

## XXIII. Beiträge zur Kenntniss des Associationskreises der Magnesiasilicate.

Paragenetische Studien im Serpentinegebiete des südlichen Böhmerwaldes.

Von

**A. Schrauf** in Wien.

(Hierzu Taf. VII.)

---

Ich habe während der Jahre 1878—1880 mehrere Excursionen in das Serpentinegebiet des südlichen Böhmerwaldes gemacht, um mich über den Verlauf der Umwandlung und Zersetzung der Magnesiasilicate und über deren Associationskreis zu informiren. Die gewonnenen Resultate glaube ich mittheilen zu dürfen, da sie nicht allein auf Beobachtungen im Felde, sondern auch auf der chemischen Prüfung der wichtigsten Belegstücke basiren.

Das untersuchte Gebiet liegt südwestlich von Budweis, circa drei Wegstunden von dieser Stadt entfernt. Es umrandet vom Norden her das Massiv des Böhmerwaldes, welches sich hier in unmittelbarer Nachbarschaft zum 4100 m hohen Granulitgebirge Schöninger (Plansker Wald) erhebt. Nach dem kleinen Postdorfe Křemže, welches direct auf mächtigen Serpentin-felsen erbaut ist, kann man dieses specielle Terrain die Serpentinmulde von Křemže nennen. Im Süden bildet der Granulit des Schöninger die Grenze für dieses Serpentinmassiv, gegen Norden schliessen sich an dasselbe Enstatit und Granatfels\*) an, welche wieder von Granulit, Gneiss und Granit umrandet werden (Fig. 1).

Die in diesem Terrain auftretenden Magnesiasilicatmassen bedecken einen Flächenraum von einer halben Quadratmeile. Bei dem Orte Křemže

---

\*) Die von mir beigelegte schematische Figur 1 ergänzt die geologische Specialkarte Blatt 34 (Budweis und Krumau) von Böhmen, herausgegeben, mit Zugrundelegung der Beobachtungen Hochstetter's, von der geologischen Reichsanstalt Wien. Auf Blatt 34 sind die horizontalen Contouren des Serpentinegebietes markirt.

hat der Berlaubach den Serpentin durchnagt, und ein Erosionsthal gebildet, dessen nördlicher Steilrand, auf ihm liegt das genannte Dorf, um 30 m höher ist, als das flache, mit Alluvialschutt bedeckte südliche Ufer. Hier ist der massige Serpentin in der Form von steilen, nackten Klippen blossgelegt, welche einen Einblick in dessen Bau und Mächtigkeit gestatten. Fernere Aufschlüsse bieten die trockenen Wasserrisse, welche vom Schöninger abwärts ziehen und als kleine Erosionsthäler von 5—10 m Breite und 5—6 m Tiefe zu betrachten sind. Sie führen nur bei Regenwetter Wasser, welches sie über die sonst ganz flachen Gehänge des Schöningers dem Berlaubache zuleiten. Ihr Localname ist »Racheln«. An den Wänden derselben findet man gelegentlich die Ausbisse der zersetzten Magnesiasilicate. Im übrigen Terrain sind nur wenige brauchbare Aufschlüsse vorhanden; entweder bedeckt Wald und Cultur, oder Gerölle und Serpentin-schutt den Boden.

Das Vorkommen von Magnesiasilicaten inmitten der laurentinischen Gneissformation des südlichen Böhmerwaldes ist schon seit längerer Zeit bekannt. Bereits Z i p p e führt in »S o m m e r's Böhmen« die Serpentine von Šr̄nin, Goldenkron und Křemže an. In neuerer Zeit (1873) sind von H e l m h a c k e r und K r e j c i noch mehrere Serpentinausbisse in weiterem Umkreise entdeckt worden; doch bemerkt hierüber H e l m h a c k e r ganz richtig, dass solche Beobachtungen vorläufig nur topographisch-geognostisches Interesse darbieten.

Das Gebiet der Serpentinmulde von Křemže hat H o c h s t e t t e r \*) 1854 ausführlich geschildert. Man muss das Gebiet selbst durchwandert haben, um diese Arbeit vollkommen würdigen zu können. Nicht blos die Lageverhältnisse fanden Berücksichtigung, auch die Associationen und Umwandlungen der Mineralien wurden angegeben, insoweit diese der Geologe im Felde studiren kann. Dass seit 27 Jahren auf geognostischem wie auf mineralogischem Gebiete sich viele Ansichten geändert haben, dass der genannte Autor sicher einzelne der damals aufgestellten Hypothesen heute selbst nicht mehr aufrecht hält, alles dies ändert nicht die Exactität seiner directen Beobachtungen.

Aus den Schilderungen H o c h s t e t t e r's hebe ich einige charakteristische Stellen hervor (l. c. S. 31): »Oestlich von Mřiz wechseln Gneisse mehrmals mit Serpentin, granatreichen Hornblendegesteinen, mit Eklogit, grobkörnigem Granit, meist alles mit Tertiärgerölle bedeckt. Bei der Hollubauer Mühle ist der Serpentin reich an porphyrtig eingewachsenen Granaten, die bei der Verwitterung warzenartig hervorstehen. Sehr häufig sind diese Granaten umgeben von einer Schicht eines röthlich-braunen Minerals. Wie bei Šr̄nin treten auch hier die Serpentinmineralien: Magnesit, Chalce-

\*) Jahrbuch der geol. Reichsanstalt 5, 40.

don, Opal, Hornstein auf, theils noch in ihren natürlichen Lagerungsverhältnissen am Orte ihrer Entstehung auf Gängen und Klüften, theils abgerollt. Chlorit, Talk, Speckstein finden sich im ganz zersetzten Serpentin, so dass sie aus schon fertigem Serpentin gebildet sein sollen. Opal, Chalcedon, Hornstein sind hier nicht beim Entstehen des Serpentin gebildet, sondern mit Magnesit und Brauneisen bei seinem Vergehen. Serpentin bildet sich hauptsächlich an der Grenze zwischen Granulit und Hornblendegesteinen aus letzteren durch einsickerndes Wasser.«

Diese wenigen Zeilen deuten genügend an, dass bereits Hochstetter in diesem Terrain zahlreiche Umwandlungen der Mineralien beobachtete. Sie dienen ferner zum Beweise für die Mannigfaltigkeit der einbrechenden Mineralien, wenn auch die angegebenen Namen mancher Correctur bedürfen.

Ich beabsichtige bei der Aufzählung der Mineralassociationen eine Reihenfolge einzuhalten, welche sich den directen Beobachtungen im Felde anschmiegt. Ich setze dabei voraus, man nähere sich unserem Terrain von Norden (Budweis) her. Es folgen dann aufeinander: 1) Almandin — Diallag. 2) Enstatit — Bronzit — Omphacit. 3) Olivin — Bronzit — Pyrop — Serpentin mit seinen zahlreichen Umwandlungen und Neubildungen.

Ueber den von Hochstetter\*) beim Fundorte Mřiz beobachteten Dioritporphyr, welchen ich südöstlich hiervon bei Trisau fand, wird einer meiner Schüler seinerzeit referiren.

## I. Erste Zone: Almandin — Diallag.

Diese Zone ist am Nordrande der Serpentinmulde, in der Umgebung von Prabsch entwickelt. Sie wird westlich vom Eklogit, südlich vom Serpentin begrenzt. Das Gestein\*\*) dieser äussersten Zone kann man Almandinfels nennen. Seine constituirenden Bestandtheile sind Almandin und Diallag. Untergeordnet aber nie fehlend sind kleine Individuen von Hornblende und Opacit ( $Fe_3 O_4$  ?). Als accessorische Begleiter, die in einzelnen Dünnschliffen erkennbar sind, kann man die sehr selten und sporadisch auftretenden Olivinkörner bezeichnen. Plagioklas fehlt; sowie überhaupt nur einige wenige Striemchen als Feldspath gedeutet werden können.

1) Der Granat dieser Felsart ist wahrer Almandin. Die Analyse ergab mir:

Volumgewicht = 4,156.

\*) Hochstetter, Jahrbuch der geol. Reichsanstalt 1854, S. 33.

\*\*) Die sächsischen granatreichen Diallaggranulite unterscheiden sich hiervon durch das Vorherrschen des Feldspathes, sowie durch die total verschiedene Facies der Entwicklung ihrer Bestandtheile: Granat und Diallag.

	Beobachtet :	Berechnet :	Atomverhältniss *) :
$Si O_2 =$	40,96%	40,073%	36
$Al_2 O_3$	25,57	26,755	14 } 18
$Fe_2 O_3$	12,46	11,873	4 } 18
$Fe O$	11,07	10,687	8 } 18
$Mn O$	5,11	5,269	4 } 18
$Ca O$	3,26	3,117	3 } 18
$Mg O$	1,93	2,226	3 } 18
	<hr/> 400,36	<hr/> 400,000	

2) Dieser Almandin ist mit thonerdereichem lichtgrünem Augit associirt und hierdurch entsteht eine eigenthümliche Varietät des Granatfels. Aus dem Diallag bestehen die Maschen des Netzes, worin die einzelnen Granatkörner liegen. Die Structur der Handstücke (M. Nr. 24244) ist deshalb im wesentlichen vergleichbar mit jener der Pallasite, welche ein ähnliches Miteinandervorkommen von Olivin und Eisen zeigen. Meist ist Granat und Diallag in gleichen Quantitäten gemengt, seltener sind Parteeen, in welchen grössere Anhäufungen von Granat vorkommen, oder wo nur Almandinfreier Diallag auftritt (M. Nr. 6845).

Die augitische Grundmasse ist feinfaserig bis kryptokrystallinisch, ziemlich homogen, ohne deutlich entwickelte Zwillingsbildung, von graugrüner Farbe, nicht dichroitisch. Beim Zerkleinern spaltet sich die Masse gelegentlich in winzige, unregelmässig säulenförmige Fragmente, von 1 bis 2 mm Länge, an denen sich die unebenen Spaltflächen (100)(010)(110) bestimmen lassen.  $\infty P = 92^\circ$  gemessen. Diese Säulchen sind parallel den Kanten gestreift und zeigen Veranlagung zu theils faseriger, theils plattiger Textur. Die Auslöschungsschiefe beträgt  $39^\circ$ . Die lamellare Zusammensetzung nach (100), welche die echten Diallage charakterisirt, ist nicht vorherrschend. Ich habe trotzdem diesen Namen anstatt des vielleicht passenderen Namen Augit gewählt. Es geschah aus Connivenz gegen frühere Autoren, welche bei dieser Sippe von Felsarten den Namen Diallag gebrauchten\*\*).

An einzelnen Exemplaren zeigt sich eine Entwicklung, welche an Gangausfüllungen erinnert. Es sind die einzelnen Granatkörner Structurcentra und von einer 1—2 mm breiten Rinde sehr feinfaserigen Diallags umgeben, dessen divergentstrahlige Fasern sich gegen die Mitte des Zwischenraums öffnen. So erscheint dann der Zwischenraum zwischen den einzelnen Granatkörnern (vergl. Fig. 2) symmetrisch von rechts und links her mit

\*) Die zweierwerthigen Basen binden hier nur  $\frac{1}{4}$  der gesammten  $Si O_2$ -Menge (vergl. S. 360).

\*\*\*) Vergl. Dölter, Tscherm. min. u. petrogr. Mitth. 1879, S. 496: »— Man kann Diallag von Thonerde-Augit nicht trennen etc.«

Diallagfaserbündeln erfüllt (Präparat Nr. 248). Manchmal vereinen sich die von beiden Seiten kommenden Diallagstrahlen in der Mitte zu einem wirren Filze; ist der Zwischenraum grösser, so stellen sich in der Mitte theils grössere Individuen von Diallag, theils Opacite ein.

Die Analyse von krystallinischen Partieen dieses Diallags vom Fundorte Prabsch ergab mir:

Volumgewicht = 3,359.

Beobachtet:	Berechnet:
$SiO_2 = 51,45\%$	$52 SiO_2 = 51,862\%$
$Al_2O_3 \quad 6,55$	$4 Al_2O_3 \quad 6,848$
$Fe_2O_3 \quad 3,17$	$1 Fe_2O_3 \quad 2,660$
$FeO \quad 3,72$	$3 FeO \quad 3,590$
$CaO \quad 18,77$	$20 CaO \quad 18,617$
$MgO \quad 14,94$	$22 MgO \quad 14,628$
Glühverlust $1,39$	$6 aq \quad 1,795$
$99,99$	$100,000$

3) Den dritten constituirenden Bestandtheil dieses Gesteins bildet ein schwarzes, faseriges, seiden- bis pechglänzendes Mineral aus der Sippe der Hornblende. Doch ist die Quantität dieses Bestandtheiles fast verschwindend gegen die der beiden erstgenannten und beträgt nur circa 5% der Totalsubstanz, welche in überwiegender Menge aus 60% Almandin und 35% Diallag besteht. Da ferner die genannten drei Mineralien innigst mit einander verwachsen sind, so musste ich die Arbeit von acht Tagen daran wenden, um aus dem Pulver eines ganzen Handstückes 0,3 g annähernd reinen Materiales für eine Analyse zu erhalten. Die Untersuchung dieser geringen Quantität ergab mir die nachfolgenden Zahlen\*):

$SiO_2 = 42,4\%$
$Al_2O_3 \quad 15,3$
$Fe_2O_3 \quad 18,1$
$CaO \quad 10,3$
$MgO \quad 14,8$
$100,9$

Der mit Sicherheit constatirte Ueberschuss von Magnesia gegen Kalk, welcher letzterer doch im Diallag und Almandin überwiegt, rechtfertigt die Einreihung unseres Minerals in die Sippe der Hornblende. Während also in der Mehrzahl der bisher beschriebenen Fälle von Granatfels die

\*) Das gesammte Eisen ward als  $Fe_2O_3$  gewogen und auf die Ermittlung von  $FeO$  verzichtet.

Hornblende gegenüber dem Diallag vorherrscht, ist hier der umgekehrte Fall vorhanden \*).

Einen vierten Bestandtheil dieser Felsart bilden die zahlreichen Opacite, welche als äusserste Zone den Contouren des Almandin folgen, und in den Zwischenräumen der von rechts und links kommenden Diallagfaserbündel auftreten.

Sporadisch tritt Olivin auf. In der Figur 2, welche eine naturgetreue Copie einer Randpartie vom Präparate Nr. 248 ist, bedeutet *O* Olivin, dessen Ränder ringsherum bereits serpentinisirt sind. Man merkt, dass er sich in das Maschengeflecht des Diallags eingeordnet hat, ohne dies letztere zu beeinflussen. Im Präparate ist selbst der Infiltrationscanal sichtbar.

Olivin wäre demnach das jüngste Glied der Association, während Almandin das älteste formbestimmende Element ist.

## II. Mittlere Zone: Enstatit, Bronzit, Omphacit.

Die Magnesiumsilicate Enstatit und Bronzit finden sich associirt mit Omphacit in der mittleren nördlichen Zone zwischen dem Almandinfels und dem im Centrum auftretenden Olivinserpentin. Die Gesteine dieser Enstatitzone zeigen zwei typisch verschiedene Entwicklungsformen, von denen aber nur eine paragenetisch und mineralogisch interessant ist.

Im eigentlichen massigen Enstatit-Omphacitfels (M. Nr. 6834) sind beide Mineralien in fast gleicher Menge vorhanden. Er ist dicht, hat beinahe splittrigen Bruch und besteht aus verwachsenen polyëdrischen und säulenförmigen, rudimentär entwickelten Krystallen beider Silicate (vergl. nachfolgende Seite). Nur untergeordnet treten undurchsichtige, dunkelbraune Schlieren eines dritten Bestandtheiles auf. Dieser zeigt unter dem Mikroskop keine distincten mineralogischen Merkmale.

Bei der zweiten Abart vom Enstatitfels verschwindet das dichte Gefüge. Das Gestein wird locker körnig (M. Nr. 6833). In demselben überwiegt meist der Enstatit, und die innige Mengung von Enstatit und Omphacit fehlt. Von dieser Varietät habe ich Rollstücke gefunden, an denen deutlich eine gangartige Durchdringung des fast reinen Omphacitfels durch Enstatitmasse bemerkbar ist. Letztere bildet da eine 1 cm dicke unregelmässige Zone, ähnlich einer Spaltenausfüllung.

Diese Gesteinsvarietät ist ferner ausgezeichnet durch das Vorkommen des Bronzit. Die Thatsache, dass das Magnesiumsilicat selbst in zwei Varietäten vorkommt, veranlasste mich gerade diese Abart einer genaueren Prü-

\*) Die Belegstücke meiner Arbeit sind mit den laufenden Nr. des Catalogs des mineralog. Museums bezeichnet, welchem ich diese auf meine Kosten gesammelten Stücke geschenkweise einverleibt habe. Schliffmaterial bin ich sehr gern bereit, Fachgenossen, die sich hierfür interessiren, zur Verfügung zu stellen.

sammengekitteten Bachgerölle eingebacken liegen. Die grösseren Bronzitindividuen lassen deutlich erkennen, dass die Situation, in der sie jetzt vorkommen, nicht mehr der ursprünglichen Lagerstätte entspricht. Sie sind jedenfalls älter, als der sie jetzt umgebende Enstatit. Die Gründe, welche hierfür sprechen, sind die folgenden: 1) Das grosse Bronzitindividuum ist von einer äusseren, matten, rauhen, schmutziggrauen Rinde umgeben. Deren Existenz lässt sich nur durch die Annahme erklären: der Krystall sei einige Zeit hindurch in einem Magma eingelagert gewesen, welches seine Oberfläche corrodirt. 2) Dasselbe Individuum ist ferner nicht verwachsen mit Enstatit, sondern, an den Enden verbrochen, steckt es gewissermassen lose im Aggregate der Enstatitkörner. 3) Letztere sind überdies nur lose an seine Rinde gefrittet und hinterlassen auf derselben Grübchen.

Es können nach dem Gesagten nur die bis zum beginnenden Schmelzen erhitzten Enstatite diese Oberflächenwirkung auf den Bronzit hervorgebracht haben \*).

An den kleineren Bronziten, wie sie gewöhnlich in den Handstücken von diesem Fundorte sichtbar sind, lassen sich diese paragenetischen Beziehungen zwischen Bronzit und Enstatit weniger scharf verfolgen. Man erkennt immer verquetschte Rudimente, oder gebogene und gekrümmte Lappen, die wohl total eingebacken, aber nie wahrhaft verwachsen mit den Enstatitkörnern sind.

3) **Omphacit** (Chromdiopsid Sandberger) bildet bis zum dritten Theile der Gesamtmenge einen wesentlichen Bestandtheil der untersuchten Mineralassociation. Die Analyse \*\*) ergab mir für diesen Omphacit von Křemže:

Volumgewicht = 3,259.

	Beobachtet:	Atomverhältniss:	Chromdiopsid D a m o u r:
$SiO_2$	= 53,67%	179	53,63
$Al_2O_3$	2,45	}	9
$Fe_2O_3$	2,07		
$Cr_2O_3$	1,49		
$FeO$	3,84	}	151
$MnO$	Spuren		
$CaO$	20,34		
$MgO$	13,57		
$K_2O$	1,48	}	7
$Na_2O$	1,29		
	<hr/> 100,20		<hr/> 100,37

\*) Man kann die hier stattgefundenen Prozesse durch die Annahme erklären: Es wurden die bereits ausgebildeten Bronzite in jenes zähe Magma eingebettet, welches aus den neuerdings bis zum Schmelzen ihrer Oberfläche erhitzten Enstatiten und Omphaciten bestand.

\*\*) Ueber die Möglichkeit  $FeO$  neben  $Cr_2O_3$  zu titriren vergl. Christomanos, deutsch. chem. Gesellsch. 1877, 1, 19.

Die Zahlen meiner Analyse stimmen im Wesentlichen mit der Formel  $16 \overset{\text{II}}{R}_3 Si_3 O_9 + \overset{\text{III}}{R}_2 Si_3 O_9$ , und man kann das vorliegende Material als einen die Grundstoffe *Al*, *Cr*, *Ka*, *Na* in wägbarer Menge enthaltenden Pyroxen (Diallag) bezeichnen.

Wenn ich das Resultat meiner Analyse mit den bekannt gewordenen Angaben früherer Autoren vergleiche, so finde ich folgende Unterschiede. Meinen Zahlen kommen am nächsten die Daten, welche sich auf den von *Damour*\*) analysirten Chromdiopsid aus dem Lherzolith von den Pyrenäen beziehen. Ob in dem letzteren jedoch Alkalien vorkommen, darüber giebt die erwähnte Analyse keinen Aufschluss. Die Analysen von *Fikenscher*, welche *Breithaupt*\*\*) publicirt, zeigen, dass die damals geprüften Varietäten sich von diesem böhmischen Vorkommen unterscheiden, sowohl durch ihren weitaus grösseren Thonerdegehalt, als auch durch das Ueberwiegen von Natron gegen Kali.

