

# **Ueber Staurolith.**

**Von Dr. A. von Lasaulx.**

(Mit Tafel V.)

---

*Separat-Abdruck aus dem III. Hefte d. Mineral. Mittheil. 1872  
gesammelt von Tschermak.*

# Ueber Staurolith.

Von Dr. A. von Lasaulx.

(Mit Tafel V.)

---

Schon die ältesten Analysen des Staurolith, die von Klaproth, Thomson, Colot-Descotils, Rosales und Lohmeyer herrühren, ergaben die auffallenden Schwankungen in der Zusammensetzung dieses Minerals, die auch durch die späteren Untersuchungen von Jacobson, Vanquelin, Marignac, Mitscherlich, Genth, Wislicenus, und besonders durch die trefflichen, eingehenden Arbeiten von Rammelsberg ihre vollkommene Bestätigung, aber noch nicht ihre endgültige Deutung fanden. Mit Recht sagt daher Rammelsberg in seiner neuesten Mittheilung „über den Staurolith und seine Beziehungen zum Andalusit und Topas“, dass die chemische Natur desselben bis jetzt ein noch ungelöstes Problem sei <sup>1)</sup>. Nachdem Mitscherlich und Kenngott zuerst für die Staurolithe des St. Gotthard und die der Bretagne es ausgesprochen hatten, dass das Eisen z. Th. als Oxydul vorhanden sein dürfte, hat Rammelsberg für eine ganze Reihe von Vorkommen dieses Minerals den Nachweis geliefert, dass in der That das Eisen grösstentheils als Oxydul vorhanden sei. Die Schwankungen in den analytischen Resultaten beschränkten sich nunmehr wesentlich auf den Gehalt an Kieselsäure und Thonerde. Die Kieselsäure steigt von 27·0—51·32%, die Thonerde variirt umgekehrt zwischen 54·42—34·3%, nach den in Dana's Mineralogy S. 389 mitgetheilten 28 Analysen. Die Schwankungen des Eisenoxyduls, der Magnesia, sind dagegen nur unbedeutend. Rammelsberg stützt sich zur Erklärung dieser schwankenden Zusammensetzung auf die Annahme, dass sich die Kieselsäure und Thonerde zum Theil vertreten, und ganz besonders spricht er diese Ansicht wieder in der oben angeführten Mittheilung aus, wo er den Nachweis liefert, dass Andalusit, Topas und Staurolith als isomorphe Substanzen

---

<sup>1)</sup> Zeitschr. deutsch. Geol. XXIV, 1. 87.

anzusehen seien. So kommt er dort zu dem Schlusse, dass Molecüle des Drittsilicates  $\text{AlSiO}_5$ , welches nach der Formenverwandtschaft mit Andalusit und Topas auch im Staurolith erwartet werden kann, und wofür eine Vertretung der Thonerde durch Eisenoxyd keine genügende Erklärung zu geben vermag, durch Molecüle von den Formeln:  $\text{R}^{\text{II}}\text{Si}_2\text{O}_5$ , nur  $\text{R}^{\text{II}}2\text{AlO}_3$  vertreten werden könnten. Hieraus lassen sich denn in der That annähernd die Verhältnisse der verschiedenen Staurolithanalysen berechnen. Ganz von der Hand weist Rammelsberg die Möglichkeit, dass die Schwankungen der Staurolithanalysen durch fremde Beimengungen oder durch Zersetzung zu erklären seien. Gerade darauf gehen nun die Untersuchungen von Lechartier hinaus. Dieser fand <sup>1)</sup> bei analytischer Untersuchung verschiedener Staurolithe, dass reine Krystalle durchaus selten seien. Unter dem Mikroskope erscheinen die Partikel des Mineralpulvers von verschiedener Art, neben rothbraunen Körnern kommen auch farblose vor, oft beide in einander verwachsen. Mit Flusssäure behandelt erscheint nach einigen Tagen das Pulver sehr verändert, die Krystalle sind schwammig, von Löchern und Canälen durchbohrt, und zerfallen leicht beim Zerreiben. Die kleinen übrig gebliebenen Körnchen sind der Staurolithmasse vom St. Gotthard ganz identisch, haben gleiche Dichte und gleiche Zusammensetzung. Stets ist nach Lechartier ein Gehalt an Titaneisen vorhanden; zudem verlieren nach ihm alle Varietäten in der Rothglühhitze  $1\frac{1}{2}$  — 2 Perc. HO. Er fand in der Zusammensetzung der von den fremdartigen Beimengungen gereinigten Staurolithmasse in sechs analytischen Proben, wenigstens in Bezug auf den Gehalt an Kieselsäure, Wasser und die Dichte nur ganz unbedeutende Abweichungen; für erstere 28·16—29·15 Perc.; der Gehalt an Thonerde ist nicht angegeben, ebenso wenig ein Versuch gemacht, dem Staurolith nunmehr eine Formel zu geben.

