

Ueber einen Kieseloolith aus Pennsylvanien.

Von Dr. W. Bergt.

(Mit Tafel IV.)

Gegen Ende des vorigen Jahres wurde dem Director des hiesigen K. Mineralogisch-geologischen Museums, Herrn Geh. Hofrath Dr. Geinitz, von Herrn George R. Wieland am State College in Pennsylvanien ein Gestein unter der Bezeichnung „Siliceous Oolite“ zugesendet, welches dem Verfasser zur genaueren Untersuchung überlassen worden ist.

Nach Barbour und Torrey*) kommt das Gestein $2\frac{1}{2}$ engl. Meilen NW. vom State College, Centre County in Pennsylvanien mit „flint“ vergesellschaftet als Gerölle vor, welche ein Gewicht bis zu 400 „pounds“ haben. Auch 15 Meilen nordwestlich von demselben Orte soll es auftreten. „Das vereinzelte Vorkommen und die verwitterte mit Eisenoxyd bedeckte Oberfläche mag es bisher den Augen der Forscher entzogen haben“.

Unter den zur Verfügung stehenden Handstücken können ohne Weiteres zwei äusserlich von einander verschiedene Arten erkannt werden: 1. ein dem Rogenstein ausserordentlich ähnliches Gestein, das aus ziemlich dicht gedrängten, einen Durchmesser von etwa $1\frac{1}{2}$ mm aufweisenden Kügelchen besteht; 2. eine feinerkörnige Art, deren Bestandtheile geringere Ausdehnung und nicht so regelmässige Kugelgestalt besitzen. Beiden kommt eine hellgraue Gesamtfarbe zu; die nämliche Härte und das gleiche spec. Gewicht von 2,63 deuten auf dieselbe Substanz, ein Glied der Quarzfamilie, hin. Wegen ihrer sonstigen abweichenden Eigenschaften seien sie getrennt betrachtet.

Die gröberkörnige Varietät wird, wie schon angedeutet, von ziemlich regelmässig gebildeten, annähernd gleich grossen Kügelchen zusammengesetzt, welche sich zuweilen aus ihrer Umgebung herauslösen lassen, auf verwitterter, gelb gefärbter Oberfläche hervortreten und derselben eine höckerige Beschaffenheit verleihen. An ihnen bemerkt man schon mit blossem Auge meist einen dunklen Kern, darum einen weissen Ring, bei Betrachtung des Schlifses im durchfallenden Lichte eine durchsichtige Mitte, umgeben von einer weissen undurchsichtigen Randzone. Das Mikroskop bietet nun Bilder, von denen einige schematisch, aber der Wirklichkeit möglichst entsprechend auf Tafel IV. dargestellt wurden.

Die Gestalt der Durchschnitte zeigt Kreis- (Fig. 1—8) oder Ellipsenform (Fig. 9—11) sehr häufig von einer Schärfe und Genauigkeit, wie sie

*) Eine kleine Abhandlung über denselben Gegenstand von E. H. Barbour und J. Torrey: „Notes on the microscopic structure of oolite“ im Am. Journ. of Science, New Haven, XL, 1890, 246—249, nach der Verfasser eigener Bemerkung nur eine vorläufige Mittheilung über diesen Kieseloolith, kam mir erst in letzter Stunde zu Gesicht. Sie schien aber die bereits angestellten Untersuchungen nicht überflüssig zu machen.

auf dem Papier mittels des Zirkels erreicht werden. Die Mitte hält ein im Durchschnitt nahezu kreisförmiges (Fig. 1) oder ein mehr oder weniger regelmässig abgerundetes, längliches, elliptisches Quarzkorn inne, das durch seine einheitliche Polarisation sich als ein abgerolltes Quarzindividuum zu erkennen giebt. Züge von winzigen, wie Staub erscheinenden Flüssigkeitseinschlüssen, einzelne grössere, mit Luftbläschen versehene gleiche Dinge, haarähnliche Striche (Rutilnadelchen), seltener kleine Mineralkryställchen, grüne Hornblende (?), scharf sechsseitige braune Glimmerblättchen sind Erscheinungen, wie man sie aus den Quarzen der älteren Eruptivgesteine, der krystallinischen und metamorphischen Schiefer kennt.

Im Allgemeinen scheint wohl eine Abhängigkeit der Gestalt des kugeligen Gebildes von der des centralen Quarzkornes zu bestehen, indem ein kreisförmiger Umriss auch ein kreisförmiges Quarzkorn, ein elliptischer gleicherweise ein längliches Centrum wahrnehmen lässt. Bei anders gestaltetem Mittelpunkt schliessen sich die äusseren Grenzen dem ersteren an, ähnlich Fig. 14.