Die morphologischen und optischen Verhältnisse unseres böhmischen Chromdiallags stimmen im Allgemeinen mit bekannten Daten. Er ist schwach dichroitisch, gelbgrün, einerseits mehr ins gelbliche, andererseits mehr ins grünliche ziehend. An den undeutlich krystallisirten Körnern lässt sich neben der gewöhnlichen Spaltung des Pyroxen parallel  $\infty P$ , noch die Diallagspaltung parallel dem Pinakoide (100), — namentlich gut in den Dünnschliffen — erkennen. Mittelst eines Blättchens, welches durch die Tracen von (100) (001) begrenzt und annähernd parallel (010) war, bestimmte ich die Neigung einer Hauptschwingungsrichtung zu  $49^\circ$ . Diese Zahl differirt nur unbedeutend von den für Pyroxen geltenden Angaben, und selbst ein Theil dieser Differenz mag noch verschuldet werden durch die nicht exacte Coincidenz der Schlißfläche mit der Symmetrieebene (010).

In paragenetischer Beziehung ist hervorzuheben, dass Omphacit nicht älter als Enstatit ist. Hier in dieser Gesteinsvarietät kommt Omphacit in Körnern vor, die genau so wie jene des Enstatit nur durch Frittung mit einander verbunden sind. Ebenso ist auch die Trennung der aneinanderhaftenden Enstatite und Omphacite immer sehr leicht zu bewerkstelligen; nie sind beide mit einander innig verwachsen.

### III. Centrales Gebiet: Der Associationskreis des Olivin-Serpentins und seiner Begleiter.

#### A. Die ursprüngliche Association: Omphacit, Pyrop, Olivin, Serpentin.

Die Silicate  $R_2 Si O_4$  treten namentlich an den östlichen und nördlichen Ausläufern des Schöningers zu Tage. Bei Goldenkron an der Moldau und

\*) *Bullet. Soc. géol.* 29, 413.

\*\*) *Berg- und Hüttenm. Zeitung* 1875, 14, 397.

fung zu unterwerfen. Die im Nachfolgenden angegebenen Beobachtungen beziehen sich also im Wesentlichen auf die Constituenten dieser eigenthümlichen körnigen Felsart, während ich die erste dichtere Varietät an dieser Stelle zu discutiren nicht für nöthig erachte. Die gesteinsbildende Elemente Omphacit und Enstatit sind übrigens in den beiden Gesteinsarten gleich und deutlich erkennbar.

1) Licht graubraune oder gelbliche 1 mm grosse Körner von Enstatit bilden den Hauptbestandtheil. Diese Körnchen zeigen nur sporadisch Krystallumrisse, doch lässt sich die Spaltung nach  $\infty P$  immer leicht hervorrufen. Die Messungen ergaben im Mittel  $\infty P = 92^{\circ} 14'$ . Solche Spaltflächen zeigen häufig Fettglanz. Eine der Hauptschwingungsrichtungen selbstverständlich den Spaltungstracen parallel. Unter dem Mikroskop zeigt der Enstatit sehr lebhaft polarisationsfarben, und parallel zu den orientirten Spaltungsfissuren eine Faserung, die im polarisirten Lichte recht deutlich erkennbar ist. Auch die sehr häufig auftretenden Einschlüsse sind den Spaltungsrichtungen parallel orientirt, während den Omphacit regellos Schwärme von Einschlüssen durchziehen. Im Enstatit sind enthalten theils gelbliche, apolare Einschlüsse von ei- bis keulenförmiger Gestalt, theils farblose, langgestreckte Glaseinschlüsse.

Die einzelnen Körner des Enstatit besitzen unregelmässige Contouren; sie gleichen Krystallen, deren Flächenbegrenzung durch äussere Einflüsse, z. B. durch nachträgliches Schmelzen, zerstört worden ist. Uebrigens sind die einzelnen Körner des Enstatit weder mit sich selbst, noch mit Omphacit fest verwachsen. Sie haften nur lose, wie mittelst einer oberflächlichen Schmelzrinde, aneinander. Das Gestein gleicht deshalb einer gefritteten körnigen Masse.

Die Analyse dieses Enstatit von Křemže ergab mir:

Volumgewicht = 3,345.

	Beobachtet:	Protobasit Streng:
$SiO_2$	54,87%	54,15
$Al_2O_3$	2,16	3,04
$FeO$	6,97	12,17
$CaO$	0,40	2,37
$MgO$	35,65	28,37
Glühverlust	0,56	0,49
	<hr/> 400,34	<hr/> 400,59

Das vorliegende Material enthält der Analyse zufolge um circa 2% weniger Kieselsäure als die Formel  $RSiO_3$  verlangt; dafür aber fast ebensoviel  $Al_2O_3$ . Dieser relativ grosse Thonerdegehalt wurde speciell durch mehrfache Versuche controlirt. Die Zahlen, welche Streng\*) für jenen

\*) Leonh. Jahrb. für Mineral. 1862, S. 528.

Felsgemengtheil angab, welchen er Protobastit nannte, stimmen annähernd mit meiner Analyse; deshalb habe ich auch diese Zahlen zum Vergleiche neben meinen Werthen angeführt.

An die einzelnen Enstatitkörner sind gelegentlich Mikrolithen von Picotit angeschmolzen. Die Mehrzahl derselben giebt deutliche Chromreaction, nur einige wenige hiervon sind magnetisch und wirklich Magneteisen. Sie wurden aus dem Analysenmateriale möglichst entfernt.

2) Bronzit bildet den zweiten Bestandtheil dieser Felsart, er kömmt jedoch in weit geringerer Menge als Enstatit vor. Seine Farbe ist dunkelgrau bis grünbraun, mit Seidenglanz und metallischem Schimmer; er besitzt blättrig-faserige Structur, die Auslöschungsrichtungen parallel den Fasern orientirt. In eben derselben Richtung sind auch einzelne nadelförmige Mikrolithen eingelagert. Die lamellaren Individuen des Bronzit haben verschiedene Grösse, im Mittel 3—4 Quadratmillimeter. Ich fand im Gestein (M. Nr. 6404) ein einziges grösseres Individuum, einen verbrochenen Krystall, der 25 mm lang, 7 mm dick ist. Der Spaltungswinkel beträgt im Mittel  $\infty P = 91^{\circ} 20'$ .

Diesem ebenerwähnten grossen Individuum habe ich das Material für eine Analyse entnommen. Sie führte zu folgendem Resultate, dem ich zum Behufe eines Vergleiches die Angaben Streng's für den von ihm »porphyrtiger Protobastit« genannten Felsgemengtheil nebenan setze.

Volumgewicht = 3,288.

Beobachtet:		Protobastit Streng:
$Si O_2$	54,98%	53,45%
$Al_2 O_3$	Spur	3,71
$Fe O$	9,75	8,54
$Cr_2 O_3$	0,71	0,89
$Ca O$	1,62	2,19
$Mg O$	32,83	30,86
Glühverlust	0,58	0,87
	<hr/> 100,47	<hr/> MnO 0,16

Die Zusammensetzung dieses Bronzit von Křemže stimmt mit der Formel  $R Si O_3$ . Von Thonerde sind nur Spuren vorhanden, während hingegen der Kalk in bemerkbarer Menge in der Verbindung enthalten ist. Genau das entgegengesetzte Verhalten zeigte der (vergl. oben) Enstatit desselben Gesteins.

Sowohl dieser grosse rudimentäre Bronzitkrystall, als auch die einzelnen Lappen und Fetzen derselben Species finden sich einzeln, sporadisch, und unregelmässig in Enstatit eingebettet. Wenn man die paragenetischen Beziehungen von Bronzit zu Enstatit schildern will, so kann man den zutreffenden Vergleich wagen mit abgestossenen Holztrümmern, die im zu-

Křemže an der Berlau haben namentlich die Flussdurchrisse oder selbst die kleineren Wasserläufe die obere Schuttdecke durchnagt und so die mächtigen Massen der Magnesiasilicate in den Uferwänden blossgelegt. Das auftretende Massengestein ist echter Olivinfels. Dieser ist wohl durch den Einfluss der Atmosphärien bereits mehr oder weniger umgewandelt in das Hydrosilicat: Serpentin, aber dadurch wird die Erkennung der primären Association nicht erschwert. Ueberdies ist der Olivin im Gestein sehr häufig noch makroskopisch erkennbar.

Die constituirenden Felsmengtheile sind somit: Serpentin mit den Resten von Olivin; ferner Pyrop und sparsam Omphacit.

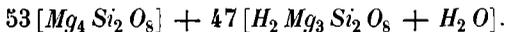
1) Der sogenannte Serpentin von Křemže findet sich in zwei Varietäten: a. körnig, b. dicht.

a. Eine körnige grünlichgelbe Varietät tritt bei Mříž auf (M. Nr. 6847). Ihr Verbreitungsbezirk ist dem Centrum entlegener und mehr gegen Norden, der Enstatitzone näher gerückt. Schon durch ihr Aussehen unterscheidet sie sich von dem gewöhnlichen dunklen Serpentin. Bei oberflächlicher Betrachtung könnte man dergleichen Handstücke auch mit Enstatitvorkommnissen verwechseln. Eine Analyse dieser körnigen Olivin-Serpentinvarietät hatte auf meine Veranlassung mein damaliger Assistent Karl in \*) begonnen. Ich gebe im Nachfolgenden seine Wägungsergebnisse:

Volumgewicht = 3,044.

$Si O_2$	=	44,53%
$Fe_2 O_3$	}	10,59
$Al_2 O_3$		
$Cr_2 O_3$		
$Ca O$		1,92
$Mg O$		40,33
Glühverlust		5,26
		99,63

Bereits aus dem Volumgewicht lässt sich berechnen, dass hier der Olivin nahe zur Hälfte in Hydrosilicat umgewandelt ist. Die Analyse selbst führt zur Formel:



Diese Felsart ist also eigentlich nur körniger Olivinfels, fast frei von jeder fremden Beimengung, aber bereits halb in Serpentin umgewandelt. Unter dem Mikroskop erkennt man im Dünnschliffe nie regelmässige Krystallcontouren der aneinandergedritteten Olivinkörner; obgleich diese letzteren alle sich durch ihre vorhandene optische Orientirung als rudimentäre Krystalle zu erkennen geben.

\*) Derselbe ist seitdem (1879) gestorben.

Aehnliche, lockerfeinkörnige Gesteinsvarietäten treten auch westlich von Křemže bei Stuppna auf, ebenfalls an der Grenze zwischen Olivin und Enstatit. Sie enthalten zu Kelyphit umgewandelten Pyrop, ziemlich viel Omphacit, und Bronzit, in einem lockeren Gemengsel theils gelblicher, theils wasserheller Körner von Enstatit und Olivin (M. Nr. 21245). Ich habe aus einer Probe alle fremdartigen (z. B. Pyrop, Omphacit, Bronzit) erkennbaren Bestandtheile ausgeschieden, den Rest analysirt. Ich fand:

$SiO_2$	=	43,78%
$Fe_2O_3$	}	14,24
$Al_2O_3$		
$CaO$		1,33
$MgO$		38,75
Glühverlust		3,05
		101,15

Diese Zusammensetzung deutet an, dass die Varietät zur Hälfte aus Olivin, zu je einem Viertel aus Enstatit und Serpentin besteht.

Es ist somit an der Contactzone zwischen Olivin und Enstatit auch der Enstatit-Olivinfels gebildet gewesen.

b. Eine dichte schwärzlichgrüne Olivin-Serpentinvarietät findet man am Berlaubache nächst Křemže (M. Nr. 6848) und bei Prabsch. Unter dem Mikroskop ist das charakteristische Maschennetz, Magnetitmikrolithen und die Olivinreste erkennbar. Gelegentlich sind auch einzelne grössere, glashelle, 2—3 mm grosse Olivinkristalle makroskopisch leicht unterscheidbar. Die Umwandlung in das Hydrosilicat ist bei dieser dichten Varietät weit mehr vorgeschritten, als bei der früher besprochenen körnigen Abart. Wie die nachfolgende Analyse zeigt, welche auf meine Veranlassung mein Assistent Scharizer durchführte\*), ist nur der siebente Theil des ursprünglichen Olivins intact geblieben; formelgemäss:  $(Mg_4Si_2O_8) + 6(H_2Mg_3Si_2O_8 + H_2O)$ . Seine Analyse ergab nämlich:

Volumgewicht = 2,906.

$SiO_2$	=	40,46%
$Al_2O_3$		0,50
$Cr_2O_3$		1,53
$FeO$		8,85
$CaO$		2,49
$MgO$		35,67
Glühverlust		10,52
		100,02

2) Pyrop, der theils in grösserer, theils in geringerer Menge auftritt, bildet den zweiten Bestandtheil dieses Olivin-Serpentins. Die einzelnen

\*) Jahrb. geol. Reichsanst. 1879. Diese Zeitschr. 4, 633.

Pyropkörner, die oft Bohnengrösse erreichen, finden sich einzeln und unregelmässig verstreut im Serpentin (M. Nr. 6846). Die relativ grössten Pyropexemplare fand ich in jenen Serpentinesteinen, welche an der äusseren Grenze dieses Silicatgebietes — unweit den Almandingesteinen — bei Prabsch (nördlich von Křemže) gesammelt wurden (M. Nr. 6843).

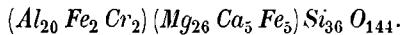
Jeder der im Olivin-Serpentin eingebackenen Pyrope ist mit einer deutlichen und distincten Contactzone umgeben, welche gleichsam eine Nusschale (*κελύφος*) um den Pyrop bildet (Fig. 3, Präp. Nr. 228). »Kelyphit« nenne ich dieses Mineral und werde dasselbe in einem späteren Paragraphen besprechen. Von dieser Hülle lassen sich die Pyrope sehr leicht frei machen, sie lösen sich fast von selbst ab und fallen heraus, während hingegen die Kelyphite partiell mit Olivin-Serpentin verwachsen sind und an letzterem fester anhaften.

Scharizer hat auf meine Veranlassung diese Pyropkörner untersucht (l. c.) und gefunden:

Volumgewicht = 3,66.

$SiO_2$	= 40,45%
$Al_2O_3$	19,67
$Fe_2O_3$	4,05
$Cr_2O_3$	2,60
$FeO$	6,90
$CaO$	5,78
$MgO$	20,79
	100,24

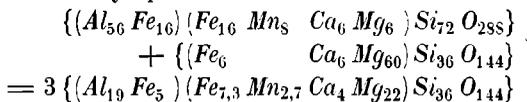
Die möglichst einfache Formel, welche man für die Constitution dieser Pyrope aus den beobachteten Daten ableiten kann, wäre:



Dieser echte Pyrop ist in seinem Vorkommen beschränkt auf den Verbreitungsbezirk des Olivin. Knapp nebenan, im Verbreitungsbezirke von  $RSiO_3$ , findet man nur noch den echten Almandin. Es grenzen somit Almandin und Pyrop dicht an einander.

Ich gehe noch einen Schritt weiter und wage die Hypothese, dass Pyrop selbst kein primäres, sondern ein secundäres pyrogenes Gebilde (wenigstens in einzelnen Fällen und namentlich in dieser Association) ist — oder sein kann.

Um diese Hypothese zu prüfen, habe ich ziffermässig nachzuweisen versucht, welche Substanz durch Einwirkung von Olivinmagma auf Almandin entstehen kann. Die Combination von 4 Olivin + 2 Almandin giebt annähernd 3 Moleküle Pyrop:



Zu dieser Rechnung wurden die für Almandin S. 324 angegebenen Zahlen benutzt, ebenso für Olivin eine den natürlichen Verhältnissen möglichst entsprechende Constitution angenommen\*). Eine Substanz, welche durch das Zusammenschmelzen dieser zwei Mineralien entstünde, wäre, wie die Formel zeigt, dem Pyrop möglichst ähnlich zusammengesetzt. Die Rechnung ergibt für ein solches hypothetisches Gebilde folgende Procentverhältnisse:

Differenz Rechnung — Beob. % am Pyrop:	
<i>Si O<sub>2</sub></i> = 40,215%	— 0,24%
<i>Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i> 17,937	— 1,74
<i>Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i>	— 2,60
<i>Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub></i> 7,942	+ 3,89
<i>Fe O</i> 9,830	+ 2,93
<i>Mn O</i> 3,522	+ 3,52
<i>Ca O</i> 4,174	— 1,64
<i>Mg O</i> 16,383	— 4,44
100,000	

Bei der Betrachtung dieser Ziffercolonne und deren Vergleichung mit den am Pyrop direct beobachteten Daten darf aber nicht vergessen werden: 1) dass auf die mögliche Einschmelzung von Picotit oder Chromit keine Rücksicht genommen ist; der Chromgehalt compensirt sich durch das Eisen; sowie 2) Mangan und Magnesia sich ergänzen. In Beziehung auf Mangan bemerke ich, dass möglicherweise ein kleiner Mangangehalt des Pyropes sich der Abscheidung entzog und mit dem Eisen gewogen ward\*\*). 3) Die Combination von 2 Molekülen Almandin und 1 Olivin ist schliesslich nur eine für die Rechnung willkürlich gewählte, und das Hinzufügen einer geringen Quantität Olivin würde z. B. den Magnesiagehalt wesentlich beeinflussen.

Trotz dieser vorhandenen Differenzen ist das Rechnungsergebniss nur mit einem Minerale aus der Sippe des Pyrops vergleichbar.

Zur Hypothese, dass Pyrop ein secundäres pyrogenes Gebilde sei, wurde ich namentlich durch dessen paragenetische Verhältnisse geführt. Das ganze Vorkommen des Pyrops im Olivin spricht gegen die Annahme, dass »beide« Substanzen aus einem »einheitlichen« Magma »zugleich« auskrystallisirten. Die Pyrope sind immer nur lose eingebettet, nie innig mit Olivin verwachsen, und besitzen überdies zum sichern Zeichen, dass sie wirklich pyrogenen Einflüssen unterworfen waren, eine Contactzone.

\*) Ich nahm an: *Si O<sub>2</sub>* = 40,544 %; *Mg O* = 45,045 %; *Fe O* = 8,107 %; *Ca O* = 6,306 %.

\*\*) Scharizer beabsichtigt deshalb, durch erneute Analyse den Mangangehalt speciell zu ermitteln.!

Solche Verhältnisse sind durch die Annahme erklärlich: dass sich an der erstarrenden Oberfläche des »einheitlichen« Magmas zuerst Pyrop bildete, dann in Folge seiner Schwere im noch zähflüssigen Brei immer mehr einsank \*) und erst in tieferer secundärer Lagerstätte von dem inzwischen erstarrten Magma umschlossen ward.

Es ist aber auch die zweite folgende Annahme erwägenswerth: Der Olivin habe von unten Brocken präexistirenden \*\*) Granatfelses heraufgebracht und durch das aufsteigende Magma wären diese zerrieben, gelöst und eingeschmolzen \*\*\*) worden und erst »diesen« veränderten Magmaschlieren verdanke Pyrop sein Dasein. Denkt man an einen solchen präexistirenden Granatfels, so sind neuerdings zwei Hypothesen zulässig: 1) dass wirklich ein Pyropfels vor dem Olivin existirte, oder 2) dass der präexistirende Granatfels nur der in nächster Nähe anstehende Almandinfels sei. — Oben ward gezeigt, dass die Combination von Almandin und Olivinsubstanz zu pyropähnlichen Gebilden führen muss.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass die meisten Granatvarietäten leicht schmelzbar sind, grosse Dichte haben und gelegentlich Spannungs-Doppelbrechung zeigen, während der Pyrop trotz seines Eisengehaltes nahe unerschmelzbar, specifisch leichter und apolar ist, gleichsam als hätte er alle seine ursprünglichen Eigenschaften durch nachträgliche Umwandlung verloren.

Dies sind die Gründe, welche man zu Gunsten einer secundären pyrogenen Abstammung des Pyrop ins Feld führen kann.

3) *Omphacit*. Gelegentlich treten zu den bisher besprochenen zwei Bestandtheilen des Gesteins noch einzelne verstreute Körner von Chromdiallag hinzu. Meist sind dies gras- bis smaragdgrüne Krystallfragmente von circa 4 mm Durchmesser, die sparsam hin und wieder sichtbar werden, und die man fast ausnahmslos in nächster Nähe des Pyrop oder »innerhalb« des letzteren selbst auffindet (M. Nr. 6842). Ein Präparat (Nr. 233) zeigt die paragenetischen Beziehungen der drei Mineralien so deutlich, dass ich eine genaue naturgetreue Abbildung gebe (Fig. 4). Der im Centrum des Pyrop befindliche Chromdiallag zeigt die genau messbaren Spaltungen nach (110)(1 $\bar{1}$ 0)(100) und optische Homogenität, also volle und wahre Krystallstructur. Seine äussere Contour ist aber vollkommen

\*) Rings um Pyrop bemerkt man gelegentlich Fluidalstructur des Olivin-Serpentin. Vergl. später S. 359.