Jedenfalls erscheinen die Beobachtungen Lechartier's einer erneuerten Prüfung mit den Hilfsmitteln verbesserter mikroskopischer Untersuchung werth. Wenn auch die Beimengungen nicht allein die Erklärung der Schwankungen in der Zusammensetzung zu geben vermögen, so dürften doch, wenn die Lechartier'schen Angaben sich bestätigen, dieselben bei ferneren Betrachtungen über den Staurolith ernstliche Berücksichtigung verdienen. Vielleicht dürfte dann gleichzeitig die Ansicht Rammelsberg's sich etwas zwangloser anwenden lassen, als es bis jetzt möglich erschien.

In der That ergab die mikroskopische Untersuchung eines Staurolith führenden Gesteines auch uns das Resultat, dass dieses Mineral nicht frei sei von einem interponirten fremden Mineral, und veranlasste uns zu einer specielleren Untersuchung verschiedener Staurolithvorkommen. Besonders richtete sich dabei das Augenmerk auf die bekannten Vorkommen, die auch zu den Analysen gedient hatten. Es wurden zu Dünnschliffen verarbeitet: Krystalle von Stertzing und aus dem Pfitschthal in Tyrol, Krystalle aus dem Morbihan (Bretagne), von Winkelsdorf in Mähren, vom Monte Campione bei Faido und von Airola, endlich von Aberdeenshire in Schottland. So weit es anging, wurden von sämt-

<sup>1)</sup> Bull. Soc. chim. II, III, 375.

lichen Krystallen Quer- und Längsschliffe hergestellt. Ihre mikroskopischen Eigenthümlichkeiten mögen der Reihe nach hier beschrieben werden.

1. Staurolith aus dem Glimmerschiefer von Stertzing in Tyrol, über zollgrosse Krystalle, braunroth, mit äusserlich etwas zelliger Oberfläche. Schon mit der Loupe sind an den Dünnschliffen Einschlüsse von Granat und Quarz erkennbar, die fast im Centrum des Krystalls liegen. Fig. 2 stellt einen Schliff in natürlicher Grösse dar mit inneliegendem Granat und Quarz, um das Verhältniss der eingeschlossenen Masse zur Staurolithmasse zu zeigen. Unter dem Mikroskope zeigt sich, dass der mit braungelber Farbe durchscheinende Staurolith, der übrigens bei Anwendung des unteren Nicol einen sehr ausgesprochenen Dichroismus zeigt, von einer ganzen Menge grösserer und kleinerer porenartiger Einschlüsse erfüllt ist, die ein weisses durchsichtiges Mineral enthalten. Dadurch sieht die Masse an einigen Stellen vollkommen zersetzt oder schwammig aus. Viele der weissen Poren zeigen deutlich die Polarisationserscheinungen des Quarzes, so dass darüber kaum ein Zweifel herrschen kann, dass der Staurolith in seiner ganzen Masse von interpolirtem Quarz erfüllt ist. Die Form der Poren ist sehr verschieden; meist in die Länge gezogen, zeigen sie einen gewissen Parallelismus, den auch die kleinsten, oft dihexaëdrischen oder säulenförmigen Formen behalten; auch erscheinen stengelige, fasrige Poren.