In weiteren, durch Fig. 2 und 4 wiedergegebenen Fällen nimmt die Mitte ein zuckerkörniges, farbloses Quarzaggregat ein, dessen Individuen die Grösse von etwa 0,028—0,28 mm besitzen. An Einschlüssen bemerkt man bei starker Vergrösserung winzige Hohlräume mit Flüssigkeit und lebhaft sich bewegender Libelle. Hervorgehoben sei, dass das Aggregat keine Kataklas-, Zertrümmerungserscheinungen an sich trägt, sondern unverkennbar das Aussehen von ursprünglich gebildeten Körnern besitzt, welche sich gegenseitig in der Krystallisation gehindert haben. Am ehesten kann man es dem Quarz vergleichen, der sich als ausheilendes Mineral auf feinen Gesteinssprüngen vorfindet.

Die äusseren Grenzen dieses Aggregates sind annähernd ebenfalls kreisförmig (man denke sich immer im Durchschnitt ergänzt). Die peripherischen Körner ragen mehr oder weniger mit ihren Spitzen in die Ringzone hinein. Letztere erscheint im gewöhnlichen Lichte infolge eines braunen Eisenpigmentes äusserst fein gekörnelt und zuweilen, nicht immer, mit zarten concentrischen Ringsystemen kreisförmig oder elliptisch (Fig. 1—3, 6, 8, 9, 10) von derselben Farbe versehen. Die Ringe stehen dicht oder weit, häufen sich an manchen Stellen (Fig. 2), setzen aus (Fig. 6), können, wenn sie stark und dunkel sind, noch bei gekreuzten Nicols gesehen werden oder verschwinden, wenn sie zart und blass, im polarisirten Lichte. Es tritt dann der Untergrund ungestört in bläulich-weissen und dunkelblau-grauen Tönen als ein feinstkörniges Aggregat hervor, welches grosse Aehnlichkeit mit Feuerstein hat. Seine Elemente sind aber etwas grösser, etwa 0,005—0,01 mm (in der Zeichnung durch Punkte angedeutet). Es füllt den Raum gleichmässig aus und zeigt, dass die Ringsysteme nicht der Grundsubstanz, sondern dem Pigment angehören. Die feinstkörnige, eben erwähnte Substanz erscheint zuweilen auch als innerster Kern (Fig. 3) oder wie in Fig. 10 als unmittelbare Umgebung des Quarzkornes. Endlich tritt noch in manchen der Kugeln ein aus vorwiegend länglichen, mehr stengelartigen Quarzindividuen bestehende Zone auf; sie schiebt sich in Fig. 4 und 5 zwischen das gröber- und feinstkörnige Aggregat ein oder bildet wie in Fig. 8 fast die innerste Lage. Wir sehen, es herrscht grosse Structurmannigfaltigkeit. In Fig. 5 sind alle erwähnten Arten vereinigt, zu innerst ein grösseres Quarzkorn, dann ein gröberkörniges Aggregat, hierauf stengelicher Quarz und endlich

feinste Substanz. Sie mögen der Kürze wegen von aussen nach innen mit Zone *a*, *b*, *c* und *d* bezeichnet werden. Man ist versucht anzunehmen, jede Kugel bestehe aus ihnen und, wenn eine oder mehrere, *a* natürlich ausgenommen, fehlte, dann hätten wir es mit Schnitten zu thun, welche in geringerer oder grösserer Entfernung vom Mittelpunkt die Kugel trafen; ein Schnitt bei *a* bringe nur die Zone *a*, bei *b* Zone *a* und *b* u. s. w. zur Erscheinung. Thatsächlich treten uns im Mikroskop Kreise entgegen, denen eine oder mehrere Zonen fehlen. Sehr häufig besteht die ganze Fläche aus der feinkörnigen Substanz *a*. Fig. 4 enthält *a*, *b* und *c*. Diese Annahme mag theilweise richtig sein. Fig. 1, 2 und 3 lehren aber, dass nicht alle Kugeln die vier Zonen enthalten, dass sie ferner nicht die angegebene Reihenfolge bewahren. In Fig. 2 fehlt *b*, in Fig. 3 ebenfalls und es wiederholt sich *a* im Innern. Selten nur gesellt sich noch eine fünfte Structurform hinzu, eine feinfaserige, radialstrahlige Substanz, welche in Fig. 8 das Centrum und mit *c* abwechselnd Sectoren der mittleren Schicht bilden. An ihr bemerkt man, wenn auch in unvollkommener Weise und undeutlich Theile des Interferenzkreuzes, das sonst nirgends zur Beobachtung gelangt. Es ist Chalcedon; zwischen ihm und dem stengeligen Quarz bestehen Structurübergänge.

Eine Eigenthümlichkeit ist besonderer Erwähnung werth, dass nämlich die centralen einheitlichen Quarzkörner von dem grösseren Aggregat wie „angefressen“ erscheinen, indem die Elemente des letzteren in peripherischen Vertiefungen des ersteren wie eingedrückt stehen, eine Erscheinung, welche namentlich an den Feldspäthen von Ganggraniten, am häufigsten an den porphyrischen Orthoklasen granophyrischer Porphyre häufig vorkommt und auf einer magmatischen Resorption von Seiten der noch flüssigen Grundmasse beruht. Skelettartige, wie in Fig. 6 halbmondähnliche Formen erinnern lebhaft an die ebenfalls durch magmatische Resorption umgestalteten Porphy Quarze. In der letzterwähnten Figur glaubt man rechts oben die ehemaligen Grenzen des Quarzkornes durch kleine Reste noch angedeutet zu sehen.