\*\*) Das Vorkommen des Pyrop im Olivin ist vergleichbar mit dem Vorkommen des Olivin in Basalt. Von letzterem bemerkt Lehmann (Bonn 1874): »dass gewiss eine grosse Anzahl isolirter Krystalle nicht aus dem basaltischen Magma herauskrystallisirten, sondern als präexistirende Individuen nur von ihm heraufgebracht worden sind«. Zu ähnlichen Resultaten führt die wichtige Arbeit von Becker (Dissert. Leipzig 1881).

\*\*\*) Vergl. später S. 377.

regellos abgeschmolzen. Er ist ferner nicht mit dem Pyrop verwachsen, sondern nur von ihm umhüllt. Dies erkennt man namentlich an dem Verlaufe der Sprünge und Risse. Solche Fissuren durchsetzen in zahlreicher Menge und ganz unregelmässig den Pyrop, und deren Existenz deutet an, dass sein ursprüngliches Volumen sich durch nachträgliche Abkühlung verkleinerte. Diese Sprünge endigen scharf am Omphacit, ohne in dessen Gefüge weitere Ausläufer zu senden. Wenn auch das Präparat in Folge der günstigen Orientirung der Schliffebene sehr charakteristisch ist, so ist es trotzdem kein Unicum, denn eine Reihe grösserer Pyrope konnte ich aus dem Gestein aussuchen, welche in ganz ähnlicher Weise einen mehr oder minder central gelegenen Kern von Omphacit umschliessen.

Hierdurch werden auch die Altersbeziehungen der drei Mineralien: Omphacit, Pyrop und Olivin aufgeklärt; denn es zeigt sich klar, dass Omphacit das älteste Glied in »dieser« Reihe ist.

Das Vorkommen des Omphacits im Pyrop ist bereits an Handstücken anderer Localitäten beobachtet worden. Vielleicht gilt obiges paragenetisches Gesetz für alle Olivinfelsarten, wenn man es auch bis jetzt nicht gewürdigt hat. De lesse\*) führt z. B. an, dass der smaragdgrüne Diallag im Innern des Pyrop sehr häufig entwickelt ist, und er erwähnt ein Stück von Liésey (Pertuis), welches nach seiner Beschreibung unseren Exemplaren vollkommen ähnlich sein muss. Auch andere Autoren erwähnen gelegentlich die mehrfachen Zonen am Granat und einen grünen Kern. In manchen Fällen, weil man eine genauere Untersuchung oft für überflüssig hielt, mag wohl auch dieser grüne Kern Omphacit, und nicht, wie man angab, ein grüner Granat gewesen sein.

### B. Die Neubildungen, aus dem Olivin-Serpentin entstanden.

Die Atmosphärien, namentlich aber das mit den Humusextractivstoffen der Ackerkrume angereicherte Tagwasser, nagen ununterbrochen am Serpentinfels und bringen im Laufe der Zeit seine vollständige Zersetzung zu Wege. Dieselbe besteht im Wesentlichen in einer Trennung der Säure von den Basen, der  $SiO_2$  von  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $FeO$ . Und alle Phasen der Umwandlung unterscheiden sich eigentlich nur durch den Grad der Zersetzung, bis zu welchem die Trennung der genannten Bestandtheile vorgeschritten ist. Es sind deshalb viele Zwischenproducte möglich und in der Natur auch wirklich vorhanden. Sie ermöglichen, die Wanderung der einzelnen Elemente zu studiren und zu verfolgen.

Die Betrachtung der Neubildungen, welche aus dem Olivin-Serpentin entstehen, lehrt aber, dass hier zwei verschiedene chemische Prozesse,

\*) Ann. d. Mines 1850, 18, 318.

trotzdem dass dieselben manchmal in einander greifen, deutlich unterschieden werden können.

*α.* Die Auslaugung des Serpentin und die Bildung neuer Mineralien aus dessen gelösten Bestandtheilen. Es entstehen Carbonate, Opalvarietäten und Hydrosilicate.

*β.* Die partielle Auslaugung und gleichzeitige Imprägnation des Serpentinfels mit Kieselsäure: gleichsam eine Umwandlungspseudomorphose des Serpentin durch Abgabe und Aufnahme von Bestandtheilen. Es bilden sich Siliciophite.

#### *α.* Die Auslaugungsproducte des Olivin-Serpentin.

##### 1. Die Carbonate von Kalk und Magnesia.

Ich habe, um über die Wanderungen des Kalkes mich zu orientiren, einzelne dieser Carbonate geprüft. Den Maximalgehalt an Kalk fand ich in solchen Sedimenten, welche in der nächsten Nähe des Serpentin auftraten, während die in weiterer Distanz hiervon vorkommenden Ablagerungen fast vollkommen kalkfreie Magnesiaverbindungen darstellen. Infolge dieser Thatsache müssen auch diese kalkfreien Carbonate als Gebilde betrachtet werden, welche nicht mehr im ursprünglichen Zustande sind, sondern welche durch die langandauernde Wirkung der Atmosphärien ihres früheren Kalkgehaltes beraubt wurden.

Ueber die Entstehung dieser Carbonate lehren die paragenetischen Verhältnisse in situ folgendes.

1) An den entblössten Gehängen des Berlaubaches, direct an der vom hochgelegenen Orte Křemže abwärts führenden Strasse tritt die Zerklüftung des Serpentin deutlich zu Tage und die Einwirkungen des Tagwassers werden hier erkennbar. Der anstehende Olivin-Serpentinfels ist wohl schon ursprünglich durch Contraction in grosse Blöcke zerklüftet. Oberflächlich geht aber die Zerstörung noch weiter vor sich. Horizontale und verticale Klüfte und Spalten folgen sich in wenig entfernten Abständen, so dass sich durch jeden Hammerschlag kleine parallelepipedische Stücke ablösen lassen. Aber auch die gewöhnliche Einwirkung der Atmosphärien genügt, um den Fels zu zersprengen, und in Folge dessen sind die Gehänge bedeckt mit dem Gerölle solcher fast schieferähnlichen Platten und Fragmente von Serpentin.

Die Ausfüllungsmasse der »horizontalen« circa 4 mm breiten Querspalten im Serpentin\*) bildet ein weisses Carbonat, das noch unbestimmbare

\*) Ich füge zum Vergleich eine Stelle von L a s a u l x, Jahrb. f. Min. 1875, 630 an: »Das Magnesitvorkommen von Baumgarten bei Frankenstein ist besonders belehrend. Kaum an einer anderen Stelle dürften sich die Uebergänge — — — in Serpentin und endlich aus diesem wieder in Magnesit, Quarz, die Carbonate des Kalkes und Eisenoxydhydrat, als letzte Zersetzungsproducte der Umwandlung, so nebeneinander ver-

Silicatrete enthält und dem überdies Gebirgsgereibsel als Schmutz beigemischt ist (M. Nr. 6849). Nur geringe Quantitäten sind rein. Eine Probe ergab mir:

Glühverlust	= 42,5	
Unlöslicher Rest	12,2	Fordert gebunden an $CO_2$ :
<i>CaO</i>	12,7	10,0% $CO_2$
<i>MgO</i>	31,1	34,2% $CO_2$
	<u>98,5</u>	<u>44,2% <math>CO_2</math></u>

Da der Glühverlust kleiner ist, als die Zahl jener Procente von Kohlensäure, welche nöthig wäre, um die Basen als Carbonate zu binden, so muss ein Theil der Magnesia noch in Form eines Silicates vorhanden sein. Im Wesentlichen entspricht aber der Constitution dieser Sedimente in den horizontalen Querspalten die Formel  $CaMg_3C_4O_{12}$ .

Der relativ grosse Kalkgehalt dieser Probe zeigt überdies an, dass im Olivin anfangs *Ca* und dann *Mg* durch  $H_2$  ersetzt wird. Es finden sich ja die eben beschriebenen Gebilde als jüngste Neubildungen in den Spalten des erst halb und halb serpentinisirten Olivinfelsen. Calcium ist aber auch jenes Element, welches aus diesen Carbonaten neuerdings auswandert und Magnesit zurücklässt.

2) An den Křemže gegenüberliegenden Gehängen des Schöningers ist der über den Bach hinübergreifende Theil der Serpentinzone noch weit mehr als jener am nördlichen Ufer zernagt. Er ist in Mulm verwandelt und mit secundären Auslaugungsproducten: Carbonaten und Silicaten erfüllt. Diese Zerstörung wurde verursacht einerseits durch das vom Berge über die vegetationsarmen Gehänge thalabfließende Regenwasser, andererseits durch die successive Veränderung des Berlaubachbettes. Derselbe besitzt grosses Gefälle, drängt jetzt sichtlich immer mehr nach Norden und vertieft sein Bett, während er in früheren Epochen in einem flachen, nicht eingeschnittenen Rinnsale fließend, grössere Flächen gerade dieser Racheln zu inundiren vermochte.

Von diesen am Schöninger auftretenden Magnesiasilicaten sammelte ich zwei Varietäten.

a. Gangartige Kluftausfüllungen. Die Handstücke werden beiderseits von Serpentinmulm (incl. Enophit) begrenzt. Ihre Substanz ist weisser,

---

folgen lassen, wie gerade in den Magnesitlöchern. Die Wände dieser Magnesitgruben bieten einen eigenthümlichen Anblick. Die dunkelgraue oder schwarze Masse des Serpentin ist von einem Netzwerke weisser Magnesitschnüre von allen Dimensionen von 2' Stärke bis zu Papierdünn durchzogen. Wenn man eine der grösseren, zwischen diesen Magnesitadern liegenden aus Serpentin bestehenden Linsen, also eine Masche des Netzes, näher betrachtet, so erkennt man im Innern derselben noch die einzelnen Mineralreste des Muttergesteins.“

halbharter, etwas körniger Magnesit, der überdies stängliche Absonderung, senkrecht gegen die Kluftwände gerichtet, zeigt (M. Nr. 6098). Unter dem Mikroskop ist das Vorhandensein eines Magnesiasilicates innerhalb der körnigen, pisolithischen Grundmasse nicht mit Sicherheit zu ermitteln. Einzelne Adern von Hyalith durchkreuzen die Masse. An der Grenze zwischen diesem Hyalith und dem Magnesit existirt vielleicht eine Contactzone mit grösserem Gehalte gebundener Kieselsäure. Die Analyse zwingt nämlich, die Existenz eines Magnesiahydrosilicates anzunehmen.

Von verschiedenen Stücken wurden Proben genommen. Die von Hyalith befreite Substanz ergab folgende Resultate:

	I.		II.	
	Beobachtet:	CO <sub>2</sub> erfordert:	Beobachtet:	CO <sub>2</sub> erfordert:
SiO <sub>2</sub>	= 3,05		4,27	
Glühverlust	49,64		50,09	
H <sub>2</sub> O	0,77		1,75	
MgO	44,09	48,49	42,16	46,70
CaO	2,30	1,82	2,92	2,30
FeO	0,66		0,80	
CO <sub>2</sub>	48,87		48,34	
	<u>99,74</u>		<u>100,54</u>	

Aus beiden Proben ergibt sich mit Sicherheit, dass die vorhandene CO<sub>2</sub> nicht genügen würde, die gesammten zweiwerthigen Basen als Carbonate zu binden. Es ist deshalb sicher ein Bruchtheil der Magnesia in Form eines Magnesiasilicates vorhanden\*). Den directen Beweis hierfür habe ich bei der nachfolgenden Analyse zu führen gesucht.

b. In den Racheln des Schöningers findet man sporadisch auch Ablagerungen von Rollstücken des Magnesites (M. Nr. 4945). Die einzelnen Stücke von knolliger Form bestehen aus amorpher homogener Grundmasse. Unter dem Mikroskop erkennt man einzelne Adern von Halbopal, der Aggregatpolarisation zeigt, sowie hier und da, aber sehr sparsam, dunkle Rudimente und Flitter eines Silicates. Ich prüfte von einem solchen Magnesit möglichst reines Material.

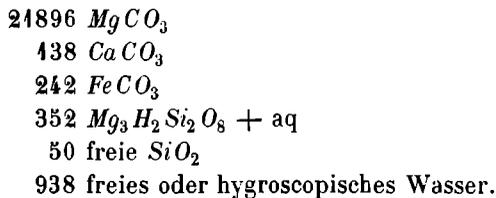
\*) Bischof, chem. Geol. 2, 335—337. »Die grosse Verwandtschaft der Magnesia zur Kieselsäure oder wenigstens die Neigung beider aus gemeinschaftlicher Lösung in Verbindungen niederzufallen, rührt her von der Schwerlöslichkeit des Magnesiasilicates. Im Wasser besteht in den meisten Fällen neben einem Magnesiasilicate auch Magnesiicarbonat. Dass sich beide Magnesiasalze häufig aus gemeinschaftlicher Lösung ausscheiden, dafür sprechen jene Varietäten des Magnesits, welche mehr oder weniger Kieselsäure enthalten.« — Die Existenz eines Silicates im Magnesit wird durch diese Worte bereits angedeutet.

	Beobachtet :	Gerechnet $CO_2$ erforderlich .
<i>MgO</i>	= 46,42	51,06
<i>CaO</i>	0,38	0,30
<i>FeO</i>	0,86	0,52
<i>SiO<sub>2</sub></i>	2,26	<u>51,88</u>
<i>CO<sub>2</sub></i>	49,04	
Glühverlust	50,57	
aq	1,56	
	<u>100,49</u>	

Von derselben Substanz wurden 5 g mit Essigsäure digerirt, der unlösliche Rest bei 130° getrocknet und dann geprüft. Derselbe enthielt :

	Bezogen auf Rest = 100 :	Ursprüngliche Subst. = 100 :
<i>SiO<sub>2</sub></i>	= 39,44%	1,91%
<i>MgO</i>	30,57	1,47
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	1,97	0,01
<i>FeO</i>	4,06	0,19
aq	24,18	1,13

Dieser in Essigsäure unlösliche Rest besitzt eine Constitution, welche jener des Serpentin gleichkommt. Es ist daher auch die Voraussetzung gerechtfertigt: dass in dem aus Serpentin entstandenen Magnesit ein Magnesiahydrosilicat einen nie fehlenden Bestandtheil ausmacht. Dieses Magnesiasilicat mag theils in der Form von rudimentären Fetzen, theils als mikroskopisch kleine Neubildung beigemischt sein. Mit Zuhilfenahme dieser Daten berechnete ich nun die Constitution des untersuchten Materials. Dasselbe besteht aus :



Aus den gewonnenen Daten ergibt sich folgendes, die Wanderungen des Kalkes und der Kieselsäure charakterisirende, Resultat: Die Abstammung der Carbonate als Zersetzungsproducte der Silicate giebt sich zu erkennen theils durch den Gehalt an Kieselsäure, welche die Sprünge der Carbonate erfüllt, theils durch die Beimengung eines Magnesiahydrosilicates. Das leichtlösliche Kalkcarbonat verschwindet umsomehr aus den Carbonaten, je älter dieselben sind, und je mehr dieselben durch die Atmosphärien ausgelaugt werden konnten \*).

\*) Hier ist zu erwähnen die Untersuchung des false Razumoffskin von Kosemütz durch Döbereiner, Schweigger Journ. 1815, 13, 348: »Er erfüllt die Höhlungen aus-

## 2. Kieselsäure.

Olivin und Serpentin geben, wie die Untersuchung im Felde mit Sicherheit lehrt, nicht bloss die zweiwerthigen Basen an das Wasser ab. Es wird vielmehr ein Theil des Gesteines selbst gelöst\*), und in dieser Lösung trennen sich die Basen von der Kieselsäure. Die frei werdende Kieselsäure spielt auf dem Serpentinegebiete die wichtigste Rolle und wir finden sie als Hyalith, Halbopal und Chalcedon überall. Die vorkommenden Halbopalvarietäten unterscheiden sich durch ihren grösseren oder geringeren Magnesiagehalt, und manche derselben sind wahre Hydrophane; eine Eigenschaft, die von dem Magnesiagehalte abhängen muss, indem auch reine Magnesiahydrosilicate (s. unten) dieselbe Eigenschaft zeigen.

1) Hydrophan-Halbopal fand ich in einer der Racheln des Schöningers. Er bildet daselbst eine fast horizontal liegende plattenförmige Gangmasse, deren Schmalseite in die Rachel ausbiss. Im Hangenden und Liegenden ist die Platte noch bedeckt von anhaftendem, ganz zersetztem Serpentinestein (M. Nr. 4944). Ihre Substanz ist grauweiss, fast undurchsichtig, dem Anscheine nach zwischen Milchopal und Magnesit die Mitte haltend. Selbst im Dünnschliffe bleibt die Substanz grauweiss und undurchsichtig, wenn sie einmal durch Ansieden des Canadabalsams stark getrocknet ward. Dünnschliffe hingegen, bei deren Herstellung man ein Erwärmen des Canadabalsams vermieden hat, werden mit Wasser befeuchtet vollkommen durchscheinend bis durchsichtig. Unter dem Mikroskop zeigen sich dann einzelne dunklere Inseln, die aus wirt zusammengehäuften Serpentinresten mit undeutlicher Contour bestehen. Ferner durchziehen einige echte glasartige Hyalithadern mit Aggregatpolarisation den Opal. Uebrigens ist die ganze Grundmasse, wie dies bei den Halbopalen gewöhnlich der Fall ist, von undeutlich contourirten, schwach polarisirenden Kieselsäurefitterchen durchschwärmt. Die Analyse ergab mir \*\*):

gefressenen Quarzes.« Die staubartige Varietät ergab:  $SiO_2$  49<sup>0</sup>/<sub>0</sub>;  $CO_2$  22<sup>0</sup>/<sub>0</sub>;  $MgO$  54<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; die quarzartige Varietät: 24<sup>0</sup>/<sub>0</sub>  $SiO_2$ ; 20,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>  $CO_2$ ; 54<sup>0</sup>/<sub>0</sub>  $MgO$ . — Sind diese Zahlen auch ungenau, soviel zeigen sie immerhin, dass neben den Carbonaten noch Kieselsäureverbindungen vorhanden gewesen sein mussten.

\*) Ich kann mich hier auf die wichtige Untersuchung von R. Müller (Dissertation Leipzig 1877, diese Zeitschr. I, 513) berufen. Er fand, dass durch  $CO_2$  haltendes Wasser aus dem Olivin von Ultenhal extrahirt wurde: von der Gesamtmenge von  $SiO_2$  — 0,87<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; von  $MgO$  — 4,29<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; von  $FeO$  — 8,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; während der Serpentin von Snarum abgab von der vorhandenen  $SiO_2$  — 0,35<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; von  $FeO$  — 4,52<sup>0</sup>/<sub>0</sub>; von  $MgO$  — 2,64<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

\*\*) Bischof, Chem. Geol. 2, 336 sagt bereits: »Wie sehr verbreitet die Magnesiasilicate in Gewässern sind, zeigen unter andern die Opale, in welchen fast immer Magnesia vorkommt.

Volumgewicht = 2,082 (in Glycerin bestimmt).

$Si O_2$	= 80,45	In essigsäure Lösung ging über von einer zweiten Probe :
$C O_2$	0,66	
aq	8,62	
$Al_2 O_3$	4,53	
$Fe O$	0,84	
$Mg O$	8,44	2,50
$Ca O$	0,20	
	100,08	

Die vorhandene Kohlensäure genügt unter keiner Voraussetzung, um die vorhandene Magnesia in Form eines Carbonates zu binden. Die überschüssige Magnesia muss von den eingestreuten Flittern eines Magnesia-hydrosilicates stammen. Doch lässt sich unter dem Mikroskop aus dem wirren Gemenge polarisirender Flitterchen kein einzelner Gemengtheil mit constanter Charakteristik heraussondern \*).

Die Grundmasse dieses Halbopals zeigt grosse Imbibitionsfähigkeit gegen Anilinroth, während die durchziehenden Hyalithadern ungefärbt bleiben. Erstere ist somit den hydrophanreichen Varietäten des Opals (nach Behrens' Ausdrucksweise) zuzuzählen. Die imbibirte Flüssigkeit ist regellos vertheilt und erfüllt unregelmässige innere Hohlräume \*\*). Das »Zurückbleiben« des Farbstoffes in denselben trotz sorgfältigem Auswaschens

\*) Behrens, Sitz. Wien. Akad. 64, 532 sagt: »Kohlensäure Magnesia wird als Gemengtheil des Halbopals von Baumgarten in Schlesien angegeben. Es wäre interessant gewesen zu erfahren, ob dieselbe in die Zusammensetzung der Sphärolithe dieses Opals eingeht. Doch glückte es nicht, etwas davon aufzufinden.«

\*\*) Die Imbibitionsfähigkeit mit ihrer Folgewirkung ist nicht blos den Hydrophan-Opalen eigenthümlich. Ich benutze schon seit einigen Jahren zur Demonstration dieser Erscheinung einen weissen, undurchsichtigen Meerschäum (M. Nr. 5900), in dessen homogener Grundmasse einzelne Opalfitterchen bemerkbar sind. Derselbe wird, wenn man ihn mit Wasser benetzt, vollkommen durchsichtig. Interessant ist die Art, wie derselbe dieses imbibirte Wasser wieder abgibt. Momentan tritt an einzelnen Punkten Dunkelheit auf. Gelegentlich merkt man am Blasenwerfen in dem noch darüber befindlichen feinen Flüssigkeitshäutchen, dass Wasser in Dampfform entweicht. Von solchen einzelnen Punkten verbreitet sich das Dunkelwerden in der Form von Dendriten, folgend also dem Laufe der inneren Sprünge, bis endlich das Präparat bedeckt ist mit einem schwarzen, undurchsichtigen Netze, in dessen Maschen die noch nasse, durchsichtige Grundmasse liegt. Allmählig werden auch diese Inseln undurchsichtig. Die Analyse dieses Meerschäums ergab mir die folgenden Zahlen:

$Si O_2$	= 54,63%
$Al_2 O_3$	4,77
$Mg O$	22,75
$C O_2$	0,47
aq bis 400°	9,78
aq. von 400° bis zum Glühen	10,92
	100,34

kann nicht durch chemische Beziehungen, sondern nur durch das mechanische Festhalten des Farbstoffes an den rauhen Zellwänden hervorgerufen sein. Aehnliche Resultate erhielt auch Behrens\*).