Fig. I. versucht ein Bild zu geben von einer solchen grösseren Pore und der umgebenden Staurolithmasse bei gekreuzten Nicols; Fig 3 zeigt eine schwammige, von parallelen Poren erfüllte Partie des Staurolithes in weniger starker Vergrösserung. Ganz frei von Quarzeinschlüssen erscheint keine Stelle des Krystalls, nicht überall aber sind sie gleich häufig. Die Form derselben scheint sich oft einigermaßen den äusseren Umrissen eines Querschnittes anzuschmiegen, so dass lange, etwas bogenförmige, concentrisch gelagerte Quarzeinschlüsse vorkommen. Im Quarze erscheinen häufig kleine Krystalle von Quarz, dunkle Glimmerleistchen und Blättchen und die charakteristischen Flüssigkeitsporen, Poren mit Bläschen, deren Beweglichkeit hier leicht wahrnehmbar ist, verschiedenartige Krystalliten und endlich zahlreiche Körner und Aggregate von Magneteisen, die durch die ganze Staurolithmasse in mehr oder weniger dichten Haufen zerstreut liegen. Einige braune, schief sechs- oder vierseitige winzige Blättchen könnten für Brookit angesehen werden, der mehr verbreitet zu sein scheint, als man bis jetzt wusste; denn auch im Dichroit von Bodenmais haben wir ihn gefunden. Hier ist er schon in dem Titangehalte, den Lechartier fand, angedeutet. Ausser dem Quarz erscheint der Granat in den Dünnschliffen, im Innern weiss, am Rande braungelb durchscheinend. In ihm fallen besonders zahlreiche, schwarze, nadelförmige Einschlüsse auf, erst bei sehr starker Vergrösserung sichtbar, kleine helle Krystalliten, Magneteisen, Brookit und Quarzkörner. In der Staurolithmasse liegen noch zahlreiche schwarze Leisten und Lamellen von Glimmer, erst bei grosser Dünne braungrau durchscheinend, sehr stark dichroitisch mit Lichtabsorption; zahlreiche Magneteisenkörner und Partien eines braunen, anscheinend erdigen Verwitterungsproductes. Jedenfalls ist die Menge der Einschlüsse ganz entschieden derart, dass sie von ganz wesentlichem Einflusse auf die Ergebnisse einer Analyse

sein müssen. Eine ganz beträchtliche Erhöhung des  $\text{SiO}_2$  Gehaltes muss durch die Quarzporen bewirkt werden. Granat und Glimmer drücken dazu den Thonerdegehalt herunter, können mit dem Magneteisen an den kleinen Schwankungen im Eisengehalte und an der Magnesia Theil haben. Besonders wird der Granat auch auf das Verhältniss von Eisenoxydul und Oxyd nicht ohne Einfluss sein. Vorherrschend erscheint der Einfluss des Quarzes und ohne Bedenken würde man die Schwankungen an  $\text{SiO}_2$  wohl allein darauf zurückführen können.

Die Krystalle aus dem Pfitschthal, braunrothe Zwillinge aus dem Glimmerschiefer, erscheinen ihrer mikroskopischen Structur nach ganz übereinstimmend, jedoch ist in ihnen der Quarz, zwar in gleicher Form, aber weitaus seltener interponirt. Die übrigen Einlagerungen: Granat, Glimmer, Magnetit, sind gleichfalls vorhanden.

II. Staurolith von Morbihan; einer der bekannten Zwillinge diene zum Schliff. Sie zeigen eine etwas abweichende mikroskopische Structur. Der ganze Krystall erscheint durchaus feinzellig, alle Poren sind mit Quarz erfüllt, die Vertheilung ist ausserordentlich gleichmässig, an einigen Stellen hält die helle Quarz- und die gelbe Staurolithmasse sich fast das Gleichgewicht. Dass die Durchdringung mit Quarz eine secundäre ist, erst die Folge einer vorhergehenden Zersetzung und nachherigen Erfüllung mit  $\text{SiO}_2$ , scheint daraus gefolgert werden zu können, dass feine Adern von Quarz durch den Krystall hindurchsetzen und an einer Stelle deutlich ein Bruchstück von Staurolith einschliessen. Andere Adern sind mit Glimmerlamellen erfüllt, dicht verwachsene, regellos gestellte, braune Glimmerblätter, wie in Fig. 4 links angedeutet.

Die Quarzporen sind meist unregelmässig, jedoch kommen auch deutliche hexagonale und dihexaëdrische Querschnitte vor. Ziemlich reichlich erscheinen auch hier dunkle Glimmerleisten, Magnetit in Körnern, Krystallen und Aggregaten; Granat dagegen ist nicht vorhanden. Fig. 4 soll ein Bild eines Dünnschliffes dieser Staurolithmasse im polarisirten Lichte geben, wo der Staurolith in lebhaften Farben von braunroth zu tiefgrün wandelt, der Quarz entweder farblos oder in den bunten lebhaften Farben erscheint. Dass auch in diesem Falle die Beimengungen ganz wesentlich die Zusammensetzung alteriren müssen, kann nicht zweifelhaft sein.