Nicht immer sind die Kugeln so regelmässig und ungestört gebaut, wie sie auf der Tafel dargestellt wurden. Die äusseren Umrisse verlassen die scharfe Kreis- oder Ellipsenform; Auswüchse, Ausbuchtungen finden sich angesetzt und sind häufig verursacht durch eine excentrische Lage des Quarzkornes (Fig. 9). Die äusseren Schichten haben sich losgelöst, sind abgedrückt worden und nachträglich durch gröberkörnigen Quarz angekittet; zerbrochene Kugeln, deren Theile gegeneinander verschoben und „wieder angewachsen“: alles Dinge, die bei den Kalkoolithen*) ebenso vorkommen und da ausführliche Darstellung gefunden haben.

An die Zone *d*, welche stets die äusseren Theile bildet, schliesst sich häufig ein schmaler Ring von feinfaserigem Chalcedon (Fig 7). Die Grundmasse des Gesteins, das die Kugeln verbindende Cement gehört meist einem gröberkörnigen Quarz an, dessen Individuen drusenartig senkrecht zu der Peripherie der Kugeln und mit dem einen Ende nach dem Innern des Zwischenraumes stehen. Wie die „Küstenlinien den Meeresstrand“ (Barbour und Torrey) so umgeben oft jede einzelne Kugel wieder Pigmentringe, die sich zu zierlichen Figuren verbinden (Fig. 7), ähnlich denen, welche am Achat

*) Siehe u. A.: Gümbel, Arten der Oolithbildung. Neues Jahrb. f. Min. 1873, 303. — Loretz, Untersuch. über Kalke und Dolomite. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1878, 387–414; 1879, 756.

bekannt sind. Sonst entbehrt die „Grundmasse“ meist der verschleiern den braunen Substanz und erscheint als reiner Quarz. Kleine Anfänge zu Kugeln sehen wir in Fig. 7 oben rechts und links angedeutet.

Eine kleine Stelle an einem Handstück liess statt der Kugeln ebenso grosse und gestaltete Hohlräume erkennen. Die Kugeln schienen herausgelöst oder herausgebrochen. Die Höhlung kleidete feindrusiger Quarz aus, dessen winzige Krystallspitzen in den Innenraum hineinragten. Manche der Kugelräume nahm ihrem ganzen Durchmesser nach ein wohlausgebildeter, wasserklarer Bergkrystall ein. Im Mikroskop konnte man zwischen den leeren Kugeln volle erkennen, welche durchaus den oben beschriebenen gleichen.

Einen ganz anderen Anblick gewährt, wie schon die Vergleichung der Fig. 12—17 mit den vorhergehenden schwach erkennen lässt, die zweite Art des Kieseloolithes im Mikroskop. Die etwa in den Grenzen 0,2—1 mm schwankenden, letztere Grösse aber selten erreichenden runden Gebilde zeigen in Bezug auf äussere Gestalt die gleichen Eigenschaften wie die Elemente der grosskugeligen Varietät. Ein einheitliches abgerundetes Quarzkorn bildet meist den Kern (Fig. 12 und 13), aber das gröber- und feinstkörnige Aggregat tritt ausserordentlich zurück, dafür überwiegt bei Weitem der stengelige Quarz, dessen Individuen radialstrahlig gestellt und wie dort durch das braune Pigment verschleiert sind. Die Ringsysteme fehlen. Eine Art Schichtenstructur wird zuweilen dadurch hervorgerufen, dass mehrere Zonen von stengeligem Quarz sich ziemlich scharf gegen einander absetzen (Fig. 17). Weisse oder braunwolkige undurchsichtige amorphe Kieselsäure, wahrscheinlich Kieselsinter, welche in dem zuerst beschriebenen Oolith selten dem Auge sich darbietet, tritt hier viel häufiger auf als eine mittlere oder nach aussen abschliessende Zone (in Fig. 16 durch schwarze Ringe dargestellt). Eigenthümlich ist die aus grösseren „Bausteinen“ gewölbeartig zusammengesetzte mittlere Schicht in Fig. 15. Im Uebrigen erklären sich die Fig. 12—17 nach den vorausgegangenen Bemerkungen von selbst.

Die so gestalteten runden Elemente liegen recht dicht aneinander, so dass wenig Platz für die Zwischenmasse übrig bleibt. Letztere stellt ein mikroskopisch feinkörniges oder, wenn der Zwischenraum weiter ist ein gröberkörniges Quarzaggregat dar.

Einzelne abgerundete dunkle Partien wurden als Gesteinsbruchstücke gedeutet, ihre Bestimmung war wegen der dichten braunen Verhüllung unmöglich. Nur eines konnte als Quarzitschiefer mit langen gestreckten Quarzen angesprochen werden.