2) Ausser diesen Hydrophanen finden sich auch echte Milchopale in den verschiedensten Varietäten, theils einzelne Knollen, theils plattige Absonderungen, mit oder ohne Mangandendriten. Ein echter Milchopal (M. Nr. 4947) mit der Dichte 2,039 gab mir:

Glühverlust	=	3,64
Mg O		0,42
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Spuren.

Alle diese Halbopale zeigen unter dem Mikroskop ein gleiches Verhalten. Die amorphe Grundmasse wird von polarisirenden Kieselsäureflitterchen durchschwärmt.

3) Forcherit-ähnlichen Chalcedon habe ich ebenfalls auf diesem Terrain gefunden. Der mässig grosse Klotz lag lose in dem oberen Gerölle einer der Racheln des Schöningers, welche gegen Nordost zu verlaufen. Sein anstehendes Muttergestein\*\*) konnte trotz Nachsuchens nicht gefunden werden. Der grosse Knollen (M. Nr. 4946) sieht einem Wachsopal etwas ähnlich. Aussen rauh, blassgelb, und mit Warzen reinen Chalcedons bedeckt. Sein Inneres ist hellorange gelb, gleichförmig körnig und dicht. Unter dem Mikroskop lässt sich die durchsichtige helle Grundmasse mit ihren polarisirenden Flitterchen von dem gelben Pigment unterscheiden. Letzteres, in der Form von eingestreuten undurchsichtigen Körnern, durchschwärmt überaus reichlich, aber unregelmässig das ganze Magma und nur an wenigen Punkten treten Spuren einer beginnenden dendritischen Bildung auf. Einzelne Hyalithadern durchziehen quer die Masse. Beim Erhitzen im Glas kölbchen bildet sich beträchtlich viel Schwefelarsen, an der Luft geglüht, entweichen weisse Dämpfe; die zurückbleibende geglühte Substanz ist weiss.

Die Analyse ergab mir:

\*) Behrens, l. c. S. 524 sagt: »Das Festhalten des Farbstoffes scheint in der Flächenattraction begründet zu sein, die wir von vielen porösen und feinpulverigen Körpern kennen.«

\*\*) Forcheritopal von der sogenannten Holzbrückenmühle bei Knittelfeld bildet nach Aichhorn (Haidinger, Verhandl. geol. Reichsanst. 1862, S. 65) Gangtrümer, dünne bis drei Linien dicke Platten, welche sich vielfach in einer harten Gneissvarietät durchkreuzen. Die Analyse von Maly (Journ. f. prakt. Chem. 1862, S. 502) ergab einen Schwefelarsengehalt von 2,65—3,34% und ein Volumgewicht  $d = 2,47$ . Daher ist auch ganz richtig dieses Vorkommen den Opalen zuzuzählen. Dana (Min.) hat die Druckfehler aus Maly's Arbeit beibehalten, daher fälschlich Auhhorn, Reittelfeld.

Behrens, l. c. S. 532 bespricht Forcherit von Steiermark; ich kann Dessen Angaben in Beziehung auf das Vorkommen von Knittelfeld nur bestätigen.

	Beobachtet*):	Berechnet:	
$SiO_2 =$	92,47%	92,47%	
$MgO$	0,42	0,42	
$Fe_2O_3$	0,41	0,41	
$S$	2,11	$S$ 2,11	} $As_2S_3 = 5,41$
		$As$ 3,30	
Glühverlust	7,16	aq 1,75	
		<hr/> 100,16	

Volumgewicht = 2,657. Die Dichte und der geringe Wassergehalt charakterisiren genügend die kryptokrystallinische Varietät des Chalcedon.

4) Schliesslich sind noch jene Kieselsäureconcretionen zu besprechen, welche sich in Mitte der zerstörten Serpentinmassen abgelagerten. Natürlich ist kein genetischer Unterschied von Wichtigkeit vorhanden, ob sich die Kieselsäure in situ oder aus weiter fortgeführten Lösungen abschied. Man kann höchstens annehmen, dass die Thätigkeit der Kohlensäure eine weit intensivere dann gewesen sein musste, wenn es ihr gelang, die Kieselsäure gleich beim Beginne des Lösungsactes von den zweiwerthigen Basen zu trennen. Diese frei gewordene Kieselsäure durchdringt die ausgefressenen Höhlungen und Weitungen des Serpentin und scheidet sich über demselben in Form von Krusten ab. Diese sind durchweg traubig bis kleinnierenförmig. Ihr Volumgewicht = 2,462. Diese Abscheidungen bestehen daher aus einem Gemenge amorpher und kryptokrystallinischer Kieselsäure (M. Nr. 6851).

Die Mehrzahl der Exemplare zeigt nur solche Chalcedonkrusten. Es gelang mir aber auch, einige Stücke dieser Art zu finden, an denen »Quarz« erkennbar ist. Es sind dies ebenfalls kleinnierenförmige Schwarten auf zerfressenem Serpentinfels. Allein deren Oberfläche ist nicht blos rauh und uneben, sondern aus der ganzen Fläche der Rinde ragen minutiöse Krystallenden heraus, welche wohl nicht messbar sind, aber ihrer Form nach unläugbar und ohne Zweifel der Quarzpyramide mit rhomboëdrischer Endigung  $\pm R$  angehören (M. Nr. 6850).

Es kommt also auch Quarz als eine recente Süßwasserbildung, als ein Auslaugungsproduct des Serpentin auf diesem Terrain vor. Die Stücke selbst stammen aus den oberflächlichen mit Humus und Vegetation bedeckten Serpentinsschichten nördlich von Křemže\*\*).

\*) Arsensäure ward wohl mit  $MgO$  gefällt, aber zufällig nicht gewogen.

\*\*\*) v. Zepharovich (Min. Lex. Oesterr. 1, 296) sagt: »Der Opal von Meronitz bildet klare, kleintraubig gestaltete Ueberzüge mit Chalcedon in den Höhlungen und Klüften von Halhopal in dem Pyropen-führenden Conglomerate.« Ueber denselben Opal von Meronitz sagt Döbner (Tscherm. min. Mitth. 1873, S. 17): »In der Umgebung mussten kieselsäurereiche Gewässer sehr häufig sein; dies beweist das Vorkommen von Opalvarietäten. Diese Quellen blieben nicht ohne Wirkung auf den Olivinfels. — An

Dass auf dem Gebiete sich ferner eine grosse Masse von Jaspopalen, Eisenkiesel und selbst  $SiO_2$  haltende Brauneisenknollen als Zersetzungsproducte finden, ist bekannt. Grosse Massen derselben wurden im Hohofen zu Adolfsthal nächst Křemže verhüttet\*).

### 3) Hydrosilicate.

Die in Folge der Zersetzung des Serpentin in Lösung übergegangenen Bestandtheile veranlassen im Terrain die Neubildung einiger Magnesiahydrosilicate. Diese besitzen im Allgemeinen chloritischen Habitus, sind jedoch nicht alle von gleicher Art. Es können mehrere Abänderungen unterschieden werden, deren paragenetische Verhältnisse nicht vollkommen gleich sind.

#### a. 1) Enophit in Gesellschaft von Carbonaten.

Mit dem Namen »Enophit« bezeichne ich eine eigenthümliche chloritische Serpentinvarietät, und bemerke über deren paragenetisches Vorkommen im Terrain von Křemže: Dieser Enophit bildet einen wesentlichen Bestandtheil jener Mineralmasse, welche die »saigeren« Klüfte (vergl. Seite 337 und 350) zwischen dem halbfrischen Serpentin ausfüllt, und welche grünlichgrau, lockerkörnig, fast erdigem Talke ähnlich ist (M. Nr. 6826). Sie besteht aus dem innigen Gemenge zweier differenten Mineralien, aus grauem körnigem Magnesiakalkcarbonat (geprüft) und den hierin eingebetteten, aber nicht hiermit verwachsenen isolirten Blättchen des Silicates. Letzteres

---

Stelle des durch die Kohlensäure der Gewässer weggeführten Olivins und der Carbonate trat Opal, durch welchen das Gestein imprägnirt wurde. Der Serpentin blieb dabei unverändert. Die vollendeten Serpentinesteine konnten nur wenig oder gar nicht umgewandelt werden, da nur die in denselben enthaltenen leicht löslichen Carbonate weggeführt und durch Opal ersetzt werden.«

Im Terrain von Křemže ist das Reservoir, aus dem die Natur die Kieselsäure continuirlich schöpft, der Serpentinfels selbst.

\*) Die Besprechung der Halbpale kann ich nicht schliessen, ohne der Moldawite zu gedenken, für welche gerade die von mir untersuchte Gegend als deren wichtigster Fundort angegeben ward.

Helmhacker hat die Rächeln des Schöningers noch in jüngster Zeit als Fundstätte solcher Moldawite angeführt; in früherer Zeit sollen letztere auch bei Prabsch gefunden worden sein. An den Abhängen des Schöningers fand ich nichts ähnliches. Auf der Poststrasse hingegen von Prabsch bis Křemže liegen zerstreut Obsidian-ähnliche Fragmente. Sie weisen auf die Eisenhütte Adolfsthal nächst Křemže hin. Der Hohofen ist wohl ausgeblasen, aber er hat noch jetzt mächtige Berge von Schlacken vor sich, denen das erwähnte Material entnommen wird zur gelegentlichen Beschotterung der Strasse.

Makowsky (Tscherm. min. Mitth. 1881, 4, 43) erklärte bereits diese Bouteillensteine für künstliche, wahrscheinlich von einer Glasfabrik abstammende Gebilde. Möglicherweise stand auch einst in Adolfsthal statt eines Hohofens eine Glasschmelze in Betrieb. Ebenso wäre es aber auch möglich, dass durch ein Zusammentreffen von Umständen, die jetzt nicht mehr eruierbar sind, aus leichtflüssigen Eisenschlacken solche (schnell gekühlte, Glastränen ähnliche) Pseudochrysolithe entstanden.

besitzt einen Habitus, welcher einerseits an Talk, andererseits an Chlorit erinnert. Dessen Blättchen haben bei  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  mm Dicke und circa 4—5 mm Grösse; ihre Randbegrenzung ist nicht deutlich, sondern meist zahnig, gelappt; die basische Theilbarkeit ist aber vollkommen. Trocken sind diese Blättchen graugrün, einzelne derselben intensiver grün oder blaugrün gefärbt. Ihr Glanz ist Perlmutterglanz. Nur gelegentlich, weil alle Individuen verquetscht und uneben sind, lassen sich die Spuren des einaxigen Kreuzes erkennen; sehr schwache Doppelbrechung.

Die recente Bildung dieses Auslaugungsproductes beweist ein Handstück (M. Nr. 6827), an dem man sehen kann, dass ein unzersetztes Serpentinstückchen, welches zufällig in eine solche saigere Spalte hineingefallen ist, im Laufe der Zeit selbst von diesem Gemenge total umschlossen ward. Uebrigens sind auch in einzelnen Fällen die Enophitblättchen senkrecht gegen die Kluftwände orientirt.

Im Allgemeinen besteht die Gesamtausfüllungsmasse dieser verticalen Spalten ziemlich gleichmässig aus Carbonat und Silicat. Das *MgCa*-Carbonat ist in alle Fugen der verquetschten Enophitblättchen eingedrungen und lässt sich nur mühsam aus dem Analysenmaterial entfernen. Die Analyse des Enophit ergab mir:

Volumgewicht = 2,64.

	I.	Atomverhältniss:	II.	Atomverhältniss:	III.
<i>SiO</i> <sub>2</sub>	38,397%	1279	39,221%	1307	46,208%
<i>MgO</i>	30,464	1523	31,118	1556	36,660
<i>CaO</i>	3,210	114	3,279	117	3,863
<i>FeO</i>	(4,510)	7,311	203	7,468	207
<i>Fe</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	(3,112)				
<i>Al</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	3,714	73	3,793	75	4,469
<i>Cr</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	Spur				
<i>H</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	17,059	1895	15,118	1680	0
	<hr/> 400,466				

Die Zahlen der Columne I sind die directen Ergebnisse der Analyse von über *H*<sub>2</sub>*S**O*<sub>4</sub> getrocknetem Materiale. Aus denselben wurden berechnet die Daten von II, welche sich auf bei 100° getrocknete Substanz und jene von III, welche sich auf die geglühte Substanz beziehen. Die directe Eisenoxydulbestimmung ergab 4,51% *FeO*, allein unsere Substanz zeichnet sich durch eine so geringe Stabilität in der Oxydationsstufe des Eisens aus, dass ich diese Zahl für unsicher halten muss; ich habe deshalb in der Columne auch den gerechneten Gesamtbetrag von *FeO* angeführt.

Einen Beweis für die niedere Oxydationsstufe des Eisens liefert das Verhalten des Enophit beim Erhitzen. Alle grünen Enophitblättchen verändern durch das Glühen ihre Farbe in lichtgelb bis bräunlichroth. Diese

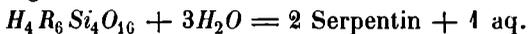
Umwandlung erfolgt sehr rasch; schon bei einer Temperatur von  $270^{\circ}$  beginnt die Bräunung des grünen Materials sichtbar zu werden.

Die geglühten Enophitblättchen gleichen vollkommen Glimmerblättchen und dies um so mehr, da sie durch das Erhitzen weder an Glanz noch an Pellucidät beträchtliche Einbusse erlitten haben.

Der vorhandene Bruchtheil an Eisenoxyd, sowie der Gehalt an Thonerde erlauben mancherlei Deutung, und ich habe deshalb auf beide Stoffe, mindestens vor der Hand, bei der Ermittlung der Constitutionsformel wenig Gewicht gelegt. Ferner ist es nothwendig, um alle Fehlerquellen zu eliminiren, auf die mögliche Verunreinigung der Substanz durch dolomitischen Kalk Rücksicht zu nehmen. Nimmt man aber auch an, dass hiervon  $2\%$  zwischen den feinsten Blättchen\*) haften geblieben sei, so restirt noch immer eine solche Summe der Basen, welche wir typisch für den gewöhnlichen Serpentin halten. In der That ist die einfachste Formel, welche die Constitution dieses Enophit annähernd versinnlicht, jene eines »gewässerten« Serpentin. Wie man aus den Atomverhältnissen erkennt, gilt ungefähr für die über  $H_2SO_4$  getrocknete Substanz:



für die bei  $400^{\circ}$  getrocknete Substanz:



Zum überwiegenden Theile ist also jene Substanz, welche wir mit dem Namen Serpentin bezeichnen, auch in dem vorliegenden Zersetzungsproducte desselben vorhanden, nur mit einem beträchtlicheren Wassergehalte, sowie mit einem höheren Thonerdegehalte, durch welchen der Uebergang in die Gruppe des Chlorites angebahnt erscheint.

Mit Serpentin hat Enophit auch die Eigenschaft der leichten Löslichkeit in Säuren gemein, durch welche die Kieselsäure partiell in Flocken abgeschieden wird.

Damit bereits durch den Namen sowohl die Verwandtschaft des untersuchten Materials mit Serpentin, als auch dessen Vorkommen und Abstammung präcisirt sei, habe ich für dasselbe den Namen Enophit gewählt.

Einige Mineralien sind nach den Beschreibungen früherer Autoren dem Enophit ähnlich. Es kann sich jetzt nur darum handeln, wirklich Verwandtes auch zu einer grösseren paragenetischen Sippe zu vereinen.

Vor allem ist hier zu nennen Hallit (Dana, App. II. 26), dessen Constitution die Mittelwerthe entsprechen:

$$SiO_2 = 35,5$$

$$MgO \quad 34,5$$

$$FeO \quad 4,0$$

\*) Enophit ist in Essigsäure partiell löslich, daher ist nur eine mechanische Reinigung des Analysenmaterials möglich.

$Fe_2O_3$	=	9,0
$Al_2O_3$		7,5
$Ka_2O$		1,5
$H_2O$		14,5

Zahlen, welche, mit Ausnahme der Oxydationsstufe des Eisens, meinen Angaben für Enophit nahe kommen. Auch eine Aehnlichkeit der paragenetischen Verhältnisse beider Mineralien ist vorhanden. Ich entnehme die wichtigsten Daten über das Vorkommen des Hallit der Untersuchung\*) von Cook e: »Hallit occurs in large rough sixsided prisms, with easy micaceous cleavage. The are two varieties, differing markedly in colour, green and yellow. — I think the green and yellow varieties are very closely related and may possible pass from one into the other. — The mineral is found East Nottingham in the Serpentinformation of South eastern Pennsylvania. The cristalls are found in nests or pockets, and the two colours are not found in the same nests. The green cristalls are imbedded in a steatite earth or base of the same colour, as the cristalls and the yellow earth.«

Auch das Carbonat mit welchem der Enophit zu Křemže vorkommt, könnte man bei flüchtiger Betrachtung für eine mit Steatit verwandte Erde halten. Ferner besitzt, wie ich mich selbst überzeugte, auch der grüne, nahezu einaxige Hallit die Eigenschaft (gleich dem Enophit), beim Glühen seine Farbe in lichtgelblichweiss zu verändern, starken Perlmutterglanz anzunehmen und halbdurchsichtig zu bleiben. Geglühter Hallit gleicht dann vollkommen einem Muscovit von lichter Farbe. Gleiches ward früher vom Enophit berichtet.

Andere dem Enophit nahestehende Mineralien sind die sogenannten dünnblättrigen Serpentinvarietäten\*\*): Marmolith und Thermophyllit. Deren Charakteristik und Vorkommen zeigt manche Analogie mit jener des Enophit, und viele Differenzen vom gewöhnlichen Olivin-Serpentin\*\*\*). Erstere haben perlmutterartigen Glanz der Blättchen. Thermophyllit ward eingelagert in eine steatitähnliche Masse gefunden. Ueber diesen sagt Hermann †): »Thermophyllit war eingewachsen in eine amorphe Basis, die Aehnlichkeit mit Steatit hatte und wahrscheinlich (!?) aus amorphem Thermophyllit bestand — — im Allgemeinen hat Thermophyllit in seiner äusseren Erscheinung grosse Aehnlichkeit mit Chlorit und er würde wohl auch noch lange dafür gehalten worden sein, wenn er nicht die ausgezeich-

\*) Mem. Am. Ac. Boston 1874, pag. 59.

\*\*\*) Vergl. Dana, Min. S. 465, C. 7. 8, ferner die Beschreibung eines weissen Serpentin durch Berwerth, Tscherm. min. Mitth. 1875, S. 110.

\*\*\*\*) Websky, deutsch. geol. Ges. 1858, S. 291 behauptet, dass Marmolith jedenfalls eine Pseudomorphose sei und die blättrige Absonderung ein Rest der Structur des ursprünglichen Minerals.

†) Journ. f. prakt. Chem. 1858, 73, 213.

nete Eigenschaft besässe, beim Erhitzen vor dem Löthrohr in der Richtung seiner Spaltflächen aufzublättern.« Hermann giebt bei seiner Analyse nicht an, ob sich die gefundenen Procentzahlen auf lufttrockene oder auf eine bei 100° getrocknete Substanz beziehen. Wäre letzteres der Fall — eine Annahme, die sich nicht direct zurückweisen lässt — so enthielte auch der Thermophyllit ursprünglich einen grösseren Wassergehalt, als der gewöhnlichen Serpentinformel entspricht. Denn es ist bekannt, dass alle diese Substanzen bereits an die trockene Luft wägbare Quantitäten von Wasser abgeben, welches sie wieder aufzunehmen fähig sind \*).

Zieht man ferner den — in den Klüften und Spalten des Reichensteiner Serpentin so schön entwickelten faserigen — Chrysotil hier zum Vergleiche zu, so erhält mit den vorbesprochenen bereits eine Reihe von Auslaugungsproducten serpentinosen Charakters. Sie genügt, um den Bildungsact solcher Mineralien zu verstehen.

