auch am Thurmberge bei Durlach in der Nähe von Carlsruhe, ferner bei Wössingen im Pfinzgebiete ansteht, auch bei Niederbronn im Elsass vorkommen soll.

Das Gestein ist ein in Concretionen, hier meist in Lagen bis zu 6 Centimeter den Mergeln der Anhydritgruppe eingeschalteter Hornstein von oolithischer Structur. Seine Farbe ist braun- bis bläulichschwarz, öfters in's Hechtgraue sich ziehend und in den der Verwitterung ausgesetzt gewesenen Regionen hellgrau. Die Analyse [3], welche von Herrn G. Wagner, Assistenten am mineralog. Cabinet des Polytechnicums zu Carlsruhe ausgeführt wurde, ergab von reinen typischen Varietäten:

Kieselsäure	96,95 Proc.
Titansäure	1,53 „
Eisenoxyd	0,54 „
Organ. Subst.	geringe Mengen
Kalkerde	0,00 Proc.
	99,02 Proc.

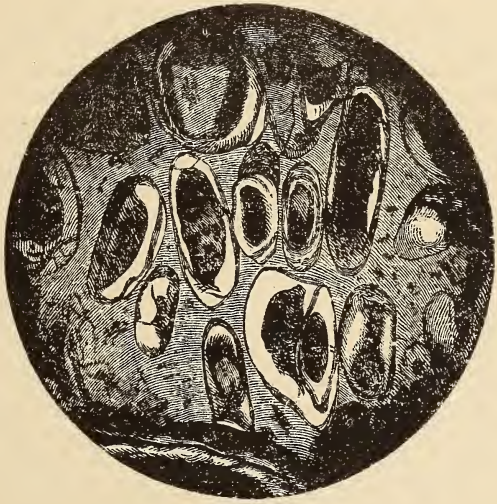
Die muschligen bis unebenen Bruchflächen lassen, mit der Lupe untersucht, häufig Partien bläulich durchscheinenden Chalcedons erkennen, auch helle matte Ringe, welche die Contouren der oolithischen Körner ausdrücken, während nicht selten wohl erhaltene Formen kleiner, bis 1 Linie langer, Conchylien, sowohl Gasteropoden, wie Bivalven aus jenen Flächen hervortreten. Diese erinnern an *Turbo helicites* oder *gregarius*, an *Turbinitis* und *Nucula gregaria* [4]. Die oolithischen Körner sind im Allgemeinen ziemlich von derselben Grösse; ½ bis 1 Millim. und machen z. Th. nämlich da, wo die Verwitterung sie freigelegt hat den Eindruck, als seien sie mehr oder minder gelungene Abgüsse des inneren Raumes jener Conchylien. Unter dem Mikroskope lassen sich ihre Formen, wie mir scheint, recht wohl als Durchschnitte der mannigfaltigsten Lage durch kleine Conchylien deuten. Fast alle sind von einer durchsichtigen farblosen Schale eingeschlossen, deren äussere Contouren durch einen feinen braunen bituminösen Rand gezeichnet sind, und welche einen ebenso gefärbten dunkeln Kern umgibt. Im polarisirten Lichte erkennt man die Substanz als Quarz, dessen Krystall-Individuen normal auf die Schalenflächen gestützt sind und in einer Naht der inneren Mittellinie jedes Schalenschnittes zusammenstossen. Ebenso sind Quarzindividuen nach aussen

---

[3] Die Kieselsäure wurde als Fluorsilicium verflüchtigt, die übrigen Bestandtheile wurden aus dem dabei bleibenden Rückstande bestimmt.

[4] Ph. Platz gibt die Arten: *Natica oolitica*, *Myalina vetusta*, *Gervillia costata*, beide sehr klein, und *Corbula gregaria* an. (Geologie des Pfinzthales, Beilage zum Programm des Realgymnasiums zu Carlsruhe, auch: Beitr. zur Statistik der innern Verwaltung des Grossh. Baden, p. 28.)

gerichtet, um die Zwischenräume der Körper auszufüllen. Dass Opalsubstanz mit der krystallinischen Kieselsäure gemengt darin vorkommt beweist der Umstand, dass ein Feinschliff dieses Hornsteins durch längeres Kochen mit Natronlauge matt weiss wurde, beim Präpariren mit Canadabalsam aber seine frühere Durchscheinheit gewann, und dass er an vielen Stellen mehr oder weniger weit durchlöchert erschien. Eine Gesetzlichkeit der Vertheilung beider Kieselsäuremodificationen habe ich nicht nachzuweisen vermocht, wenn auch die Muschelschalen stets krystallinisch sich erwiesen. Das beigefügte Bild von einem von mir gefertigten Schliff, ist



die Zeichnung nach einer Mikrophotographie, deren Aufnahme ich Herrn Professor Platz verdanke. Offenbar ist es demjenigen sehr ähnlich, welches H. Fischer in Fig. 11, Tafel II seiner „Kritischen mikroskopisch-mineralogischen Studien", II. Forts. darstellt und welches (nach p. 29 Anm.) dem Hornstein aus dem Muschelkalk von Wössingen entnommen ist.