Chemisches. Die mikroskopische Untersuchung giebt schon ungefähr Auskunft über die chemische Zusammensetzung des Kieseloolithes; ein genaues Bild liefert natürlich nur die chemische Analyse. In der untenstehenden Uebersicht finden sich die Analysen von folgenden Gesteinen vergleichsweise zusammengestellt:

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| 1. Kieseloolith aus Pennsylvanien | } nach Barbour und Torrey; |
| 2. Einzelne Kugel aus demselben | |
| 3. Kieseloolith, 1. Art | } vom Verfasser; |
| 4. „ 2. Art | |
| 5. Verkieselter Oolith nach Knop. *) | |

*) A. Knop, Die Kieselsäureausscheidungen etc. N. J. f. Min. 1874, 281.

	1.	2.	3.	4.	5.
SiO ₂	95,83	99,99	98,72	98,26	96,95 %
Fe ₂ O ₃	2,93	0,01	0,54	0,62	0,54 "
Al ₂ O ₃					
TiO ₂	—	—	—	—	1,53 "
CaO	1,93	—	0,09	0,19	— "
MgO	Spur	—	—	—	— "
K ₂ O, Na ₂ O	—	—	0,26	0,28	— "
Glühverl.	—	—	0,34	0,54	— "
	100,69	100,00	99,95	99,89	99,02 %

Aus Analyse 1—4 geht hervor, dass der Kieseloolith ein sehr kiesel-säurereiches Gestein ist. Analysen 1 und 2 einerseits, 3 und 4 andererseits weichen nicht unwesentlich von einander ab, indem Nr. 1 fast 3 % weniger als 3 und 4, 2 dagegen über 4 % mehr SiO₂ als 1 angiebt. Fe₂O₃ + Al₂O₃ nimmt in 2, 3 und 4 in beträchtlich geringerer Menge Theil. Woher kommen bei der Nichtbeachtung des Unterschiedes im CaO-Gehalt diese Abweichungen, wenn man gleiches Untersuchungsmaterial voraussetzt? Der Verfasser glaubt in der Lage zu sein, die Erklärung zu geben. Bei Analyse 3 und 4 wurden zwei Arten des Aufschlusses angewendet, einmal mit kohle-sauren Alkalien und zweitens mit Flusssäure. Im ersten Falle ergab sich zunächst ein der 1. Analyse ähnlicher Gehalt von SiO₂. Löste man die erste Ausfällung von Fe₂O₃ + Al₂O₃, welche übrigens zum grössten Theil aus Fe₂O₃ besteht, um nochmals zu fällen, so blieb ein unlöslicher Rückstand von SiO₂, welcher zu Obigem addirt den Kieselsäureantheil bedeutend erhöhte und dem in Analyse 3 und 4 gleichbrachte. Er stimmte dann gut mit den Resultaten des Flusssäureaufschlusses überein. Der bedeutende Eisengehalt in Analyse 1 mag so auf Kosten der Kieselsäure erlangt sein. Ausserdem scheinen mir Analyse 1 und 2 in Bezug auf Fe₂O₃ + Al₂O₃ in Widerspruch mit dem mikroskopischen Befund zu stehen. Die Kugeln lassen sich nur aus der ersten Art unseres Oolithes herauslösen; es kann also nur diese in Betracht kommen. In ihr ist das Eisen weit mehr an die Kugeln mit den breiten braunen Ringzonen gebunden, während die ziemlich grobkörnige Zwischenmasse vorwiegend wasserhell ist oder wenig Pigment enthält. In Analyse 2 müssten wir demnach nicht nur nicht kleinere Zahlen für Fe₂O₃ erwarten, sondern vielmehr grössere.

Mag dem sein, wie ihm wolle, auch die Analyse bestätigt die Richtigkeit des Namens Kieseloolith, der aber in Anbetracht des Umstandes, dass wir vorwiegend Quarz darin haben, zum Unterschied von etwaigem Chalcedon- oder Opaloolith besser in Quarzoolith umzuändern wäre.

Der Glühverlust ist, wie zu erwarten, gering. Er muss wohl vorwiegend dem Wassergehalt, zu einem kleinen Theile etwa vorhandenem kohle-sauren Kalk, vielleicht auch geringer organischer Substanz zugeschrieben werden.

Auffallend ist das gänzliche Fehlen des Kalkes in Analyse 5 des verkieselten Kalkoolithes. Sollte hier auch ein primärer Kieseloolith angenommen werden können?

Um den Gehalt an amorpher Kieselsäure festzustellen, wurde das Gesteinspulver in Kalilauge von bestimmter Concentration eine Stunde gekocht. Die Ergebnisse, welche 7—10 % lösliche SiO₂ zeigten, waren je-

doch wenig übereinstimmend und befriedigend. Sie können ausserdem kein wahres Bild von der anwesenden Menge amorpher Kieselsäure geben, da nach Rammelsberg auch die äusserst feinkörnigen, kryptokrystallinen Quarzarten von HKÖ gelöst werden.