Es existiren jedenfalls Serpentin-ähnliche Gebilde und Mineralien von verschiedener Art ihrer Entstehung, und zwar sind zu unterscheiden 1) solche, welche entstanden sind durch Umwandlung primären Olivin- oder Hornblende-Gesteins; sie bilden die gewöhnliche derbe Abart des Serpentin; 2) eine Serie anderer, aber trotzdem ähnlicher Substanzen hat sich hingegen gebildet als Absatz aus den in Lösung übergegangenen Quantitäten des bereits vorhandenen Serpentin. Diese Neubildungen zeigen dann auch im Gegensatz zu dem ursprünglichen derben Gestein krystallinische Structur, und treten als Kluft- oder Nesterausfüllung auf. Ist der ursprüngliche Serpentin frei von accessorischen Thonerdemineralien, so ist auch das Auslaugungsproduct desselben Thonerde-frei. Dies zeigt uns Chrysotil. Sind in der Nähe Feldspath führende verwitternde Gesteine, oder ist der Serpentin reich an Pyropen, die mit ihm zugleich der Zersetzung anheim fallen, so wird in beiden Fällen ein Bruchtheil des Thonerdegehaltes in die Lösung übergehen. Natürlicherweise wird dann auch das aus der Lösung entstehende Mineral thonerdehaltend sein, und je nach der Quantität derselben müssen sich nun Zwischenproducte zwischen Serpentin und Chlorit bilden, die sich im Wesentlichen durch den Procentsatz der Thonerde unterscheiden. So bildet sich hier im vorliegenden Falle bei Křemže in den Klüften Enophit, in Nottingham der  $Al_2O_3$  reichere und dem Chlorit bereits sehr ähnliche Hallit. Es ist somit die Enophitgruppe das Bindeglied zwischen Serpentin und Chlorit.

## 2) Enophit in Association mit Kieselsäureausscheidungen.

Um den Kreis der vorhandenen Umwandlungen möglichst vollständig

---

\*) Ueber die Schwierigkeiten constanten Wassergehalt zu erzielen, vergl. Cooke, l. c.

zu schildern, muss ich noch des eigenthümlichen Zusammenvorkommens von Enophit mit Hyalith und Tridymit gedenken.

Die ursprünglichen Kluftausfüllungen \*) im Serpentin bestehen im Wesentlichen aus dem eben beschriebenen Enophit, eingebacken in dolomitischen Kalk. Durch den Einfluss des Tagwassers gehen nun Veränderungen vor sich, die in einer Verdrängung der Carbonate und in deren Ersetzung durch freie Kieselsäure bestehen. Ein paar unscheinbare plattenförmige  $1\frac{1}{2}$  cm dicke Stücke lieferten das Material für die Prüfung dieser Phase der Zersetzung. Die heiden Seiten der Platte, welche den Ablösungsflächen entsprechen, sind mit anhaftendem Serpentin detritus bedeckt. Das Material in der Mitte homogen, lichtgelblich grau bis grün und besteht aus kleinen Schuppen, die Perlmutterglanz zeigen. Die Gesamtmasse ist mit dem Messer schneidbar, im Wesentlichen daher ähnlich blättrigem Talk (M. Nr. 6828).

Ausgeführt habe ich eine Bauschanalyse\*\*), ferner mit einer geringen Quantität (0,1 g) eine Analyse der ausgesuchten Enophitblättchen.

Volumgewicht = 2,275

Bauschanalyse:		Separirte Enophitblättchen:	
$SiO_2$	= 70,12%	$SiO_2$	= 41,6%
$MgO$	13,49	$MgO$	} 44,9
$CaO$	0,24	$CaO$	
$Fe_2O_3$	6,18	$FeO$	
Glühverlust	10,48	Glühverlust	14,1
	<u>100,51</u>		

Der Ueberschuss der Kieselsäure in der Bauschanalyse wird hervorgerufen durch die freie, fein vertheilte  $SiO_2$ , welche das Gesamtmaterial gleichsam imprägnirt hat. Unter dem Mikroskop zeigen die Dünnschliffe eine innige Durchdringung aller Zwischenräume mit feinst vertheilter Opalmasse, die auch hier ihre bekannten polarisirenden Flitterchen hat. Ferner sind einige Hyalithadern vorhanden. Bemerkenswerth sind schliesslich im Präparate 285 zwei Sternchen, gebildet von schwach polarisirenden Blättchen, welche eckige Umrisse zeigen, in verschiedenen Horizonten liegen und wirtelständig divergiren. Diese Eigenschaften lassen auf Tridymit schliessen\*\*\*).

b. Lernilith in Gesellschaft mit Hydrophan. (Parachlorit.)

Ein mit Enophit und Hallit verwandtes Material fand ich gegenüber dem Orte Křemže an dem nördlichen Abhange des Schöningers, und zwar in der Grenzzone zwischen Serpentin und dem ihn südlich begrenzenden

\*) Vorherrschend findet sich in den saigeren Klüften Enophit, in den horizontalen  $(MgCa)CO_3$ .

\*\*)  $Fe_2O_3$  Wägungsergebniss. Auf  $FeO$  ward nicht separat geprüft.

\*\*\*) Ich finde kein exactes Argument, dass hier Quarz vorliegt.

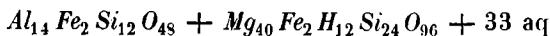
Granulit. Dieses Mineral unterscheidet sich von dem, ihm sonst sehr ähnlichen, Enophit durch den grösseren Thonerdegehalt und stimmt in seiner Zusammensetzung mit dem Vermiculith von Lerni überein. Da letzterem Cooke keinen Namen gegeben hat, so erlaube ich mir, diese Varietät — um sie mit einem Schlagworte anführen zu können — Lernilith zu heissen (M. Nr. 6829).

In den Racheln des Schöningers findet man gelegentlich im ganz zersetzten Gestein die putzenartige Ausscheidungen des talkähnlichen Lernilith. Es sind dies knollenförmige Aggregate von dünnen, aber ziemlich grossen ( $\frac{1}{2}$  cm) Blättchen. Sie haben graulichgrüne Farbe, sind durch Säuren leicht zersetzbar und werden durch Glühen röthlichgelb. Die Untersuchung gut luftgetrocknenen Materials ergab mir die Zahlen der Columne I. Die Werthe in Columne II sind hieraus berechnet für bei 100° C. getrocknete Substanz, jene von III beziehen sich auf die gegläute Masse. Nebenan füge ich die Zahlen, welche Cooke für den Vermiculith von Lerni angiebt, unter der Voraussetzung, dass das Analysenmaterial bei 100° getrocknet ist.

	Křemže			Cooke Lerni
	I. lufttrocken:	II. 100°	III. geglüht:	100°
$SiO_2$	35,83%	38,88%	44,57%	38,03%
$Al_2O_3$	12,39	13,45	15,41	12,93
$Fe_2O_3$	2,97	3,22	3,69	7,02
$FeO$	2,35	2,55	2,93	0,50
$CaO$	0,42	0,45	0,52	—
$MgO$	26,33	28,57	32,72	29,64
$Cr_2O_3$	Spur			
$H_2O$	19,60	12,75	—	11,68
	<hr/> 99,89			<hr/> 99,80

Der Vergleich dieser Ziffercolonnen zeigt, dass die Mineralien von Křemže und Lerni fast idente Zusammensetzung haben. Sie bilden ihrem Habitus und ihrer Constitution nach ebenfalls eine der vielen Zwischenstufen, welche zwischen Serpentin und echten Chloriten existiren. In der That lässt sich in der Formel dieser und einer Reihe verwandter Mineralien, wie ich an einem anderen Orte zu zeigen gedenke, ganz ungezwungen ein Serpentinmolekül neben einem Thonerdesilicate ausscheiden. Substanzen dieser Art, deren Constitution durch die Orthosilicat-Formel  $m(R_4^III Si_3 O_{12}) + n(R_2^II Si O_4) + x aq$  ausdrückbar ist, nenne ich Parachlorite.

Die Formel für den Lernilith (100° trocken) von Křemže ist:



und sie liefert die folgenden Zahlen:

Berechnet:	
$Si O_2 =$	39,365%
$Al_2 O_3$	13,440
$Fe_2 O_3$	2,916
$Fe O$	2,624
$Mg O$	29,160
aq	12,795
	100,000

Zahlen, welche nur geringfügige Differenzen gegen die directe Beobachtung (vergl. oben) zeigen.

### β. Die Metamorphosen des Olivin-Serpentin: Siliciophite.

Die chemischen Vorgänge, durch welche der Olivin in ein Hydrosilicat überführt ward, dauerten nach der Bildung des Serpentin fort, und führten schliesslich zur Zersetzung dieses letzteren Minerals. Durch das Tagwasser werden dem Hydrosilicate der Magnesia die Basen successive, bis zu ihrer fast vollständigen Entfernung entzogen. Es bleibt dann nur ein Kieselskelett zurück, welches in Verbindung mit der partiell in Lösung übergegangen und wieder abgeschiedenen Kieselsäure Pseudomorphosen nach dem einst vorhandenen Serpentin bildet. Die hierdurch entstandenen Gesteine stehen zwischen Serpentin und Opal in der Mitte; ihre Abstammung erkennt man aus dem Vorhandensein des für Olivin-Serpentin charakteristischen Maschennetzes. So lange noch wägbare Mengen von Magnesia vorhanden sind, so lange lassen sich auch die Spuren der früheren Structur unter dem Mikroskope erkennen.

Ich nenne diese Gesteine, welche ausgelaugte Serpentine sind, und die sich durch einen abnorm hohen Kieselsäuregehalt auszeichnen: Siliciophite. Wie zwischen Olivin und reinem Serpentin Uebergänge je nach dem Grade der Zersetzung vorhanden sind, so umfasst auch die Sippe der Siliciophite wegen des continuirlichen Verlaufes der Extraction der Basen und der allmähigen Imprägnation mit freier  $Si O_2$  ein ganze Reihe von Umwandlungsgebilden. Auf dem untersuchten Terrain fand ich von dieser Sippe mehrere chemisch ganz verschiedene Typen, welche die successiven Schritte der Natur markiren. Es sind dies Exemplare, welche einen Kieselsäuregehalt von 50%, von 67%, von 85% haben. Diesem variablen Gehalte an  $Si O_2$  entspricht gleichzeitig eine chemische Constitution, welche wir nur bei Aphrodit, Talkoid, Opal wiederfinden. Ich habe deshalb die eben erwähnten Namen als Schlagworte benutzt, um durch sie schon im Titel den Grad der Zersetzung andeuten zu können, welchen bereits der Serpentin aufweist. Keineswegs soll aber durch die Benützung dieser Namen die »mineralogische« Identität so heterogener Gebilde angedeutet werden.

Die Mehrzahl der untersuchten Siliciophitstücke stammt von der nächsten nördlichen Umgebung von Křemže.

1) Siliciophit mit Aphrodit-ähnlicher Zusammensetzung (M. Nr. 6101).

Derselbe besitzt im trockenen Zustande schmutzig erdfahle Farbe, gelblichgrau bis graubraun. Er ist mürbe, körnig, etwas porös. Er enthält zahlreiche Knötchen, die aus dem präexistirenden Pyrop entstanden sind, und welche aus radialstrahlig aggregirten Chloritschuppen bestehen, die einen Kern von halbzersetztem Pyrop umschliessen. Omphacit ward im Stücke nicht beobachtet. Eine Hyalithlamelle von  $\frac{1}{2}$  mm Dicke durchzieht das Stück. Unter dem Mikroskop erkennt man deutlich die ehemalige Structur von Olivin-Serpentin. Magneteisen fehlt fast vollständig, statt dessen tritt sporadisch am Platze ehemaliger Olivinkörner eine Anhäufung von pulverigem Turgit auf. Uebrigens umschliessen die Maschen des serpentinosen lichtgelblichgrünen Adergeflechtes höchst selten unzeretzte Olivinsubstanz, vielmehr statt dieser sehr häufig nur einen wasserhellen apolaren Kern von amorpher Kieselsäure. Letztere enthält die bekannten polarisirenden Flitterchen in überaus grosser Menge eingeschlossen. Ferner sieht man unter dem Mikroskop einzelne kleinere Hyalithadern, welche von aussen kommend im Innern des Stückes sich verästeln. Sie entsprechen den Zuführungscanälen der freien von aussen eingewanderten Kieselsäure.

Die Bauschanalyse der möglichst gereinigten Grundmasse ergab mir:

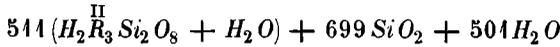
Volumgewicht = 2,229		Gerechnet	
		nach Typus: $R\text{SiO}_3 + aq$	
$\text{SiO}_2$	= 54,620/.	$28\text{SiO}_2$	= 49,184
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,74		
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ *)	6,35	$3\text{FeO}$	6,323
$\text{CaO}$	1,49	$1\text{CaO}$	1,639
$\text{MgO}$	26,47	$24\text{MgO}$	28,103
Glühverlust	13,71	$28\text{aq}$	14,754
	100,38		100,000

Ich habe nachträglich noch einige Controlversuche mit anderem, aber ähnlichem Materiale gemacht. Ich fand die Zahlen für  $\text{SiO}_2$  zwischen 49—54 %, jene von Magnesia dem entsprechend zwischen 29—25 % schwankend.

Berechnet man die obige Analyse unter der richtigen Annahme, dass die Probe eine Mischung von Serpentin mit  $\text{SiO}_2$  ist, so folgt aus den Zahlen

\*)  $\text{FeO}$  war wohl noch nachweisbar, doch in diesem, sowie in einzelnen späteren Fällen, die zersetzte und partiell auch  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  enthaltende Substanzen betreffen, wurde auf die Bestimmung desselben verzichtet, indem nur  $\text{Mg}$ ,  $\text{Si}$  für die vorliegende Untersuchung massgebend waren.

ein Verhältniss des ersten zur zweiten wie 3 : 4. Genau würde die Formel



zu den beobachteten Zahlen führen:

Serpentinöse Grundmasse:	Opal:
$SiO_2 = 30,66\%$	29,06
$Al_2O_3 \quad 0,00$	
$FeO \quad 5,70$	
$CaO \quad 1,49$	
$MgO \quad 26,46$	
aq $9,20$	4,54
$73,51$	

Neben der directen Beobachtung habe ich a. vor. S. auch jene gerechneten Werthe angeführt, welche der Formel  $RSiO_3 + aq$ , also der Constitution des Aphrodits genügen. Auch diese stimmen annähernd mit den beobachteten Daten. Gerade diese Thatsache hat mich veranlasst, jene Mineralien zu vergleichen, welche, wenn auch anders benannt, doch ähnliche Procentverhältnisse der Grundstoffe aufweisen. (Forts. S. 355 oben.)

Mineralname	Autor	Vorkommen	Atomverhältniss		
			Si	$\overset{II}{R}$	aq
I. Kerolith	Melling	im Serpentin	8	9	6
Zöblitzit	Frenzel 1875	dto.	7	9	6
ad Kerolith	vom Rath 1877	dto., Parson Hood Austral.	7	9	7
Deweylit	Haushofer	dto.	8	9	12
II. 18. c	Lemberg 1873	-	8	8	7
Aphrodit	Berlin	-	8	8	8
Kerolith	Hermann	-	8	8	10
Kerolith	Kühn	-	8	8	12
III. Hampshirit	Dewey		9	8	9
Hampshirit	Delesse		8	7	8
Meerschaum	Kobell		8	7	11

Einige dieser angeführten Mineralien hat bereits Fischer untersucht. Ueber Aphrodit bemerkt derselbe\*) Folgendes: »Aphrodit besteht aus schwachfarbig (blau bis gelb), aber einheitlich polarisirenden eckigen Körnchen.« Ich war in der Lage, ein aus dem Jahre 1844 stammendes mit der Etiquette: »Aphrodit mit Tabergit von Taberg« versehenes Handstück zu prüfen. Es ist dies ein unzweifelhaftes Vorkommen aus einem Serpentin-Bronzitgebiete. Aber dieser dichte feinkörnige grauweisse, angebliche Aphrodit ist zufolge meiner Analyse nur  $MgCaC_2O_6$ . Er ist durchspickt von einzelnen Opalkörnern und Kügelchen, sowie von winzigen Granaten und Chromitflittern. Er enthält ferner einzelne kleine säulenförmige Krystalle

\*) Krit. min. Stud. 2, 50.

Es existiren nämlich ziemlich viele Mineralien, deren Bauschanalysen zu den Formeln:

- 1)  $(RO)_{m+1} + (SiO_2)_m + (H_2O)_n$
- 2)  $(RO)_m + (SiO_2)_{m+1} + (H_2O)_n$
- 3)  $(RO)_m + (SiO_2)_m + (H_2O)_n$

führen. Und gerade diese Mineralien sind fast durchwegs in ihrem Vorkommen von der Präexistenz des Olivin abhängig; es können sogar die meisten derselben mit Sicherheit als Zersetzungsproducte des Olivin-Serpentin betrachtet werden. Ob aber diese Mineralien wirklich homogene Substanzen, oder theilweise mit freier Kieselsäure imprägnirte Massen sind, darüber fehlt in der Mehrzahl der Fälle eine entscheidende Untersuchung.

Die wichtigeren Magnesiahydrosilicate der besprochenen Constitution habe ich in der folgenden Liste zusammengestellt. Ich führe nur Namen, Analysenresultat, das Verhältniss zwischen  $\frac{II}{R} : Si : aq$  an, sowie ob sich das Mineral in einer Serpentinregion vorfindet.

P r o c e n t v e r h ä l t n i s s e

$H_2O$	$SiO_2$	$MgO$	$FeO$	$Fe_2O_3$	$Al_2O_3$	Rest
44,50	47,43	36,43	2,92	—	2,57	—
43,48	42,44	38,49	0,94	—	4,67	—
43,85	46,92	38,08	0,37	—	0,35	—
20,0	45,5	34,5	—	—	—	—
42,41	49,53	28,40	—	7,09	2,25	CaO
43,32	51,55	33,72	0,59	—	0,20	MnO
48,33	47,06	34,81	—	—	—	—
21,22	46,96	34,26	—	—	—	—
45,00	50,60	28,83	2,59	—	0,74	—
46,4	53,5	28,60	0,9	—	0,15	—
49,4	48,0	20,06	42,40	—	—	—

von Bronzit, die eigenthümlicher Weise in Rotheisen pseudomorphosirt sind. Ergäbe die Analyse eines solchen nicht ausgesuchten Materials einen grossen Kieselsäuregehalt, so stammt derselbe nur von der freien ungebundenen Kieselsäure, keineswegs von einem Silicate.

Würden alle übrigen Vorkommnisse diesem Handstücke gleichen, so wäre die Species Aphrodit zu streichen. Trotz meiner Bemühungen gelang es mir nicht, echten Aphrodit zu acquiriren.

Ferner untersuchte ich unter dem Mikroskop Kerolith von Schlesien, welcher eine Structur besitzt, die an Erbsenstein erinnert. In meinem Präparate (Nr. 240) war keine Spur des serpentinösen Maschennetzes aufzufinden, während Fischer\*) gerade bei Kerolith die Existenz eines

\*) Fischer, Krit. min. Stud. 1, 28.

solchen hervorhebt. Mein Präparat durchziehen kleine Adern von Opalmasse. Dass übrigens freie Kieselsäure mit solchen basischen Magnesiahydro-silicaten sehr häufig associirt ist, zeigen am deutlichsten die bekannten Vorkommnisse des Meerschaums.

Diese wenigen Notizen deuten zur Genüge an, dass für einzelne Glieder dieser Aphroditippe noch die mikroskopische und chemische Prüfung zahlreicher Handstücke, ja selbst die Forschung im Felde nöthig ist, um entweder die volle Selbständigkeit der Species oder deren Abstammung von Serpentin und freier Kieselsäure behaupten zu können. Selbst Roth\*) hat dieselben nur nominativ ohne weitere Begründung zu einer Kerolithgruppe vereint.

## 2) Siliciophite von Talkoid-ähnlicher Zusammensetzung.

Die Gebilde dieser Art sind schmutzig braungelbe (M. Nr. 6834) bis fleischrothe (M. Nr. 6830) Massen\*\*), derb, dicht, unschön, die sehr häufig zellig ausgefressen sind, manchmal aber auch in grösseren Stücken ganz homogen erscheinen. Sie besitzen beträchtliche Härte 5—6, und das Volumgewicht 2,35. Makroskopisch sind erkennbar sowohl die selten vorkommenden »unveränderten« Omphacite, als auch die Pyropkörner, von denen einige bereits total, andere erst zur Hälfte in Chlorit umgewandelt sind, und welche wie Warzen aus dem Gestein herausragen. Unter dem Mikroskop ist noch ziemlich deutlich die ehemalige Structur erkennbar, doch ist das Maschengewebe bereits in wirre Fasern zersetzt. Von den Olivinkernen sind nur wenige intacte Residua vorhanden, an die Stelle derselben ist apolare Opalmasse mit ihren charakteristischen Flitterchen getreten, welche auch alle übrigen Parthieen durchdringt. Einzelne dieser umgewandelten Olivinkerne (vergl. Fig. 5, Präp. Nr. 230) zeigen auch eine schichtenweise Ausfüllung mit Kieselsäure. Die äussere Begrenzung bilden Serpentinreste, darauf folgt nach innen zu eine Schichte von Kieselsäure mit lebhafter Aggregatpolarisation und erst den innersten Kern bildet apolare Opalmasse mit winzigen polarisirenden Flittern.