Die Krystalle von Aberdeenshire in Schottland schliessen sich ihrer mikroskopischen Beschaffenheit nach ganz denen von Morbihan an. Auch sie sind mit kleineren und grösseren Quarzporen oft ebenfalls bis zu schwammartigem Aussehen erfüllt, daneben Glimmer und Magnetit, sowie braunrothe Brookit-Blättchen.

III. Schwarzer Staurolith von Winkelsdorf in Mähren. Auch in diesen Krystallen erscheint Quarz in ziemlicher Menge; er bildet feine, dünne Leisten oder auch stärkere Schnüre und grössere langgezogene, den Conturen eines Querschnittes entsprechend concentrisch gebogene Partien. Die kleineren Quarzleisten, oft wirkliche winzige Nadeln, sind durch die ganze Masse verbreitet und zeigen einen deutlichen Parallelismus. Schwarze, metallisch glänzende, nur in den dünnsten Lamellen braun durchscheinende längliche Stäbchen eines Glimmers zeigen gleichfalls diese parallele Stellung. Mit ihnen bewirken Anhäufungen von Magnetit

vorzüglich die schwarze Farbe der sonst gelb durchscheinenden Staurolithmasse. Wo die schwarzen Glimmerleisten und Magnetitkörner in den hellen Quarzschüden reichlicher auftreten, — und sie erscheinen meist in denselben überwiegend, — tritt durch ihre parallele Lagerung bedingt eine Art wellige, streifige Structur der Quarzeinlagerung hervor, die an einen lagenweisen Absatz derselben denken lässt. Zahlreich durch die ganze Masse zerstreut liegen grössere, meist aber kleinere Blättchen des braunen Glimmers, die regelmässige, lang gezogene Hexagone, deutliche lamellare Spaltbarkeit, Dichroismus mit starker Lichtabsorption zeigen. Ein annäherndes Bild der geschilderten Verhältnisse sollen die Fig. 5 u. 6 geben. In den vorliegenden Krystallen ist keine Stelle frei von Einschlüssen; überall erscheinen entweder die winzigen Quarz-, Glimmer-Magnetitleisten oder grössere Quarzeinlagerungen, ebenfalls mit reichem Gehalt an Glimmer. Die Menge der Einschlüsse ist auch hier jedenfalls bedeutend genug, um nicht unerhebliche Schwankungen in der Zusammensetzung zu erklären.

IV. Schöne rothbraune durchsichtige Krystalle von Faido, etwa 15 Mm. lang, 4 Mm. breit. In verschiedenen Dünnschliffen dieser Krystalle zeigen sich kaum Spuren von Einschlüssen; sie bestehen aus einfacher, lichtbraun durchscheinender Masse. Nur winzige Poren scheinen die ersten Anfänge einer Zersetzung anzudeuten und ausserdem sind zahlreiche Poren mit Bläschen vorhanden. Eine Analyse dieser Staurolithe darf wohl ein reines Resultat ergeben. Die Krystalle aus dem Paragonitschiefer von Airolo, gleichfalls braun und durchsichtig, zeigen verschiedene Uebergänge von solchen, die fast frei sind von irgend welchen Beimengungen, bis zu solchen, die durchaus davon erfüllt sind. Einige Dünnschliffe dieser Staurolithe zeigen die eigenthümliche Durchwachsung zweier Mineralsubstanzen, wie wir sie in dem Staurolith von Stertzing fanden. Die Staurolithmasse erscheint wie ein Schwamm zersetzt und die Poren sind mit Quarz erfüllt, dessen Polarisationserscheinungen sich deutlich erkennen lassen. Schon mit der Loupe erkennt man an diesen Schliffen eine streifige Structur, gelbe Streifen von Staurolithmasse wechseln mit den hellen farblosen Quarzeinlagerungen. Ausser diesen sind in den Staurolithen von Airolo noch Cyanite, Granate, kleine, für Epidot angesehene Prismen, viele schmale Leisten und Blättchen schwarzen Glimmers und endlich zahlreiche kleine Krystalliten, die auch im ganzen Gestein zerstreut liegen, vorhanden. Kleine mikroskopische Krystalle von Staurolith, deutlich kenntlich an der kreuzförmigen stengligen Durchwachsung zweier Individuen, sind so durchaus mit den kleinen Krystalliten erfüllt, dass sie, obson von lichter Farbe, nur an den Rändern durchsichtig erscheinen. Also auch in diesen Schliffen eine wechselnde Menge von fremdartigen Einlagerungen, in einigen vollkommen bedeutend genug, die analytischen Ergebnisse zu alteriren.