II. Oolithbildung.

Man kann es auffallend finden, dass bei der grossen Verbreitung und Massenhaftigkeit, womit Gesteine von oolithischer Structur auftreten, sich die Ideen über die Ursachen ihrer Bildung noch sehr wenig consolidirt haben, wenigstens in einer Form, die bei den Männern der strengeren wissenschaftlichen Auffassung eine ungetheilte Zustimmung gefunden hätte. Wiewohl der Namen „Oolith" dem ursprünglichen ersten Eindrucke, als seien jene Gesteine aus der Versteinerung von Fischrogen hervorgegangen, angemessen und angenommen wurde und noch heute allgemein gebraucht wird, so dürfte es wohl noch wenige Geologen geben, welche der Meinung, dass mit diesem Bilde auch die Entwickelungsgeschichte des Gesteins ge-

löst sei, zugethan wären. Sucht man in der Literatur nach Aufklärung, so findet man theils gute Beschreibungen einzelner Vorkommnisse von hervorragender Deutlichkeit gewisser Structurformen, theils schüchterne Versuche, diese Structurformen auf bekannte Ursachen zurückzuführen. Macht man selbst den Versuch, sich aus der Natur Rath zu holen, so bemerkt man, eine wie anregende Wirkung die wenig gegliederten Kugeln oder Ellipsoide der concretionären Gesteins-Elemente auf die Phantasie ausüben, welche im Laufe der Zeit bestimmte Vorstellungen schafft, die in verklärter Gestalt bei jeder Untersuchung concreter Fälle ihre Dienste versagen.

Doch ist es immerhin denkbar, dass verschiedene Vorkommnisse von Oolithen eine ganz verschiedene Entstehungsweise haben, deren Endproducte in Bezug auf Structur und Gestaltung sehr ähnlich oder identisch, deren innere Bedeutung aber wesentlich verschieden sein kann. Dieser Gedanke ist schwer zu unterdrücken bei der Behauptung Quenstedt's, dass die Oolithkörner eine zu grosse Ähnlichkeit mit denen des Carlsbader Sprudelsteins hätten, als dass man ihre Entstehung kleinen Organismen zuschreiben möchte. Es hält ebenso schwer sich Mineralwasser zu denken, welche Körner von Mohn- bis Hirsekorn-Grösse in so grosser Menge produciren, dass der Grund von Oceanen damit bis zu grosser Mächtigkeit erfüllt wird, und ausserdem sagt eine concentrisch schalige Structur an sich keineswegs aus, dass sie aus einer Übereinanderlagerung von Substanz von einem gegebenen Centrum aus erfolgt sein müsse; die Ausfüllung von Blasenräumen in Melaphyren, Basalten etc. beweist, dass auch das Umgekehrte stattfinden kann, nämlich eine Incrustation vorhandener Wände mit einem schaligen Wachsthum von den peripherischen Regionen nach dem Centrum hinzu.

Ich habe manchen Oolith untersucht, sowohl mikroskopisch, als chemisch, mich aber nicht von der Meinung überzeugen können, dass ein centrales Sandkorn Veranlassung zur Überkrustung gegeben hätte. In Salzsäure gelöst, haben solche Oolithe keinen Quarzsand hinterlassen; wenn auch die centralen Regionen der Körner mit einer durchsichtigen Mineralsubstanz ausgefüllt waren, die sich gewöhnlich als Kalkspath auswies, der entweder ein Aggregat kleiner Individuen oder eine individualisirte Masse grösserer war, die ein oder mehrere Oolithkörner umfassten, zum festen Ganzen verkitteten und deren Inneres erfüllten. Solche Varietäten von Rogenstein fand ich ausgezeichnet bei Riegel am Kaiserstuhl. Die Körner sind meistens kugelige bis ellipsoidische Hohlräume mit durchaus krystallinischen und beiderseits, nach innen, wie nach aussen von Krystallspitzen rauhen Wänden umgeben, die man nicht selten, eine Art Axe im Inneren bildend, in sich gewickelt erkennen kann, etwa wie die Zahl 6. Auf dem Bruch erscheint daher das Gestein matt und porös, nur stellenweise von Kalkspathindividuen glänzend, welche die Oolithkörner vollständig in oben geschilderter Weise in sich aufnehmen. Auch Virlet d'Aoust ist der Ansicht, dass Oolithkörner durch Ausfüllung bereits vorhandener Hohlräume entstehen können. Er verallgemeinert sogar diese

Vorstellung, gestützt auf Beobachtungen, die Er an den Ufern eines mexicanischen See's anstellte, an denen Er Milliarden von Insecten ihre Eier in's Wasser legen sah, deren Häute, nach dem Ausschlüpfen der Maden, durch innere Incrustation zur Oolithbildung Veranlassung geben sollten.