Von diesen Siliciophiten habe ich zahlreiche Stufen geprüft; Exemplare, die theils von verschiedenen Orten des untersuchten Terrains, theils von verschiedenen Jahrgängen der Aufsammlung stammen. Die Hauptresultate blieben dieselben. Die Analyse ergab vor Allem die Abwesenheit der Kohlensäure. Typisch ist ferner für alle Exemplare ein  $SiO_2$ -Gehalt von circa 68% und ein Glühverlust von circa 8%.

\*) Roth, chem. Geol. 1, 299.

\*\*) Gebilde ähnlicher Art und ähnlicher Farbe kommen auch im Serpentinegebiete von Zöblitz vor. Dies ist den Angaben von Blum zu entnehmen (Pseudom. 110, Nachtrag 1, 67; Roth, chem. Geol. 1, 360). Blum sagt: »Talkähnliche Pseudomorphosen nach Pyrop finden sich im verhärteten opalartigen, graulichgelben Serpentin.« Letztere Worte stimmen vollkommen mit den Eigenschaften unserer Siliciophite.

Hervorzuheben ist, dass die chemische Prüfung keineswegs eine Quantität der löslichen Kieselsäure ergab, die der mikroskopischen Schätzung auch nur annähernd entsprochen hätte. Nur ein geringer Bruchtheil\*), etwa 10—12% der Gesamtmenge von  $SiO_2$ , kann durch anhaltendes Kochen in Sodalösung aus der Substanz extrahirt werden. Der grössere Theil der freien Kieselsäure muss als schwer lösliche, krystallinische Modification vorhanden, Tridymit partiell Quarz, sein.

Von den durchgeführten Bauschanalysen erwähne ich zwei. Sie repräsentiren für den Procentsatz der vorhandenen Kieselsäure die extremsten Fälle. In der Liste trenne ich die in Sodalösung unlöslichen Bestandtheile von den löslichen\*\*).

	I.	II.
lösliche $SiO_2$	= 6,95%	9,47%
unlösliche $SiO_2$	60,72	72,11
Glühverlust	9,15	5,74
$MgO$	14,52	8,22
$Fe_2O_3$	8,02	3,86
$CaO$	0,45	0,38
	<hr/> 99,84	<hr/> 99,78

Dem Procentverhältnisse nach besteht Siliciophit I. aus nahe gleichen Theilen Serpentin und Opal, hingegen II. aus 1 Serpentin + 3 Opal. Des Vergleiches wegen habe ich diese Rechnungen durchgeführt. Man erhält dadurch einen ziemlich richtigen Einblick in die Constitution dieser Zersetzungsgebilde, welche demzufolge bestehen aus:

I.		II.	
$SiO_2 = 49,35$	+ freie $SiO_2 = 41,37\%$	$SiO_2 = 40,61$	+ freie $SiO_2 = 64,49\%$
$MgO$ 14,52	lösl. $SiO_2$ 6,95	$MgO$ 8,22	lösl. $SiO_2$ 9,47
( $FeO$ ) 8,02	Rest aq 3,35	( $FeO$ ) 3,86	Rest aq 2,52
$CaO$ 0,45		$CaO$ 0,38	
$H_2O$ 5,80		$H_2O$ 3,24	

Eine genaue Formulirung solcher Zersetzungsproducte ist überflüssig.

### 3) Siliciophite vom Typus Opal.

Diese Siliciophite sind wahre Umwandlungspseudomorphosen von Opal nach Serpentin. Ihre Dünnschliffe zeigen die ehemalige Olivin-Serpentinstructur noch so deutlich, dass gar kein Zweifel über das Muttergestein obwalten kann. Hierdurch unterscheiden sich auch die hier einzureihenden Vorkommnisse von den gewöhnlichen amorphen Opalen, die als Auslaugungsproducte (vergl. S. 344) so häufig auf diesem Terrain gefunden werden.

\*) Die letzten Arbeiten von Winkler lehren, dass Tridymit schwierig und nur theilweise durch kochende Sodalösung aufgelöst wird. Vergl. Nov. Act. Leop. 1878, 40, 362. Stelzner, Jahrb. f. Min. 1884, 1, 147.

\*\*) Wegen  $FeO$  verweise ich auf die frühere Note S. 353.

Unter dem Mikroskop erkennt man die rudimentären Fasern des ursprünglichen serpentinosen Maschengewebes. Alle Olivinkerne sind zerstört. Die Kieselsäure selbst ist vorhanden theils in Halbopal-ähnlicher Modification, welche das Stück imprägnirte und nun bildet, theils aber auch in Form von einzelnen Hyalithadern, welche das Exemplar durchqueren. Sehr schön zeigen solche Verhältnisse die sogenannten grünen Chalcedone von Goldenkron, welche man dort an dem östlichen Abhange des Schöningers sporadisch unter der Ackerkrume findet (M. Nr. 6853). Die ähnlich gefärbten schlesischen Chrysoprase zeichnen sich durch einen Nickelgehalt aus. Wiederholte Prüfung führte hier nur zur Scheidung einer geringen Quantität von Mangan. Die Analyse ergab mir:

Volumgewicht = 1,984; Kohlensäure fehlt.

<i>SiO<sub>2</sub></i>	= 88,75%
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	1,48
<i>FeO</i>	0,95
<i>MnO</i>	0,37
<i>CaO</i>	0,44
<i>MgO</i>	1,92
Glühverlust	6,58
	100,49

Die Metamorphosirung des Serpentin hat mit der Bildung der Opalsilicophite ihr Ende erreicht. Alle übrigen vom Serpentin abstammenden Mineralien sind Neubildungen und entstanden (vergl. früher S. 337) aus den in Lösung gebrachten Bestandtheilen des Serpentin selbst. Auch ein Theil der Kieselsäure, welche die Bildung dieser Silicophite veranlasst, stammt von solchen Lösungen.

### C. Die Metamorphosen des Pyrop.

#### α. Die pyrogene Contactzone: Kelyphit.

Die im Olivin-Serpentin eingebackenen Pyrope, namentlich jene, welche ich beim Orte Prabsch nächst Křemže sammelte (M. Nr. 6099), zeigen deutlich die Spuren einer pyrogenen Metamorphose. Sie sind alle mit einer  $\frac{3}{4}$ —1 mm dicken — nie dünneren, nie dickeren — Schichte eines fremdartigen Körpers umgeben, der concentrisch faserig, schwach doppeltbrechend ist und licht graubraune Farbe besitzt. Dieselbe schneidet »scharf« gegen den inneren Pyrop ab, welcher sich von derselben immer als vollkommen glattes glänzendes polyëdrisches Korn, ohne Krystallumrisse, absondern lässt und oft von freien Stücken abspringt. Nach aussen hin hängt aber die Rinde mit dem Olivin-Serpentin zusammen, ohne deshalb mit dem letzteren innig verwachsen zu sein (M. Nr. 6844). Der Serpentin haftet fester an der Rinde, springt nicht freiwillig ab und muss mechanisch abgetrennt

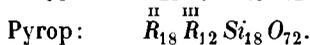
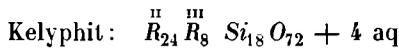
werden. Ist aber der Serpentin entfernt, so merkt man, dass auch die Pyrophülle ringsum geschlossen und ebenfalls ziemlich scharf gegen den Olivin-Serpentin abgegrenzt ist. Namentlich tritt unter dem Mikroskop diese gegen aussen markirte Begrenzung der Rindensubstanz recht deutlich hervor. An sie schliesst sich in einzelnen Präparaten zuerst glasheller Olivin an und erst auf diesen folgt Serpentin. Häufig weist letzterer in der nächsten Nähe des Granat Andeutungen von Fluidalstructur auf und erst in grösserer Distanz vom Pyrop das gewöhnliche Maschengeflecht. Es kann diese Fluidalstructur nur hervorgerufen sein durch das Tiefersinken des Granat in dem noch nicht erstarrten Olivinmagma.

Die Analyse vollkommen gereinigter Rindensubstanz ergab mir:

Volumgewicht =	3,064;	H = 6,5—7.
Si O <sub>2</sub> =	40,41 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43,35	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,47	—
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,75	—
Fe O	7,02	—
Mn O	0,34	—
Ca O	5,05	—
Mg O	27,40	—
Glühverlust	2,24	—
	99,97	

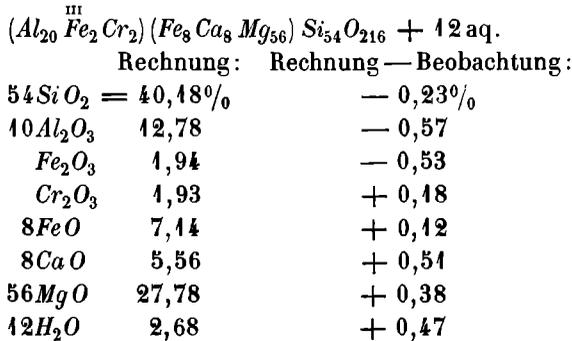
Sowohl gegen Fluorammon wie gegen Natronkali verhält sich die Substanz ziemlich indifferent und selbst das allerfeinste Pulver wird nur schwierig aufgeschlossen. Durch kochende Säuren wird die Substanz sehr schwach, aber doch erkennbar angegriffen. Spuren von Eisen gehen in Lösung.

Diese eben beschriebene Rindensubstanz nenne ich \*) Kelyphit (κέλϕος). Sie gehört nach ihrer Constitution wesentlich dem Typus  $\overset{\text{II}}{R}_2\overset{\text{III}}{Si}O_4$  an und ihre einfachste Formel wäre  $\overset{\text{II}}{R}_{12}\overset{\text{III}}{R}_4\overset{\text{III}}{Si}_9O_{36} + 2 \text{ aq}$ . Hier verhält sich die Quantität der an zweiwerthige Basen gebundenen Kieselsäure zu jener, welche an die dreiwerthigen Basen tritt, wie 2 : 4 — während bei den echten Pyropen das Verhältniss beider 4 : 4 ist. Symbolisch ist dies ausdrückbar durch die Formeln:



\*) Ich habe schon 1879 der löbl. Redaction dieser Zeitschrift Namen und Analysenresultat von Kelyphit mitgetheilt, sowie meinem Assistenten Scharizer gestattet, diesen Namen in seiner Arbeit über Pyrop zu nennen. Sitzung der geol. Reichsanstalt 31. Juli 1879, S. 244 (vergl. diese Zeitschr. 4, 633).

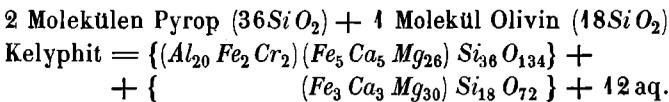
Um jeden der im Kelyphit vorkommenden Grundstoffe auch in der Formel angeben zu können, muss man eine Formel mit hohem Molekulargewicht anwenden und zwar:



Diese Formel genügt nicht bloss, um die beobachteten Zahlen durch ein empirisches Symbol zusammenzufassen, sondern sie gestattet auch, was weit wichtiger ist, aus der Constitution auf die Paragenesis des in Rede stehenden Minerals zu schliessen.

Der sehr geringe Glühverlust, welcher als 12 Moleküle Wasser in Rechnung gestellt erscheint, ist jedenfalls ein Zeichen, dass das Tagwasser, welches den umgebenden Olivin in Serpentin verwandelt, bereits beginnt, den Kelyphit in ein Hydrosilicat zu zersetzen. Dieser hydratogenen Umwandlung des Kelyphit und des Pyrop, welche zu chloritischen Endproducten Veranlassung giebt, ist der nachfolgende Paragraph gewidmet. Sie ist aber total verschieden und zu trennen von jenen Vorgängen, durch welche das Nusschalen-ähnliche, ursprünglich jedenfalls wasserfreie Gebilde rings um Pyrop entstanden ist.

Eine Betrachtung der für Kelyphit (vergl. oben) gültigen Formel lehrt, dass das wasserfreie Silicat sich ungezwungen auf zwei leicht verständliche Constituenten zurückführen lässt. Es besteht aus:

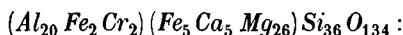


Ist der Kelyphit entstanden aus der Vereinigung von zwei Pyrop- und einem Olivinmolekül, so müssen die aus der Formel des Kelyphit retour gerechneten \*) Procentzahlen der zwei Constituenten auch mit der directen

\*) Der Auswerthung der im Kelyphit vorhandenen Basen muss die Bedingung zu Grunde gelegt werden, dass im Pyrop die zweiwerthigen Basen ebenso viel (vergleiche S. 333) Si O<sub>2</sub> binden, als die dreierwerthigen: also in demselben 36  $\frac{H}{R}$  vorhanden sind. Ferner dass der Olivin ursprünglich von dreierwerthigen Basen möglichst frei ist, daher alle dreierwerthigen Basen dem Pyrop zuzuschreiben sind, und so in Rechnung gestellt werden müssen.

Beobachtung für den Kernpyrop und den umschliessenden Olivin stimmen. Dies ist, wie die nachfolgenden Daten beweisen, wirklich der Fall, und deshalb auch die Abstammung des Kelyphit vom Pyrop und Olivin über alle Zweifel erhaben.

Die Rechnung verlangt für zwei Moleküle Pyrop



	Berechnet :	Beobachtet (vergl. S. 333):
36SiO <sub>2</sub>	= 41,675 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	40,45 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
10Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,873	19,67
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,087	4,05
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,952	2,60
5FeO	6,946	6,90
5CaO	5,402	5,44
26MgO	20,065	20,79
	<hr/> 100,000	

Ein Molekül Olivin (Fe<sub>3</sub>Ca<sub>3</sub>Mg<sub>30</sub>)Si<sub>18</sub>O<sub>72</sub>:

	Berechnet :	Beobachtet (Serpentin S. 332):
18SiO <sub>2</sub>	= 40,540 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	40,46 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
3FeO	8,109	8,85
3CaO	6,306	2,49
30MgO	45,045	35,67
	H <sub>2</sub> O	10,52
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,50
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,53

In letzterem Falle ist der Vergleich zwischen Rechnung und Beobachtung nur ein unvollkommener, weil zur Analyse nicht mehr der ursprüngliche Olivin, sondern nur ein Olivin-Serpentin vorlag, ein Material, welches bereits zu  $\frac{2}{3}$  aus Hydrosilicat bestand. Berücksichtigt man aber, dass für Calcium und Magnesium Hydrogenium eintritt, so ist auch hier die Uebereinstimmung eine vollkommene.

In der bisher geführten Discussion ward der 2% betragende Glühverlust nicht berücksichtigt, sondern (vergl. oben) als Beweis für die beginnende hydratogene Umwandlung des Materials betrachtet. Wollte man aber diese wohlbegründete Annahme nicht gelten lassen, so würde trotzdem der hier gewonnene Einblick in die Constitution des Kelyphit in keinem Punkte wesentliche Modificationen erleiden.

In Folge dieses analytischen Resultates ist es möglich und gerechtfertigt, den Kelyphit als ein Contactgebilde zu betrachten, entstanden durch die Mischung von Pyrop und Olivinmagma.

Hiermit stimmen auch die paragenetischen Verhältnisse vollkommen

überein. Kelyphit kommt nicht etwa vereinzelt vor, sondern vielleicht Millionen Pyrope sind »alle« von einer identen und immer gleich dicken Rinde umhüllt. Diese umgiebt wie eine Schale den Pyrop, sie besteht weder aus Chlorit noch aus Hornblende, sie ist nicht Pyrop, nicht Olivin. Sie ist ferner kein hydatogenes Umwandlungsgebilde des Pyrop, denn auch in Mitten jener Stücke, die von sehr wasserarmem (nur 5% aq haltenden) Olivin-Serpentin gebildet sind, ist die Entwicklung des Kelyphit ident mit jener, welche die in den wasserreichsten Serpentin eingebackenen Körner zeigen. Die Entstehung des Kelyphit ist daher nicht abhängig von der Hydratisierung des Olivin, sondern mit der Bildung des Serpentin ist parallel-laufend die später eintretende hydatogene Umwandlung des Kelyphit in chloritische Substanzen (vergl. nachfolgenden Paragraphen).

Es kann daher der Kelyphit nur ein pyrogenes Contactgebilde an der Grenze zwischen dem schon gebildeten Pyrop und dem noch feurigflüssigen Olivin sein. Nur eine Schmelzrinde kann die ausgezeichnete Eigenschaft besitzen, in »allen« Fällen auf »einem« Terrain »alle« Pyrope gleich dick einzuhüllen. Nur eine Schmelzzone kann sich so scharf wie Kelyphit von dem inneren — früher heissen, jetzt aber erkaltet und stärker contrahirten — Kerne wieder freiwillig ablösen, während sie mit dem umgebenden Material enger zusammenhaften wird. Nur in der Substanz einer Contactzone können die beiden vorhandenen Constituenten sich mischen, und zwar naturgemäss in einem solchen Verhältnisse, dass das Magma des bereits im Festwerden begriffenen Körpers (hier Pyrop), die Substanz des Kernes also, überwiegt.

In den vorhergehenden Zeilen sind alle wichtigen Thatsachen reassumirt und betont worden, welche zwingen, den Kelyphit für ein pyrogenes Umwandlungsproduct der Pyropschubstanz zu erklären. Ob aber die Pyrope selbst primäre oder secundäre\*) Gebilde sind, diese Frage harret noch der Erledigung. Im letzteren Falle wäre Kelyphit als Glied der dritten Generation zu bezeichnen. Die Antwort auf die ebengestellte Frage soll entscheiden: ob die Pyrope wirklich aus »Einem« gleichmässig gemischten, die Elemente (also auch  $Al_2O_3$ ) von Pyrop und Olivin ungesondert enthaltenden — Magma ausgeschieden und aus ihm herauskrystallisirt sind? oder ob die Pyrope nur die geschmolzenen, veränderten und zuerst erstarrten Reste früher vorhandenen, magnesiaärmeren Almandinfels wären, welche von einem später erstarrenden, noch magnesiareicheren Schmelzproducte umschlossen sind?

---

\*) Eine Bemerkung von Lemberg (deutsch. geol. Ges. 1875, 27, 54) kann hier passend eingeschaltet werden. Sie betrifft den Pyrop von Böhringen und lautet: »Bemerkenswerth ist es, dass sich im Serpentin die magnesiareichsten Granaten finden, und es drängt sich der Gedanke auf, zwischen dem hohen Magnesiagehalte der Granaten und ihrer Umgebung dem Olivin eine ähnliche genetische Beziehung zu statuiren, wie etwa zwischen den grossen Kalkmengen des Grossulars und dem denselben umgebenden Kalkstein.«

Ueber das Contactgebilde Kelyphit kann man mit Sicherheit urtheilen; schwieriger ist es hingegen, eine »absolut« sichere Entscheidung zu treffen, welche der zwei Hypothesen die Bildung des Pyrop richtig erklärt. Ich habe deshalb den zweiten Fall, den einer secundären Entstehung des Pyrop, schon früher S. 335, aber nur als erst zu beweisende Hypothese, besprochen. Für sie spricht das fast ausschliessliche Vorkommen des Pyrop im Olivin, sowie die eigenthümliche Form des Pyrop. Von letzterem findet man (mit wenigen Ausnahmen) nur polyëdrische apolare Körner, während hingegen der Substanz der magnesiaärmeren Granaten grosse Krystallisationskraft eigen ist und dieselben auch Aggregatpolarisation zeigen.

**Anhang:** Kelyphit aus dem Serpentin der Vogesen. Das Auftreten einer Contactzone um Pyrop ist ein allgemeines Phänomen und nicht etwa bloss auf das Vorkommen von Křemže beschränkt. Es wurde schon seit lange von zahlreichen Beobachtern beschrieben\*), aber nie isolirt untersucht. Deshalb sind auch die verschiedensten Hypothesen über die Natur dieses Minerals ausgesprochen worden. Die innerösterreichischen\*\*) und sächsischen Vorkommnisse gleichen vollkommen den böhmischen; grössere Differenzen bemerkte ich bei der Untersuchung eines Dünnschliffes von Pyrop-Serpentin aus den Vogesen. Ich habe deshalb mir ausreichendes Untersuchungsmaterial erbeten und erhielt auch durch die freundliche und dankenswerthe Bemühung des Herrn Prof. Groth solches vom Fundorte Petrémpré (Dép. des Vosges).