Litteratur. Wie es scheint, ist mit diesem Kieseloolith aus Pennsylvanien zum ersten Mal ein derartiges Gebilde bekannt geworden. Es gelang mir nicht, in der Litteratur die Erwähnung gleicher Dinge aufzufinden. Zwar kommen im Opal und Chalcedon oolithische, besser sphärolithische Bildungen vor; sie sind längst bekannt und beschrieben namentlich von Behrens, können aber doch keineswegs mit unserem Kieseloolith verglichen werden.

Aehnlicher scheint ein von H. Finckelstein*) erwähnter Hornsteinoolith zu sein. Nach ihm „liegt über den Schichten des braunen Jura ein gelblicher oder bräunlicher, zuweilen ins Graue spielender groboolithischer Kalk, welcher vollständig von Kieselsäure durchtränkt ist und grosse Hornsteinausscheidungen führt. Oft gleicht er petrographisch dem Oolith des mittleren Dogger, aber grössere Härte, ein besonderes Klingeln beim Anschlagen und der grosse Kieselsäuregehalt ermöglichen stets eine sichere Trennung“. Leider ist hieraus zu weiterer Vergleichung nichts zu ersehen.

Einen verkiesselten Oolith erwähnt ferner Knop aus der südwestdeutschen Trias im oberrheinischen Gebiete. Es ist ein Hornstein mit oolithischer Structur von brauner bis bräunlich schwarzer, öfters ins hechtgraue sich ziehender Farbe, welche in den der Verwitterung ausgesetzt gewesenen Regionen hellgrau wird. Die chemische Analyse wurde auf S. 119 mitgetheilt. Herrn Geheimrath Prof. Dr. Zirkel }verdanke ich folgende Notiz: „Wichmann beschreibt aus den Landschaften Rawas und Lebong in Mittel-Sumatra ein eigenthümliches, oolithisches Kieselgestein: die oolithähnlichen Körnchen besitzen einen Kern von Magnetit, welcher zunächst von einer Schale farblosen Quarzes umgeben ist, auf welche nach aussen eine breite Quarzschale folgt, die eine dunkle Substanz und einige kleine Magnetitkörnchen enthält.“

Behrens schildert in seinen ausführlichen „Mikroskopischen Untersuchungen über die Opale“**) Dinge, in denen man unserem Oolith recht Aehnliches zu erblicken glaubt. Sowohl radialstrahlige wie concentrischschalige Schichtenstructur kommt in den Opalen häufig vor. Freilich besitzen die Spärolithe meist geringe Ausdehnung. Behrens giebt solche an von 0,019–0,068 mm Durchmesser. Die Mitte des Streifensystems nimmt oft ein rundliches Gesteinsstückchen ein, bisweilen ein Luftbläschen. Wenn das Gesteinsstückchen von länglicher Form ist, so wird das zugehörige Streifensystem elliptisch oder oval, ja es kann vorkommen, dass sich um ein stark ausgezacktes Stückchen ein Complex von Systemen mit einspringenden Winkeln und mehreren Mittelpunkten bildet. Im Hyalit von Bohunitz haben die Streifensysteme einen Durchmesser von 1,94 – 1,12 mm. Im Perlsinter treten Kugeln und Knollen auf, die bis 1 cm Durchmesser haben und dem Gestein ein oolithisches Gefüge verleihen. Sie sind von nicht ganz regelmässig concentrisch-schaligem Bau, aus abwechselnd farblosen und weissen Lagen gebildet.

*) Der Laubenstein bei Hohen-Aschau. N. J. f. Min., Beil. Bd. VI, 59 ff.

**) Sitz.-Ber. d. Wiener Ak., mathem.-naturw. Kl., LXIV, 1871, 519–564.

Im hiesigen K. Mineralogisch-geologischen Museum fand sich ein kleines Stück eines aus dicht gedrängten, 2—3 mm grossen Kugeln bestehendes Gestein aus Sibirien mit der alten Bezeichnung: „Feuerstein?“. Es ist, wie das Mikroskop lehrt, durchaus amorphe Kieselsäure. Kugelige und elliptische Sphärolithen mit zierlichen concentrischen Ringen und im polarisirten Licht Interferenzkreuz zeigend.

Endlich stellte Herr W. Putscher, Dresden, aus seiner eigenen Sammlung in freundlicher Weise ein Chalcedongeschiebe von Ceylon und pisolithischen Quarz von Aegypten zur Verfügung, so dass von beiden Schiffe angefertigt werden konnten. Das Chalcedongeschiebe von Ceylon zeigte auf seiner glatten abgerollten Oberfläche ein unserem Oolith recht ähnliches Aussehen: scharf umrandete Kugeln mit weissen Rändern. Sie erwiesen sich im Mikroskop durchgehends als radialstrahlige Chalcedon-sphärolithen, welche durch körnigen Quarz verkittet werden.