Auf manche andere Weise noch hat man sich die Bildung der Oolithe klar zu machen gesucht, und die Erscheinungsweise der Oolithkörner muss doch wohl die Ursache davon gewesen sein, dass man in verschiedenen Fällen eine verschiedene Entwickelungsgeschichte damit verbinden konnte. Leopold v. Buch in seiner Beschreibung der canarischen Inseln hielt den Rogenstein für eine Bildung aus zerbrochenen, durch Wellenschlag abgerundeten Muschelfragmenten, welche durch Kalkabsatz aus warmem Meerwasser verfestigt worden sind und Ehrenberg meint, dass die Oolithkörner vieler Kalksteine von Foraminiferen abstammen, deren Schalen, wie die der Muscheln und Schnecken im Oolith, wie Schafhäutl bemerkt, überhaupt selten deutlich erhalten geblieben sind.

Im Neuen Jahrbuche für Mineralogie etc. 1873, H. 3, p. 303, theilt C. W. Gümbel seine Erfahrungen mit, die er an Dünnschliffen verschiedener Oolithe gemacht hat. Er theilt danach alle Oolithe in zwei Abtheilungen, nämlich 1) in solche, welche durch eine Incrustation von innen nach aussen, von einem gegebenen festen Körper aus, der ein Fragment von Organismen sein kann, entstanden, in Extoolithe und 2) in solche, deren Bildung eine blasenartige Hülle zu Grunde liegt, und in Folge dessen entweder hohle Oolithkörner, oder solche liefert, deren Inneres mit krystallinischer Masse später ausgefüllt wurde. Sie finden sich häufig bei Eisenoolithen und pflegen von bohnen-, walzen- oder tonnenförmigen Gestalten zu sein. Er nennt diese Entoolithe. Letztere noch weiter überrindet, also gewissermassen beide Formen der Oolithbildung verbunden, führt Er unter dem Namen Dimorphoolithe auf. Die Extoolithe sollen nach Art der Erbsensteine von Carlsbad entstanden sein, die Entoolithe aber nach Art gewisser Niederschläge als Blasen von Mohnform bis zu Erbsengrösse, erzeugt durch den Erguss unterirdischer, vielleicht sehr reicher Mineralwasser in's Meer.

Ich selbst habe kein Urtheil über die Naturgemässheit dieser Ideen von dem Auftreten grossartiger Mineralwasserquellen im Meeresgrunde, weil mir die Erfahrung darüber ebensowenig zur Seite steht als das chemische und physikalische Verständniss für derartige vorausgesetzte Erscheinungen. Dass aber blasenförmige Hohlräume, nämlich Luftblasen in kalkreichem Mineralwasser incrustirt werden, und zu Absätzen Veranlassung geben können, die mit Oolithbildungen Ähnlichkeit gewinnen, davon habe ich mich selbst überzeugt an den offenen Wasserleitungsgräben, die bei Nauheim in der Wetterau die Mineralwasser vom Sprudel nach dem Bassin für die Gradirwerke führen, und in denen Rasen von Algen unter der Wirkung des Sonnenlichtes Sauerstoffblasen abscheiden, die, gegen die Kohlensäure des Wassers diffundirend, dem Kalkcarbonat das Lösungsmittel entziehen und sich direct mit einer fortwachsenden kugelrunden eisenoxydhydratreichen Kalksteinschicht umhüllen. Der Boden des Grabens

wächst auf solche Weise in die Höhe, und beim Ausräumen desselben findet man Gelegenheit, ganze Lagen einer derartigen Oolithbildung oder gewissermassen von Anfängen derselben zu beobachten. Nach einem solchen Stande der Erkenntniss der Bildungsweise von Oolithen bleibt der Phantasie wie der Beobachtung noch ein weiter Spielraum und ein weites Feld der Thätigkeit offen.

Als ich mir einst ein Aquarium hergestellt hatte, in welchem die Pflanzen- und Thierwelt sich sehr gleichgewichtig entfaltet hatte, hatte ich häufig Gelegenheit zu bemerken, dass *Limnaeus*-Arten sich in grosser Menge fortpflanzten, Eier legten, welche auskamen und grosse Schaaren junger Brut erzeugten. Doch kamen von dieser Brut verhältnissmässig nur wenige Individuen auf und ihre leeren Schalen häuften sich auf dem Boden des Gefässes auf. Wahrscheinlich wurden sie durch kleine Wasserkäfer vernichtet. Unwillkührlich aber denkt man dabei an die Möglichkeit der Oolithbildung durch auf irgend eine Art, sei es durch Feinde oder durch ungünstige äussere Lebensbedingungen, zu Grunde gegangene Conchylienbrut, deren leere Schalen sich sammeln und aufhäufen und ihr Inneres wie Äusseres durch Kalkincrustationen ausfüllen und überkleiden. Eine solche Vorstellung kann man wenigstens in Bezug auf einige Oolithe, besonders auf die Hornsteinoolithe der Anhydritgruppe von Pforzheim und Durlach etc. hegen. Jedenfalls aber ist wohl die Vorstellung gestattet, dass jedem erwachsenen Individuum der massenhaft aufgehäuften Reste von Conchylien ein Äquivalent nicht aufgekommener Brut entspricht, welche möglicherweise zum Aufbau oolithischer Gesteinsvarietäten ihren Beitrag lieferten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1874

Band/Volume: 1874

Autor(en)/Author(s): Knop Adolph

Artikel/Article: Über Kieselsäure-Abscheidungen und Oolithbildung 281-288