Der schwärzlichgrüne Olivin-Serpentin dieses Fundortes (M. Nr. 6093) enthält sparsam eingestreut einige metamorphosirte bohngrosse Granaten (M. Nr. 6094). Im Schliffe zeigen dieselben alle Erscheinungen wie der Kelyphit von Křemže, nur fehlt ihnen die centrale Kernparthie: der unveränderte Pyrop. Die Granaten sind hier total in Kelyphit-ähnliche Massen umgewandelt. Hieraus lassen sich zwei Schlüsse ziehen: 1) die zur Bildung des Kelyphit nothwendige Temperatur muss zu Petrémpré länger, ununterbrochener — als zu Křemže — geherrscht haben, oder die Abkühlung langsamer vor sich gegangen sein; 2) da der ganze Pyrop eigentlich nur mehr Kelyphitmasse ist, so muss in der Constitution des letzteren auch der Pyrop gegen Olivin überwiegen und zwar mehr als im Vorkommen von Křemže. Der Kelyphit der Vogesen wird daher, wenigstens in Vor-

\*) Hochstetter (Jahrb. geol. Reichsanst. 5, 30) hat diese Granatrinde im Serpentin von Křemže bereits 1854 beobachtet. Er schreibt: »Diese Granaten sind umgeben von einer meist nur 1 mm dicken Schicht eines blätterigen, röthlich-braunen Minerals (Chlorit-glimmerartig), dessen Blättchen und Fasern senkrecht auf der Oberfläche der Granatkörner stehen. Diese Hülle ist mit Serpentin verwachsen, während die Granatkörner sich leicht herausheben lassen.«

\*\*) Hiervon wird in der nächsten Lieferung von Cohen Mikrophotographien eine charakteristische Abbildung erscheinen.

kommissionen ähnlich dem geschilderten — nicht eine Zwischenstufe im Verhältnisse von 2 : 1 zwischen Olivin und Pyrop bilden, sondern letzterem näher stehen.

Delesse\*) hat bereits »diese« Granaten beschrieben und analysirt.

Ich stelle im Nachfolgenden seine Beobachtungen und meine jetzige Analyse zusammen:

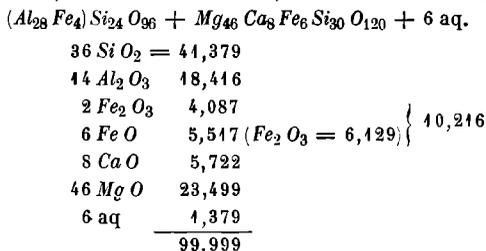
	Delesse	Schrauf**)
	Volumgewicht = 3,45	3,010
$SiO_2$	= 41,56 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	39,70 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
$Al_2O_3$	19,86	17,85
$Fe_2O_3$	10,17	10,15
$Cr_2O_3$	0,35	1,19
$MnO$	—	0,69
$CaO$	4,25	4,57
$MgO$	22,00	22,91
$H_2O$	1,58	2,99
	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 99,77	<hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> 100,05

Die Uebereinstimmung der Analysen beweist, dass beide Autoren idente Substanzen untersuchten\*\*\*). Delesse hat das damals von ihm analysirte Material als magnesiareichsten Pyrop bezeichnet und dessen abnorm niedriges Volumgewicht — da der Glühverlust ein minimaler — als eine Folge des hohen Magnesiumgehaltes betrachtet. Beide Thesen lassen sich nicht vertheidigen. Die echten Pyrope besitzen ebenfalls sehr hohen Magnesiumgehalt und doch ist deren Dichte 3,7. Ein um 0,6 niedrigeres

\*) Delesse, Ann. des Min. 1853, 18, 321. Diese Analyse wird meist falsch citirt. In Rammelsberg, Mineralchemie 1860, S. 693 ist, statt des beobachteten, ein von Rammelsberg gerechneter Gehalt an  $\overset{II}{Fe}$  und  $\overset{III}{Fe}$  angeführt. Dana, Min. 267, Nr. 19 citirt diese gerechneten Zahlen und giebt überdies Autor und Fundort falsch an.

\*\*) Ich besass nur Materiale für eine Analyse, daher die Bestimmung von  $FeO$  fehlt.

\*\*\*) Der merkbare Glühverlust deutet an, dass bereits eine partielle Zersetzung und Auslaugung der Substanz stattgefunden hat. Will man die Berechnung mit möglichst wasserfreier Substanz durchführen, so muss man sich erinnern, dass namentlich  $Ca$  entführt und durch  $H_2$  ersetzt wird. Man hat deshalb rückwärtsschliessend eine analoge Quantität Kalkorthosilicat statt  $H_2$  . . einzuführen. Dann erhalten wir aber auch eine Kelyphit-ähnliche Formel, welche Zahlen liefert, die mit der Beobachtung stimmen:



(3,45) Volumgewicht »Einer« Species kann nicht durch den Hinweis auf geänderte Texturverhältnisse erklärt werden. Eher wäre es zu rechtfertigen, wenn man zur Erklärung auf die Thatsache hinwiese, dass das Volumgewicht der geschmolzenen Granaten ein geringeres ist, als dasjenige, welches sie vor dem Schmelzen haben.

Leider fehlt mir das Material: klare helle Kernkrystalle desselben Fundortes, an welchen der Magnesiagehalt dieses Pyrop ermittelt werden könnte. Ohne die Kenntniss dieser Zahl ist es jedoch unmöglich, die Beziehungen zwischen dem secundären Kelyphit und dem eventuell primären Pyrop von Petrémpré genau festzustellen. Gerade für die Erkennung dieser Relation waren die Vorkommnisse von Křemže überaus günstig entwickelt.

Mit Ausnahme der Untersuchung von Delesse ist mir keine Arbeit bekannt, welche sich mit der exacten Bestimmung der chemischen Substanz dieser Hülle um den Granat beschäftigt hätte. Und doch ist seit 1846 diese Granatrinde mehrfach beobachtet\*) und als: Pyknotrop, Rhodochrom, Chrysotil, Asbest . . . beschrieben worden. Ich habe nicht versäumt, die gesammte einschlägige Literatur zu studiren, sowie die wichtigsten — hier nicht citirten — Vorkommnisse wenigstens in Dünnschliffen zu vergleichen. Ueberall tritt uns, mehr oder minder schön entwickelt, Kelyphit um Pyrop entgegen.

### β. Die hydratogenen Umwandlungsproducte des Granat: Chloritvarietäten.

Wesentlich verschieden von der pyrogenen Umwandlung des Pyrop ist die später, während der Zerstörung des Serpentin eintretende Metamorphose des Granat in chloritische Gebilde.

Die Umwandlung des Pyrop in ein Hydrosilicat beginnt und verläuft parallel mit der Zersetzung des Olivin in Serpentin. Der geringe, 2<sup>0</sup>/<sub>100</sub> betragende Glühverlust, den die Analysen des Kelyphit ergaben, ist bereits durch das an die Verbindung sich herandrängende Wasser verursacht. Auf dem Terrain von Křemže wird aber die Zersetzung des Granates und

---

\*) Zum erstenmale hat die Pyropirinde in Serpentinesteinen Müller (Jahrb. für Min. 1846, S. 242) von der Localität Greifendorf in Sachsen präcis beschrieben: »Im frischen Innern des Serpentin ist der Granat häufig mit einer schwachen Rinde eines graugrünen Minerals umgeben, das mit Breithaupt's Pyknotrop eine Aehnlichkeit besitzt. Dasselbe sondert sich von dem umhüllten Granat stets durch eine scharfe Grenze ab, oft ist von der äusseren Seite ein Uebergang in den einschliessenden gemeinen Serpentin bemerkbar.« — Pyknotrop ist eine Substanz, welche nach Fikenscher enthält:  $SiO_2 = 45\%$ ,  $Al_2O_3 = 29,30\%$ ,  $MgO = 12,60\%$ ; daher dieser Name von Müller unrichtig angewandt wird.

In ähnlicher Weise wie Müller schildern auch die übrigen Beobachter die hier einzureihenden Vorkommnisse diverser Localitäten; doch wäre es wohl überflüssig, deren divergente Meinungen hier ausführlicher zu citiren.

seiner Hülle eigentlich erst dann deutlich bemerkbar, wenn die Serpentine selbst bereits in Siliciophite umgewandelt sind, denn nur in diesen letzteren habe ich wahrhaft typische \*) Parachloritknötchen angetroffen.

In den dichten, derben, gelblichrothen Siliciophiten (S. 356) sind die präexistirenden Pyrope sammt ihrer Kelyphithülle total umgewandelt. Sie bilden jetzt grüne erbsengrosse Knötchen, welche vom Siliciophit nach allen Seiten dicht umschlossen sind. Mit letzterem sind sie aber nicht verwachsen, sondern sie lassen sich leicht von letzterem lösen und aus ihrer Grube herausheben. An diesen Knötchen sind genau, sowie am Pyrop selbst, zwei Zonen, Hülle und Kern, bemerkbar. Beide lassen sich mechanisch von einander — wenn auch nicht ganz scharf und vollkommen — trennen. Die dem Kelyphit entsprechende und aus ihm entstandene Hülle wird von Parachlorit gebildet, während der Pyropkern in ein erdiges braunes Hydro-silicat umgewandelt ist, in dem noch einige wenige Körner — circa 3% — des unzersetzten Granates enthalten sind (M. Nr. 6832).

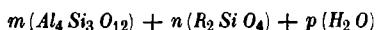
1) Die Substanz der »Kern metamorphosen« hat röthlichgraue Farbe, ist leicht zerlegbar, während die eingemengten noch unzersetzten Pyropfragmente schwer aufgeschlossen werden. Dieser Gegensatz erlaubt auch, letztere bei der Analyse auszuschneiden. Die Masse selbst ist compact bis körnig, fast schneidbar, thonigem Talke ähnlich. Deshalb mag auch für dieses Umwandlungsgebilde der Name Pyknotrop von einigen Autoren angewendet worden sein, obgleich die Zusammensetzung des letzteren nicht mit jener der vorliegenden Substanz übereinstimmt.

Die Analyse einer geringen (0,4 g) Quantität ergab mir:

Beobachtet :		Berechnet :	
$SiO_2$	= 33,18%	62 $SiO_2$	= 35,154%
$Al_2O_3$	19,09	20 $Al_2O_3$	19,467
$Fe_2O_3$	15,43 $\left\{ \begin{array}{l} Fe_2O_3 + \\ FeO \end{array} \right\}$	2 $Fe_2O_3$	3,024
$Cr_2O_3$	deutliche Spur	2 $Cr_2O_3$	2,892
$CaO$	schwache Spur	5 $Fe_2O_3$	7,560
$MgO$	20,95	52 $MgO$	19,656
Glühverlust	12,53	72 aq	12,247
	<u>104,18</u>		<u>100,000</u>

Das gesammte Eisen incl. Chrom musste als Eisenoxyd gewogen werden, indem mir vorerst für eine zweite Analyse keine genügende

\*) Mit dem Namen Parachlorite bezeichne ich jene Chlorite, deren Constitution sich durch die Orthosilicatformel



erklären lässt. In diese Gruppe ist z. B. Epichlorit, Talkchlorit, Epiphanit etc. einzu-reihen.

Quantität zu Gebote stand. Um das Material für die vorliegende Analyse zu gewinnen, musste bereits eine ganze Reihe von Siliciophithandstücken zerschlagen werden.

Ich habe neben den beobachteten Zahlen jene Werthe aufgeführt, welche die Rechnung mit einfachen Atomverhältnissen ergibt, und welche gleichzeitig der doppelten Bedingung genügen, sowohl einen Vergleich mit der Analyse, als auch mit den ursprünglich im Pyrop vorhandenen Molekulargruppen zuzulassen.

Vergleicht man nun dieses Rechnungsergebniss mit den constituirenden Bestandtheilen des präexistirenden Pyrop, welcher ja das Material für die Kernmetamorphosen lieferte, so erhält man folgende Antithese:

Vorhanden war im Pyrop:	Vorhanden ist jetzt im umgewandelten Gebilde:
$Al_{20} Cr_2 Fe_2 Si_{18} O_{72}$	$Al_{20} Cr_2 Fe_2 Si_{18} O_{72} + 18 \text{ aq}$
$13 (Mg_2 Si O_4)$	$13 (Mg_2 Si O_4) + 13 \text{ aq}$
$\frac{5}{2} (Ca_2 Si O_4)$	fehlt
$\frac{5}{2} (Fe_2 Si O_4)$	$\frac{5}{2} Fe_2 O_3 + 5 \text{ aq.}$

Aus dieser Gegenüberstellung ersieht man, auf welche Weise die Zersetzung des Pyrop vor sich geht und welche Stoffe zuerst durch das an die Verbindung herantretende Wasser ausgelaugt werden.

Der Vergleich ergibt, dass von den ursprünglich vorhandenen Molekulargruppen noch die Orthosilicate der Thonerde und der Magnesia in der Pseudomorphose nachweisbar sind. Sie wurden nur in Hydrosilicate umgewandelt. Das Kalk- und Eisensilicat sind hingegen zerstört. Die diesen Verbindungen entsprechende Menge von Kieselsäure, sowie der Kalk selbst ist in Lösung gebracht und weggeführt worden. Das hierbei frei werdende Eisenoxydul geht jedoch gerade bei dieser Phase der Metamorphose in Ferrihydrat über, bleibt als solches in der umgewandelten erdigen Substanz zurück und trägt zur bräunlichen Färbung derselben bei.

Aus diesen Details erkennt man ferner, dass der Process der Zerstörung des Pyrop manche Analogie besitzt mit dem Vorgange bei der Serpentinisirung des Olivin. Hier wie dort wird zuerst Kalk in Lösung übergeführt, während die trivalenten Basen am längsten den Angriffen des Tagwassers Widerstand leisten. Auch die Umwandlung des Kelyphit in Parachlorit erfolgt nach diesem Schema.

2) Parachloritische Hülle. So weit die ursprüngliche concentrisch faserige Structur des Kelyphit reichte, soweit sind auch die aus ihm entstandenen chloritischen Lamellen und Blättchen radial gestellt. Gegen das Centrum zu liegen sie wirr durcheinander und sind auch schon theilweise mit der erdigen Masse des Kerns vermengt. Die Farbe dieser Parachlorit-schuppen ist grün, ihr Pulver graugrün; bei 300° C. werden sie braun,

perlmutterglänzend und glimmerähnlich. In Salzsäure vollkommen zersetzbar.

Die Analyse einer geringen Quantität gut lufttrockener Substanz ergab mir folgende Resultate:

Volumgewicht = 2,64 bis 2,64 (an 0,35 g bestimmt).

A.	
	$SiO_2 = 37,03$
$FeO$	$Al_2O_3$ 17,94
$Fe_2O_3$	$Fe_2O_3$ 42,44
$Cr_2O_3$	$Cr_2O_3$ Spur
	$CaO$ Spur
	$MgO$ 18,82
Glühverlust	13,21
	99,44

Zu ziemlich gleichen Resultaten führte die Untersuchung jener Parachloritknötchen, welche eingelagert in dem Siliciophit des Typus Aphrodit vorkommen (M. Nr. 6400). Das betreffende Handstück (vergl. S. 353), welches im Wesentlichen aus zersetztem Serpentin besteht, und mit Opalkieselsäure imprägnirt ist, enthält die Reste der präexistirenden Granate in der Form von erbsengrossen, leicht loszulösenden Knötchen. Diese bestehen aus radial gestellten Parachloritschüppchen, und umschliessen einen wirren chloritischen Kern, der aber noch sehr viel unzersetzte Pyropfragmente umschliesst. Nur wenige Körner von Magneteisen blieben am Magnete haften.

Auch in diesem Falle konnten zur Analyse nur geringe Quantitäten brauchbaren Materiales aus den betreffenden Handstücken gesammelt werden. Ich musste deshalb, sowie bei der Analyse A (oben) auf die so wichtige Bestimmung des Eisenoxydulgehaltes vorläufig verzichten.

Die Analyse ergab mir folgende Zahlen:

B.	
	$SiO_2 = 39,05\%$
$FeO$	$Al_2O_3$ 16,29
$Fe_2O_3$	$Fe_2O_3$ 42,77
$Cr_2O_3$	$Cr_2O_3$ wägbare Spur
	$CaO$ 0,48
	$MgO$ 18,94
Glühverlust	12,69
	100,19

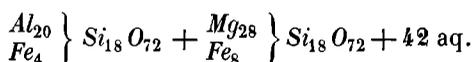
Der relativ etwas grössere Kieselsäuregehalt in dieser Analyse B stammt jedenfalls von den nicht ausscheidbaren Hyalithflitterchen, welche, wie das ganze Handstück, so auch die äussersten Zwischenräume der Chloritrinde

imprägniren. Durch erstgenannte muss der Procentsatz von  $SiO_2$  gegen den für Chlorit normalen etwas erhöht werden. Vom Eisen ist jedenfalls der beträchtlichere Theil als Ferrohydrosilicat vorhanden. Nicht bloss die Farbenwandlung beim Glühen, sondern auch qualitative Proben mit leider nur minimalen Quantitäten bestätigten die sichere Anwesenheit eines beträchtlichen Procentsatzes von Eisenoxydul. Letzteres ist aber in einem so labilen Zustande in der Substanz vorhanden, dass eine geringfügige Erwärmung während des Lösungsactes die beinahe vollständige Umsetzung von  $FeO$  in eine Ferriverbindung hervorruft.

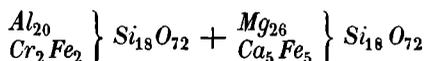
Den Beobachtungen A und B entsprechen am nächsten jene Werthe, welche unter der Voraussetzung der Molekulargruppen I oder II gerechnet sind.

I.	II.
$36SiO_2 = 36,230\%$	$36SiO_2 = 36,722\%$
$40Al_2O_3 \quad 47,276$	$40Al_2O_3 \quad 47,544$
$2Fe_2O_3 \quad 5,367$	$4Fe_2O_3 \quad 40,884$
$8FeO \quad 9,664$	$3FeO \quad 3,672$
$28MgO \quad 48,786$	$27MgO \quad 48,364$
$42aq \quad 42,680$	$42aq \quad 42,853$
$100,000$	$100,000$

Da im untersuchten Parachlorit jedenfalls nur die kleinere Quantität des Eisens als Ferrioxyd vorhanden ist, so wird auch das Schema I den Verhältnissen der Natur (Analyse A, B) am besten entsprechen. Dasselbe führt dann zur Formel:



Die Discussion der Analysen ermöglicht also für unseren Parachlorit Orthosilicate anzunehmen, welche sich von dem Pyropmolekül (vergl. S. 333):



nur durch den Mangel an Kalk, den scheinbar höheren Gehalt an Eisen und Magnesia, sowie durch die Wasseraufnahme unterscheiden. Dennoch wäre es falsch, hieraus den Schluss zu ziehen, dass Magnesia zugeführt worden ist.

Mit ausdrücklichen Worten muss hervorgehoben werden, dass jede Interpretation der Pseudomorphose: Chlorit nach Pyrop, zuerst das pyrogene Umwandlungsproduct Kelyphit in den Bereich der Untersuchung zu ziehen hat. Nicht das Pyropmolekül, sondern die Kelyphitrinde lieferte das Material für die Bildung der Parachlorithülle. Von letzterer unterscheiden sich auch ganz deutlich die im Kern vorhandenen, von ihr umschlossenen umgewandelten Pyropmassen (vergl. S. 366).

Vergleicht man aber das Kelyphitmolekül mit dem daraus entstandenen Parachlorit, so erkennt man zu allererst, dass auch eine Auswanderung der Magnesia stattgefunden hat. Die Hypothese einer Magnesiazufuhr, welche von mancher Seite betont ward, ist hier unhaltbar. Diese Annahme wäre aber auch bei dem Vorkommen von Křemže in directem Widerspruch mit der ringsherum eingetretenen Auslaugung der Magnesia, welche stattfindet, wenn der Serpentin in Siliciophit übergeführt wird. Es darf deshalb nicht vergessen werden, dass sich die beschriebenen Parachloritknötchen in den diversen Siliciophiten finden.

Diese Voraussetzungen führen nun zur folgenden Antithese:

Vorhanden war im Kelyphit:	im Parachlorit I ist:
$Al_{20}Fe_2Cr_2Si_{18}O_{72}$	$Al_{20}(FeCr)_4Si_{18}O_{72} + 18\text{ aq}$
$4Fe_2SiO_4$	$4Fe_2SiO_4 + 4\text{ aq}$
$4Ca_2SiO_4$	fehlt
$28Mg_2SiO_4$	$14Mg_2SiO_4 + 14\text{ aq}$
	$+ 6\text{ aq}$

Man ersieht aus dieser Gegenüberstellung, dass das gesammte Kalksilicat und die Hälfte des Magnesiasilicates dem Parachlorit fehlen. Die Umwandlung des Kelyphits in die chloritische Substanz erfolgte somit nach demselben Schema, wie die Zersetzung des umgebenden Serpentin zu Siliciophit. Kalk und theilweise Magnesia werden gelöst und in Form von Carbonaten weggeführt. Die diesen Basen entsprechende Menge von Kieselsäure geht ebenfalls in Lösung über und trägt bei, den umgebenden Siliciophit noch mehr mit Kieselsäure anzureichern. Wegen dieses Ueberschusses an Kieselsäure ist auch partiell das Eisenoxydulsilicat existenzfähig. Das Thonerdesilicatmolekül geht intact, oder wenigstens nur mit minimalen Veränderungen, in die Constitution des Parachlorit ein. Eine Zufuhr von Magnesia ist nicht bemerkbar. Die Pseudomorphose muss daher hervorgehoben sein durch die Einwirkung des »gewöhnlichen« Tagwassers auf die ursprüngliche Substanz.