Der pisolithische Quarz aus Aegypten ist im Jahre 1851 von Kenn-gott*) nach einem in der Sammlung des K. K. Hofmineraliencabinet's befindlichen Handstück einer Untersuchung unterzogen worden. Mit ihm stimmt nach Kenn-gott's Beschreibung der pisolithische Quarz des Herrn Putscher vollkommen überein. Letzteres ist ein durch Wasser abgerolltes, etwa 3 cm grosses höckeriges ziegelrothes Geschiebe von dicker Scheibenform, wie man solche in Flüssen antrifft. Auf der Oberfläche gewahrt man ringförmige Wülste, sogenannte Kieselringe, welche in der Mitte eine Vertiefung mit weissem Kern haben. Das Mikroskop zeigt radialstrahlige Chalcedonsphärolithen mit Interferenzkreuz und sphärolithen-ähnliche Krystallisationsgruppen von Quarz: um einen imaginären oder wirklichen Mittelpunkt in Gestalt seltener eines runden, mehr eines eckigen Quarzkornes sind nach allen Richtungen Quarzkrystalle angeschossen, die sich natürlich besonders seitlich gehindert haben. Den innersten Kranz setzen kleinere, kürzere Individuen zusammen, nach aussen werden sie immer länger. Die Zwischenräume, die jedoch hier sich structurell fast gar nicht abheben, werden von grobkörnigem Quarz ausgefüllt.

„Diese in ihrem Aussehen eigenthümliche Bildung“, sagt Kenn-gott, „lässt sich dadurch erklären, dass in einem kieselsäurehaltigen Fluidum sich um irgend welche gegebene Mittelkerne viele dergleichen Kugeln bildeten, dass dieselben niederfielen und mit einander durch ein quarziges Bindemittel verkittet wurden, welches nach und nach das Ganze zu einer grossen Masse umschloss, wie wir es in ähnlicher Weise bei dem Erbsenstein finden, bei welchem sich aber die Kalktheilchen schalig um die gegebenen Mittelkerne anlegen.“

Im Ganzen ist die Aehnlichkeit dieses geschilderten Quarzes mit unserem Kieseloolith recht gering, auch die Analogie mit dem Erbsenstein in der Bildung beschränkt sich nur auf die Ausscheidung im Wasser.

Entstehung. Die erste Frage, welche bei der Erörterung über die Bildung des Kieseloolithes zu beantworten nöthig erscheint, ist: Haben wir in ihm ein ursprüngliches Gestein vor uns oder nur das Umänderungsproduct eines anderen und dann welchen primären Gesteines?

*) Notiz über ein eigenthümliches Vorkommen des Quarzes, in Sitz.-Ber. d. K. Ak. d. Wiss., mathem.-naturw. Kl., IX, 605—707.

Es wurde oben ein verkieselter Kalkoolith erwähnt. Barbour und Torrey beschreiben einen Kalkoolith mit 2,10 % SiO_2 und 85,99 % CaCO_3 , einen Kieselkalkoolith*) (lime silica oolite) mit 3,70 % SiO_2 und 88,71 % CaCO_3 , einen Kalkkieseloolith (silica lime oolite) mit 56,50 % SiO_2 , 16,84 % CaCO_3 und 2,68 % MgCO_3 von Jowa river zusammen mit dem Kieseloolith von Pennsylvanien und sprechen die Möglichkeit und Vermuthung aus, dass die drei letzteren aus einem Kalkoolith durch Verkieselung entstanden sein könnten, ohne dass sie vorläufig auf eine Untersuchung dieses Punktes eingehen. Uebergangsformen, der chemischen Zusammensetzung nach, stehen mir nicht zur Verfügung. Das blosse Nebeneinandervorkommen von Kieselkalk- und Kalkkieseloolith, selbst in einem Handstück, ist zunächst noch kein Beweis für die nachträgliche Entwicklung des einen aus dem anderen. Es liesse sich ebensogut erklären durch eine Aenderung der Lösung, aus der sie ausgeschieden worden sind, ähnlich wie der Uebergang von Kieselkalken in Kalksandsteine und reine Sandsteine, der sich zuweilen in dem engen Raum eines Dünnschliffes vollzieht, auf die ursprünglichen Bildungsbedingungen zurückgeführt werden kann. Die von mir untersuchten Präparate des pennsylvanischen Kieseloolithes liessen nicht das kleinste Flitterchen Kalk erkennen und die chemische Analyse ergab nur 0,09 % CaO , auf CaCO_3 umgerechnet 0,16 %. Die mikroskopische Structur bietet auch nicht den geringsten Anhalt für obige Annahme. Jedoch soll die Möglichkeit nicht geleugnet werden. Eine zweite Annahme besässe nach dem Beobachteten mehr Wahrscheinlichkeit für sich, dass nämlich der fast reine Quarzoolith ein verquarzter sphärolithischer Chalcedon ist. Die einzeln versprengten Theile von radialstrahligem Chalcedon, welche oft unvermittelt neben dem Quarzaggregat auftreten, müssten als Ueberbleibsel des ursprünglichen Gesteines gelten. Merkwürdig und schwer erklärbar blieben ebenso wie bei der Verkieselung eines Kalkoolithes die regelmässige Zonenbildung. Die Unregelmässigkeiten brauchen nicht dem etwa ohne Rücksicht auf die vorhandenen Schichten und Zonen auskrystallisirenden Quarz zugeschoben zu werden; sie kommen ja auch in Kalkoolithen vor, deren Entstehung auf bewegtes Wasser zurückgeführt werden muss.