Die mikroskopischen Ergebnisse lassen sich in Kürze dahin verallgemeinern: Alle Staurolithe werden mehr oder weniger von Einschlüssen verunreinigt, die ein Erkennen ihrer analytischen Zusammensetzung erschweren. Mit der mikroskopischen Untersuchung muss daher die Analyse vereinigt werden. Nur solche Staurolithe werden die wirkliche Constitution dieses Minerals ergeben, die sich im Mikroskope als frei von Beimengungen gezeigt haben. Daher zeigen schon die vorliegenden

Analysen <sup>1)</sup> der Krystalle vom St. Gotthard, die sich im Mikroskope als die reinsten erkennen lassen, nur ganz geringe Schwankungen ihres Kieselsäuregehaltes. Von dem oben im Schlicke untersuchten, von Einschlüssen ganz freien Staurolithe vom Monte Campione (von dort stammen wohl die meisten der sogenannten St. Gotthardter) wurde ganz nach den Angaben Rammelsberg's eine Analyse ausgeführt, die das folgende Resultat ergab.

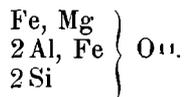
Specifisches Gewicht = 3.71.

	O	
SiO <sub>2</sub>	= 29.81 : 15.89	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 48.26 : 22.48	} 24.07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	= 5.31 : 1.59	
FeO	= 12.03 : 2.67	} 3.96
MgO	= 3.25 : 1.29	
HO	= 0.86	
	99.52	

Daraus ergibt sich das Sauerstoffverhältniss :



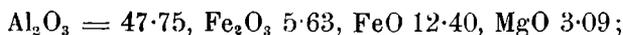
und hiernach dürfte dem analysirten Staurolith die Formel zukommen :



Wenn wir nun also annehmen, dass Thonerde und Eisenoxyd, Eisenoxydul und Magnesia sich hierbei gegenseitig vertreten und dabei berücksichtigen, dass zudem Schwankungen im Gehalt an Eisenoxyd und Eisenoxydul durch Beimengungen von Magneteisen und Granat, im Gehalt an Magnesia durch beigemengten Magnesiaglimmer, im Gehalt an Thonerde durch Cyanit zu erklären sind, die in der That im Staurolith interponirt vorkommen, so werden die Analysen mit höherem Kieselsäuregehalt, wenn sie auf den der obigen Formel entsprechenden Gehalt an Kieselsäure umgerechnet werden, sich dann der angenommenen Formel wenigstens einigermassen fügen und können geringe Abweichungen durch die genannten Beimengungen gedeutet werden. Denn weitaus als vorherrschend hat auch im Mikroskope sich interponirter Quarz gezeigt. Berechnen wir z. B. eine der von Rammelsberg ausgeführten Analysen eines St. Gotthardter Stauroliths (in Dana Nr. 9) mit:

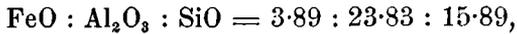


auf einen Kieselsäuregehalt von 29.81 Perc., so erhalten wir :

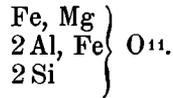


<sup>1)</sup> Siehe Dana, Mineralogy I. c.

daraus erhalten wir die Sauerstoffzahlen:



welche wieder auf das Verhältniss: 1 : 6.0 : 3.9 hinführen, also ganz nahe 1 : 6 : 4 wieder entsprechend der obigen Formel:



In ganz gleicher Weise berechnen sich weiter die Analysen eines Bretagner Stauroliths, die des Stauroliths von Pitkaranta, sowie des von St. Radegund <sup>1)</sup> nach den Analysen von Rammelsberg und Maly, und werden sich wohl mit geringen Abweichungen auch noch weitere Analysen berechnen lassen. Wenn hierin noch ein indirecter Beweis für die Richtigkeit der Deutung der im Mikroskope erkannten Beimengungen liegt, so darf dann wohl die obige Formel überhaupt als der Ausdruck der Zusammensetzung des Staurolithes angesehen werden. Zur Erklärung des schwer auszutreibenden Wassergehaltes, den Lechartier in den meisten Staurolithen fand, dürften wohl die im Mikroskope erkannten Flüssigkeitssparten im Quarz und im Staurolith selbst dienen; die ebenfalls von Lechartier nachgewiesene Titansäure hat in beigemengtem Brookit ihren Grund.

Die ganze Erklärung für die schwankenden Resultate der analytischen Untersuchungen dieses Minerals ist also in den Beimengungen zu suchen. Als sich vertretende Bestandtheile hat man dann nur Thonerde und Eisenoxyd einerseits, Eisenoxydul und Magnesia (zuweilen MnO) und ist nicht gezwungen, zu unbewiesenen und zum Theil sehr complicirten Vertretungsverhältnissen seine Zuflucht zu nehmen, die zudem noch dadurch ihren Werth verlieren, als nun einmal die fremden Beimengungen im Staurolith vorhanden sind und auch bei diesen Berechnungen durchaus nicht vernachlässigt werden dürfen, ohne die Richtigkeit der zur Erklärung angewandten Combinationen von vorne herein zu alteriren. Eine weitere analytische Prüfung von Staurolithen, deren Substanz als mikroskopisch rein erkannt ist und die nur dann überhaupt Werth hat, wenn das Mikroskop in diesem Sinne entschieden hat, dürfte das hier gegebene Resultat bestätigen, und so das Problem der chemischen Natur des Staurolithes als gelöst angesehen werden.

<sup>1)</sup> Von der im LVII Bd. der Sitzungsab. der kais. Akad. d. Wissensch. Jahr 1868 Aprilheft enthaltenen Mittheilung über den Staurolith von St. Radegund von Karl Peters und R. Maly war mir, als meine Arbeit niedergeschrieben wurde, nur das analyt. Resultat, nicht die Details bekannt. Um so weniger will ich versäumen, noch nachträglich hier zur Vergleichung der interessanten in jener Mittheilung enthaltenen Einzelheiten aufzufordern. Auch in den dort beschriebenen und untersuchten Staurolithen von St. Radegund und Offenbanya finden sich Einlagerungen von Quarz, opalartige Masse sowie zahlreiche Wasserporen. Von dem Staurolith aus der Bretagne und aus New Hampshire wird ebenfalls erwähnt, dass er nicht homogen, sondern mit inneren Kieselabscheidungen versehen sei. Jene Angaben scheinen sich daher mit den vorliegenden trefflich zu ergänzen; das von Maly zur Analyse verwendete Material war nur wenig unrein, immerhin aber enthielt es nicht zum Staurolith gehörige Kieselsäure.

Ob die Beziehungen zwischen Staurolith, Andalusit und Topas dennoch bestehen bleiben können, darüber kann wohl erst entschieden werden, wenn auch die analytischen Ergebnisse vorzüglich der Andalusituntersuchungen einer kritischen Probe durch das Mikroskop unterworfen worden sind. Dass auch da Beimengungen von Einfluss auf die Analysen sind, ist für beide Mineralien wohl anzunehmen.

Fig. 1.



Fig. 3.

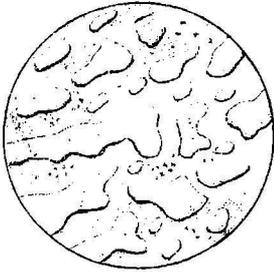


Fig. 2.



Fig. 4.

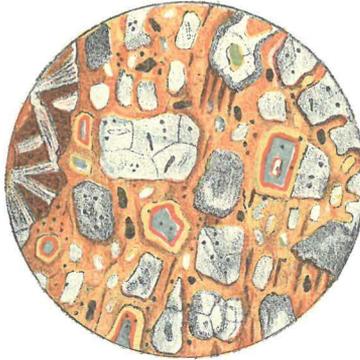


Fig. 5.



Fig. 6.