Sprechen wir den Kieseloolith, wie er vorliegt, als ein ursprüngliches Gestein an und betrachten wir chemische Zusammensetzung und Structur im Wesentlichen als eine solche, wie sie bei der Bildung entstanden ist, so giebt es nur, da ein eruptiver Ursprung ausgeschlossen erscheint, die Möglichkeit der Ausscheidung aus Wasser. Barbour und Torrey erwähnen organische Reste als Kerne, mir sind solche nicht zu Gesicht gekommen. Für die Annahme, dass die Kugeln verkieselte Organismen wären, fehlt jeglicher Anhalt in Gestalt von Structurresten. So bleibt nur eine dem Erbsenstein vollständig analoge Bildung übrig und ihr stehen keine Bedenken und Schwierigkeiten entgegen. Zwar ist das Lösungsvermögen des Wassers der Kieselsäure gegenüber sehr gering, indem es nach Bischof nur 0,0001 % seines Gewichtes SiO_2 aufzunehmen vermag. Aber der Gehalt an Kohlensäure, besonders kohlensaurer Alkalien, und höhere Temperatur vermögen die Löslichkeit der Kieselsäure bedeu-

*) Anm. Entgegen dem deutschen Sprachgebrauch bezeichnen sie den Kalkoolith mit SiO_2 als „lime silica oolite“ und den Kieseloolith mit Kalk „silica lime oolite“.

tend zu steigern. Die in den Enhydros eingeschlossene Flüssigkeit enthielt nach G ü m b e l*) 0,0032 % SiO_2 ; das ist mehr als das Dreissigfache der oben angegebenen Menge. Doch dieser Erörterung bedarf es gar nicht, sehen wir ja überall und allezeit die Ausscheidung von Kieselsäure als krystallisirte oder amorphe Form in beträchtlicher Menge vor sich gehen, auf Gesteinsklüften, aus Mineralquellen, namentlich in den bekannten heißen Quellen auf Island und Neuseeland. Ja von Fritsch**) hat die Bildung von Quarz im Meere durch Untersuchung einiger bei der Challengerfahrt gesammelten Meeresgrundproben wahrscheinlich gemacht. Auch Nordamerika, besonders die Rocky Mountains sind reich an heißen, Kieselsinter absetzenden Quellen, deren es dort gegen Tausend giebt, darunter 30 thätige Geysirs. Nach Peale***) kennt man in den Vereinigten Staaten jetzt 8843 Mineralquellen. Es ist daher keineswegs gewagt, wenn man an der Bildungsstätte des Kieseloolithes eine ehemalige heisse, geysirartige Quelle voraussetzt, wie dies z. B. auch Kornhubert†) und Krenner††) thun wegen des Vorkommens von Pisolith im Neubraer Comitatz, bez. bei Ofen.

Wie hat man sich nun die Bildung des Kieseloolithes im Einzelnen zu denken? Wie beim Karlsbader Erbsenstein und anderen ähnlichen Dingen muss hier eine kreisende, strudelnde Bewegung zur Erzeugung der runden Formen und concentrischen Schichten zu Hülfe genommen werden, wenigstens bei der grobkörnigen Varietät, und andererseits wegen der structurellen und zum Theil stofflichen Verschiedenheit der Schichten ein periodisches Verschiedensein der Bedingungen. Wie gestaltet freilich letztere sein müssen, um einmal einen gröberkörnigen, ein ander Mal stengeligen, dann einen äusserst feinkörnigen Quarz, Chalcedon oder amorphe Kieselsäure ausscheiden zu lassen, dazu reichen augenblicklich unsere minero- und petrogenetischen Kenntnisse und Erfahrungen ebenso wenig aus wie zur eingehenderen Erklärung z. B. der verschiedenen Grundmassenausbildungen der Porphyre, der mikrogranitischen, grano-, felse- und vitrophyrischen. Zweifellos spielen in unserem Falle chemische Zusammensetzung der Minerallösung, Temperatur, Schnelligkeit der Bewegung im Wasser eine Rolle, ebenso der Umstand, ob die Kieselsäureausscheidung in das Wasser hinein erfolgte oder an die Luft, d. h. ob die ausgeschiedene Kieselsäure noch weiter von Wasser umgeben war oder ob dasselbe schneller oder langsamer verdunsten konnte, ob also die Diagenese wirksam war oder nicht. Wir sehen, die Verhältnisse, die wirkenden Bedingungen sind zahlreich, noch mehr ihre Verbindungen und Verwickelungen. Thatsache scheint zu sein, dass aus körnigkrystallisirter Kieselsäure bestehende Oolithe sich nicht an der Luft, als oberflächlicher Quellenabsatz bilden. Denn der sogenannte Perlsinter besteht meist aus amorpher Kieselsäure und Chalcedon. Es liegt die Vermuthung nahe, dass der Boden einer heißen Quelle, der Grund des Beckens, in den sie

*) Enhydros Sitz.-Ber. der Münchener Ak., X, 1880, 245; u. Nachtrag zu den Enhydros. Ebenda, XI, 1881, 321.

**) K. v. Fritsch, Allgemeine Geologie. 1888, 248.

***) Mineral springs of the United States. Bull. U. St. geol. Survey, No. 32, 1886.

†) Pisolith aus dem Neubraer Comitatz. Sitz.-Ber. d. Ver. f. Naturw. Pressburg, IV, 49.

††) Ueber die pisolithische Structur des diluvialen Kalktuffes von Ofen. Jahrb. geol. Reichsanst. Wien, XIII, 1863, 462—65.

mündet, bedeckt ist mit Bildungen, welche unserem Kieseloolith ähnlich sind.

Auffallend erscheint, dass nur Quarz als Kern der Kugeln auftritt. Wenn derselbe, wie man annehmen muss, aus zertrümmerten, verwitterten Gesteinen stammt und in die Quelle hineingerathen ist, so sollte man auch bisweilen ein Feldspath- oder anderes widerstandsfähiges Mineralkorn erwarten. Wahrscheinlich wurden letztere von der heissen Mineralquelle gelöst, bemerkten wir doch selbst am Quarz geringere oder grössere Spuren des Angegriffenseins. Andererseits scheint aber auch die Zufuhr an Mineralsubstanzen, welche nicht Kieselsäure sind, bei manchen heissen Quellen gering zu sein. Nach Sandberger's Analyse vom Wasser des grossen Geysirs auf Island nimmt die Kieselsäure mit 0,5097 %, das ist also weit mehr als im Enhydrowasser, die erste Stelle ein. Darauf kommt als Höchstes 0,1939 % für Na_2CO_3 .

Ein in eine solche Quelle hineingerathenes, mehr oder weniger abgerolltes Quarzkorn wurde entweder theilweise aufgelöst, benagt oder es krystallisirte weiter: in vollkommen physikalischer Uebereinstimmung mit ihm setzte sich neue Quarzsubstanz an, so dass die Grenze zwischen beiden nur durch staubartige Ansätze an der Oberfläche des ursprünglichen Kornes noch erkannt werden kann (Fig. 11). Durch irgend welchen Umstand wurde dieses Weiterwachsen gestört, es bildete sich vielleicht in nicht allzusehr bewegtem Wasser grobkörniges, in schneller kreisender Lösung ein feinkörniges Aggregat und so fort. Man würde sich allzusehr auf das Gebiet der Speculation begeben, wollte man die Theorie der Bildung weiter ausführen.

Wie kommt aber in das Centrum mancher Kugeln ein grob- oder feinkörniges Aggregat? Diese Erscheinung könnte erklärt werden durch die weiteren nicht unwahrscheinlichen Annahmen: in der Quelle bildete sich an ruhigeren Stellen gröber-, an bewegteren feinerkörniges Aggregat. Sie wurden in die Bewegung hineingerissen oder an Orte mit anderen Bedingungen geführt und dienten als Krystallisationskerne.

Ein Beweis für die Bildung des gröberkörnigen Aggregates an ruhigeren Stellen, auf dem Boden, scheint mir in der Thatsache zu liegen, dass die die Kugeln verkittende Zwischenmasse meist aus grösseren Individuen besteht. Die Verbindung, Cementirung der Kugeln erfolgte natürlich am Boden, nachdem sie infolge ihrer Grösse und Schwere vom bewegten Wasser nicht mehr getragen, niedergefallen waren. Ferner kann ein Beweis für die Ausscheidung des feinkörnigen Aggregates an Stellen mit kräftigerer Bewegung darin gesehen werden, dass die äusserste Zone stets der zuletzt erwähnten Substanz angehört. Beim Ansatz des peripherischen Ringes war, um die grössere Kugel schwebend zu erhalten, eben eine stärkere treibende Kraft nöthig.

Bei der Bildung der zweiten Art unseres Kieseloolithes herrschte nicht der Wechsel der Bedingungen. Das Fehlen der Ringsysteme, der verschieden struirten Zonen deutet darauf hin, dass er nicht in lebhaft kreisendem Wasser entstand. Welcher Gestalt freilich die Verhältnisse gewesen sein mögen, die solche chalcedonartige radialstrahlige Quarzspärolithen erzeugten, die Frage vermögen wir nicht zu beantworten.