**Anhang I.** Ueber chloritische Pyropmetamorphosen von anderen Localitäten.

Nachdem meine Versuche mir deutlich das Gesetz zu erkennen gaben, nach welchem die Umwandlung des Pyrop erfolgt, versuchte ich auch die analogen Beobachtungen anderer Autoren zu discutiren, um zu sehen, in welcher Weise überhaupt die einzelnen Orthosilicatgruppen des Granat alterirt werden können. Die Untersuchungen von Lemberg und Delesse sind hier massgebend.

Lemberg\*) untersuchte einige chloritische Pseudomorphosen der

\*) Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1875, 27.

Pyrope aus dem Serpentin von Sachsen, speciell von den Fundorten: Zöb-  
litz, Greifendorf und Böhringen.

Seine analytischen Daten unterscheiden sich von meinen namentlich  
durch den überaus grossen Procentsatz, welchen er für Magnesia fand.  
Giebt man auch bereitwillig zu, dass der betreffende Autor das untersuchte  
Material möglichst vom anhaftenden Serpentin gereinigt hat, so mag doch  
gerade die Thatsache, dass das Nachbargestein noch Serpentin, nicht wie  
bei meinen Untersuchungen Siliciophit war, den höheren Magnesiegehalt  
der Pseudomorphose erklären. Denn so lange noch der Serpentin selbst  
seine Magnesia festhält, so lange wird auch im eingeschlossenen Pyrop die  
Magnesia intact bleiben können.

Die analytischen Resultate Lemberg's lassen sich in zwei Gruppen  
ordnen.

Erste Gruppe. Zu dieser Gruppe gehören die von Lemberg l. c.  
S. 542 sub Nr. 14 aufgeführten Granatpseudomorphosen\*). Ich habe beide  
Analysen berechnet\*\*) und stelle im Folgenden Rechnung und Beobachtung  
gegenüber. Der Vergleich lehrt nämlich, dass das Silicatmolekül in beiden  
Fällen gleich ist, und dass die Unterschiede nur durch den wechselnden  
Wassergehalt hervorgerufen sind. Es entspricht der Analyse:

- a. die Formel:  $(Al_{16} Fe_4 Si_{15} O_{60} + Mg_{40} Fe_1 Ca_1 Si_{21} O_{84}) + 42 aq$   
b. die Formel:  $(Al_{16} Fe_4 Si_{15} O_{60} + Mg_{40} Fe_1 Ca_1 Si_{21} O_{84}) + 54 aq.$

a.	Gerechnet:	Beobachtet (Lemberg):
	$36SiO_2 = 37,3190\%$	$38,17\%$
	$8Al_2O_3 \quad 14,236$	$13,98$
	$2Fe_2O_3 \quad 5,529$	} ( $Fe_2O_3 = 6,909\%$ ) $6,71$
	$1FeO \quad 1,243$	
	$1CaO \quad 0,967$	$0,76$
	$40MgO \quad 27,644$	$27,56$
	$42H_2O \quad 13,062$	$12,82$
	$100,000$	
b.	Gerechnet:	Beobachtet (Lemberg):
	$36SiO_2 = 35,977\%$	$36,71\%$
	$8Al_2O_3 \quad 13,723$	$13,83$
	$2Fe_2O_3 \quad 5,330$	} $Fe_2O_3 = 6,750$ $6,44$
	$1FeO \quad 1,199$	
	$1CaO \quad 0,932$	—
	$40MgO \quad 26,649$	$26,97$
	$54H_2O \quad 16,189$	$16,05$
	$99,999$	

\*) Citirt von Roth, chem. Geolog 1, 349, sub a und b.

\*\*) Bei der Berechnung der Analysen kann man von  $36 SiO_2$  oder von  $42 SiO_2$  aus-  
gehen. In beiden Fällen sind die Differenzen gegen die Beobachtung gering.

Diese Daten reihen sich vollständig meinen Angaben über die parachloritischen Substanzen von Křemže an. Sie geben daher auch Aufschluss über die präexistirende Granatsubstanz, welche im sächsischen Serpentinfels metamorphosirt ward. Aus dem Verhältniss der Sauerstoffmoleküle von den dreiwertigen Basen zu dem der zweiwertigen 30 : 42 — während bei dem echten Granat dieses Verhältniss 36 : 36 ist — folgt, dass auch im ursprünglichen Mineral die zweiwertigen Basen im Ueberschuss vorhanden gewesen sein mussten. Mit anderen Worten: auch in den von Lemberg untersuchten Fällen war Kelyphit das Muttermineral.

In der That lassen sich die Analysen des genannten Autors recht gut mit Kelyphit vergleichen und durch den Hinweis auf diese Substanz am leichtesten die eingetretenen Veränderungen erklären. Zu diesem Zwecke ist es nur nöthig, die Berechnung der Analysen nicht, wie oben, mit  $36 \text{ SiO}_2$ , sondern mit  $42 \text{ SiO}_2$  durchzuführen, dieselben also auf ein Molekül  $\overset{\text{III}}{\text{R}}_{24} \overset{\text{II}}{\text{R}}_{48} \text{Si}_{42} \text{O}_{168}$  zu beziehen (vergl. Seite 374 Note). Unter dieser Voraussetzung sind folgende Differenzen vorhanden.

Die Pseudom. enthält nach Lemberg:	in Kelyphit:	Differenz:
$\text{R}_{24} \text{Si}_{18} \text{O}_{64}$	$\text{R}_{24} \text{Si}_{18} \text{O}_{64}$	
$\text{Fe Ca Si O}_4$	$8 \text{ Fe Ca Si O}_4$	— 7 $\text{Fe Ca Si O}_4$
$24 \text{ Mg}_2 \text{ Si O}_4$	$28 \text{ Mg}_2 \text{ Si O}_4$	— 4 $\text{Mg}_2 \text{ Si O}_4$
64 aq	42 aq	+ 52 aq

Diese Gegenüberstellung zeigt, dass der Verlust im Wesentlichen durch die Auslaugung der Kalkmagnesiumsilicate herbeigeführt ist. Dies ist aber genau derselbe Vorgang, welcher auch in Křemže die Bildung des Parachlorit veranlasste. Die Erklärung, welche Lemberg (l. c. S. 535) seinerzeit von den hier auftretenden chemischen Umwandlungen gab, ist daher nicht vollkommen richtig: »Bei dem Prozesse wurde aller Kalk der Granaten gegen Magnesia ausgetauscht, und zwar gegen mehr als die einfache äquivalente Menge. Die Kieselsäure trat theilweise aus, Wasser wurde aufgenommen. Der Thonerdegehalt der Chlorite ist durchweg geringer als der der Granaten, doch lässt sich ohne experimentelle Untersuchung nicht entscheiden, ob Thonerde gegen Magnesia ausgetauscht wird.« — Der obige Vergleich lehrt, dass die Umwandlung nach einem viel einfacheren Schema verläuft, im Wesentlichen nur in einer partiellen Auslaugung und Wegführung der zweiwertigen Stoffe besteht und dass keinesfalls Thonerde gegen Magnesia ausgetauscht wird. Kieselsäure wird natürlich in jener Menge weggeführt, welche den fehlenden zweiwertigen Grundstoffen entspricht.

Zweite Gruppe. An demselben Fundorte existiren nach Lemberg noch andere chloritische Granatpseudomorphosen, welche geringeren  $\text{SiO}_2$ -

Gehalt als die eben besprochenen haben; und welche deshalb auch eine weitergehende Zersetzung und Auslaugung der Substanz erkennen lassen.

Delesse hat seinerzeit eine Granatpseudomorphose beschrieben, die vom Col de Pertuis stammte, und die in ihrer Zusammensetzung mit den Beobachtungen Lemberg's vergleichbar ist.

Ich kann deshalb die Analysen beider Autoren unter einem besprechen.

Die Analyse a) von Lemberg (l. c. S. 534) bezieht sich auf eine chloritische Hülle, die noch einen Kernkrystall umschloss. Dadurch ist schon der Hinweis auf Kelyphit erbracht. In ähnlicher Weise scheint — directe Angaben fehlen — sich auch die Analyse b) von Delesse auf ein aus Kelyphit und nicht aus Pyrop entstandenes äusseres Umwandlungsgebilde zu beziehen.

Den Beobachtungen beider Autoren entsprechen ziemlich genau die von mir gerechneten Formeln\*):



a.	Gerechnet:	Beobachtet (Lemberg):
36 SiO <sub>2</sub>	= 34,560%	33,78
10 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,480	16,76 incl. Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
7 FeO	8,064 (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 8,958)	8,44 = Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
45 MgO	28,800	28,54
CaO	—	0,52
42 aq	42,096	41,96
	<hr/> 100,000	

b.	Gerechnet:	Beobachtet (Delesse):
36 SiO <sub>2</sub>	= 35,156	33,23
9 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,088	14,78
1 Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,494	1,49
5 FeO	5,859 (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = 6,508)	6,28 = Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1 CaO	0,944	1,86
46 MgO	29,948	(30,76)
36 aq	40,547	40,24
	<hr/> 100,000	

Gerade diesen beiden Analysen wurde bisher die meiste Beweiskraft zugeschrieben für die Hypothese: dass Magnesia an Stelle des ausgelaugten Kalkes in die Verbindung eintritt. So lange die Discussion dieser Beobachtungen von der falschen Annahme ausging, dass die umgewandelte Granatmasse nur Pyropsubstanz ist, war es auch wirklich schwer die Gesammtheit

\*) Die Beobachtungen führen nur Eisenoxyd an, allein jedenfalls muss ein aliquoter Theil des Eisen als Ferrosilicat vorhanden gewesen sein. Der Eisengehalt ist aber so gering, dass selbst durch Annahme von 2—3% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> die Formeln nicht wesentlich geändert würden.

der Erscheinungen zu überblicken. Allein diese Schwierigkeit verschwindet, wenn man sich erinnert, dass die umgewandelte Hülle des Pyrop bereits magnesiareicher ist als der Kernkrystall. Ich vergleiche deshalb neuerdings die typische Formel des Kelyphit von Křemže und jene des von Narouel stammenden, mit den beobachteten Protochloriten \*).

Kelyphit	Protochlorit		Kelyphit
Křemže:	Lemberg:	Delesse:	Narouel:
12 $Al_2 O_3$	10 $Al_2 O_3$	9 $Al_2 O_3$ ; $Cr_2 O_3$	14 $Al_2 O_3$ ; 2 $Fe_2 O_3$
18 $Si O_2$	10 $Si O_2$	10 $Si O_2$	24 $Si O_2$
8 $Fe O$	7 $Fe O$	5 $Fe O$	6 $Fe O$
8 $Ca O$	0	1 $Ca O$	7 $Ca O$
56 $Mg O$	45 $Mg O$	46 $Mg O$	47 $Mg O$
36 $Si O_2$	26 $Si O_2$	26 $Si O_2$	30 $Si O_2$

Dieser schematische Vergleich erlaubt, die Umsetzung des Granat in Protochlorit durch einfache Annahmen zu erklären. Von den Silicaten wurde  $Ca_2 Si O_4$  fast vollständig, vom Eisen- und Magnesiasilicate nur geringere Quantitäten in Lösung gebracht. Thonerde als solche ward der Verbindung in kaum merkbarer Menge entzogen, allein ihr selbst ein Bruchtheil der Kieselsäure entrissen und aus dem Orthosilicat der Thonerde, dem Bestandtheil des Granaten, ein Zweidrittelsilicat  $Al_2 Si O_5$  gebildet, welches grössere Constanz als ersteres besitzt. Gerade dieses Molekül ist es, welches in der Sippe der echten Chlorite auftritt und letztere von den Parachloriten, welche den Granaten näher stehen, zu unterscheiden erlaubt. Das lösende Agens wird für die oben besprochenen zwei Analysen Tagwasser gewesen sein, welches bereits mit Magnesia gesättigt war; denn nur dadurch ist es erklärlich, dass die lösende Kraft eben in Beziehung auf diesen Grundstoff in diesem Falle so gering erscheint.

**Anhang II.** Ueber einige Schmelzproben. Almandin, Diopsid, Pyrop in Combination mit Olivin.

Die im Nachfolgenden geschilderten Versuche habe ich durchgeführt in der Hoffnung, die Einwirkung eines Olivinmagnas auf die wichtigsten in dieser Felsart vorkommenden Mineralien zu prüfen. Leider gelang es mir nicht, mit den zur Verfügung stehenden Mitteln jene Temperatur zu erzeugen, bei welcher Olivin für sich allein in Fluss geräth. Almandin und Olivin zusammenschmelzen gelang jedoch. In ersterer Beziehung waren aber meine Versuche gerade so resultatlos, wie die analogen der früheren Beobachter: Klaproth, Bischof, Becker.

\*) Mit dem Namen Protochlorite bezeichne ich jene Sippe der Chlorite, deren Constitution durch die empirische Formel

$$m (Al_2 Si O_5) + n (R_2 Si O_4) + p H_2 O$$

ausgedrückt werden kann. Hierher gehören z. B. Delessit, Pseudophit, Bhreghit u. s. w.

Klaproth\*) hat vor 90 Jahren eine grössere Anzahl von Mineralien dem Porzellanofenfeuer ausgesetzt und so deren Schmelzbarkeit geprüft. Er beschickte theils Kohlentiegel, eingesetzt in lutirte Thontiegel, theils Thontiegel allein. Orientalischer Chrysolith (Nr. 25) war vollkommen unerschmelzbar, Olivin von Grönland (Nr. 64) und von Unkel (Nr. 64) fritteten nur zusammen. Im Thontiegel schmolzen sie wohl, allein (vergl. Nr. 64) sie griffen hierbei die Thontiegelsubstanz an. Ebenso war auch Serpentin (Nr. 80) nur gefrittet.

Bischof und Becker vermochten Olivin zu verflüssigen, aber nur durch das Einschmelzen in eine für sich selbst schmelzbare Gesteinsmasse, namentlich in Basaltpulver. Die von beiden Autoren erzielten Resultate sind deshalb auch ähnlich, und differiren nur in nebensächlichen Details. Aus den Versuchen von Bischof\*\*) entnimmt man, dass Basalt nicht blos als Wärme übertragendes Medium wirkt, sondern dass er in der That gleich einem Flussmittel den Olivin löst. Chemische Reactionen und höhere Temperatur unterstützen sich. Bischof sagt in dieser Beziehung (da er auf dem Boden des Tiegels noch hinabgesunkene Reste des ursprünglichen Olivins im veränderten Basalte fand): »Dieser veränderte Basalt konnte nicht mehr als Fluss auf Olivin wirken.«

Becker\*\*\*) hebt hervor, dass Olivin sich desto schneller löst, je höher die Temperatur des lösenden Magmas, je dünnflüssiger dasselbe ist. Er sagt S. 63: »Es scheint auf die Temperatur anzukommen. Wahrscheinlich ist auch die Löslichkeit (des Olivin) abhängig davon, ob die Schmelzmasse dick- oder zähflüssig ist.« Aus seinen eigenen Versuchen, sowie jener früherer Beobachter und aus meinen folgt aber übereinstimmend, dass Olivin durch ein schmelzendes Magma verflüssigt werden kann, bei einer Temperatur, welche für sich allein nicht hinreicht, den Olivin in tropfbarflüssigen Aggregatzustand überzuführen.

Die Kenntniss der älteren Arbeiten liess mich wohl ein partielles Misslingen meiner Versuche voraussehen, doch selbst die wenigen erhaltenen Resultate sind von Wichtigkeit für die richtige Discussion der paragenetischen Verhältnisse.

Die Temperatur, bis zu welcher ich die betreffenden Proben erhitzen konnte, war 1200—1300° C., das ist: die helle Weissgluth des Platin, bei welcher bereits Gold schmilzt. Sie ward erzeugt durch ein Gasgebläse, Modell Sonnenschein, mit 11 Düsen. Der angewandte Platintiegel hatte die Dimensionen 4 cm zu 3 cm; über denselben war ein grösserer Thonconus gestülpt, der, da er in seinem mittleren Theile selbst rothglühend wurde, genügend den Einfluss der äusseren Atmosphäre abhielt. Bei solcher

\*) Klaproth, Beiträge 1795, 1, 4 ff.

\*\*) Bischof, chem. Geol. 3, 283 ff.

\*\*\*) Becker, Dissertation. Ueber Olivin in Basalt. Leipzig 1884.

Combination war es möglich, den Platintiegel beliebig lange Zeit in seiner unteren Hälfte weissglühend zu erhalten. Um das Anschmelzen der Proben an den Platintiegel zu verhüten, erhielt er im Innern eine leicht heraushebbare Fütterung von dünnem Platinblech. Die Dauer eines jeden Versuches habe ich auf zwei Stunden beschränkt.

Die Basis für meine Proben bildete lichtgelblicher, reiner Olivin. Von dessen Pulver wurden je 5—6 g zur Beschickung verwendet. Bei der erzeugten Temperatur (1200—1300°) kommt selbst vom reinsten Olivinpulver nur jene Partie, welche direct mit dem weissglühenden Platin im Contact ist, zum beginnenden Schmelzen und stärker hervortretenden Fritten, während die inneren Partien nur ganz schwach zusammengebacken sind\*). Das ursprünglich lichtgelbe Olivinpulver ändert während des Erhitzens seine Farbe. Es ist somit in der gefritteten Substanz die höhere Oxydationsstufe des Eisens vorhanden und während des Glühens im verschlossenen Tiegel gebildet worden. Bekanntlich ist Platin im glühenden Zustande für die Gase permeabel; in unserem Falle durchdringen die heissen, reichlich mit atmosphärischer Luft gesättigten Flammengase die Tiegelwände und rufen ähnlich der Oxydationsflamme des Löhrohrs die höhere Oxydationsstufe des Eisens hervor. Diese Oxydation des Eisens ist jedenfalls auch von hinderndem Einfluss auf den Schmelzprocess und erzeugt sogar Ausscheidungen und Neubildungen von  $Fe_2O_3$  und  $Fe_3O_4$ . Von letzterem konnten einige makroskopisch sichtbare Körner mittelst des Magnetes nachgewiesen werden.

Für meine Untersuchungen war die Combination von Almandin, Diopsid, Pyrop mit Chrysolith von Wichtigkeit; und ich habe mich vorläufig auf diese beschränkt.

1) Almandin von Oetzthal, welcher durchsichtig, lichtroth ist, sehr geringen Kalk- und Magnesiagehalt\*\*) besitzt, ward theils in Stücken, theils in Pulverform geprüft. Im ersteren Falle wurde der Tiegel bis  $\frac{1}{4}$  seiner Höhe mit feinstem Olivinpulver beschickt und in dasselbe ein paar erbsengrosse Stücke von Almandin eingebettet und fest eingedrückt. Die Almandinkörner schmelzen und hinterlassen an jenen Stellen, wo sie früher lagen, Hohlräume in Mitte des zusammengesinterten (M. Nr. 6855 a) braunen Olivinpulvers. Diese Höhlungen sind mit einer schwarzbraunen Schmelzkruste ausgekleidet, ein Beweis, dass hier der schmelzende Almandin sich mit Olivin vereinte. Die Almandinschmelze sickerte auch anfänglich, vor dem Festwerden dieser Contactzone, durch das Olivinpulver hindurch bis

\*) Ein ähnliches Resultat verzeichnet Becker; er sagt: »Das Erhitzen des Lherzolithpulvers für sich im Platintiegel — wobei es selbst nicht zum Schmelzen kam, sondern die einzelnen kleinen Körner desselben nur gleichsam zusammenschweisst erschienen.«

\*\*) Analyse von Scharizer, Verh. geol. Reichsanst. 4879, S. 246.

zum Boden des Tiegels und rief auch in diesem untersten Theile ein tief braunschwarzes, glänzendes, homogenes Schmelzproduct hervor.

Nachdem dieser Versuch bewiesen hatte: dass bei der Temperatur, bei welcher Olivin schmelzbar ist, Almandin nimmermehr in fester Form existiren kann, dass ferner Almandin im geschmolzenen Zustande wie ein Flussmittel auf Olivin wirkt — wurde der Versuch mit genau bestimmten Gewichtsmengen beider Substanzen wiederholt. Von Almandin wie vom Olivin ward feinst verriebenes Pulver angewendet, und die doppelte Gewichtsmenge des ersteren mit der einfachen Quantität des letzteren vollkommen gemischt. Nach zweistündigem Erhitzen fand sich vor in den tieferen Theilen des Tiegels eine homogene braunschwarze Schmelze, während das darüber liegende Pulver in der oberen nur rothglühend gewesenen Tiegelhälfte bloß zusammengefrittet war.

Diese Schmelze besitzt die Härte 7, worauf besonders hinzuweisen ist. Sie ist tiefbraunschwarz und wird nur an den dünnsten Parteen des Schliffes durchsichtig. Solche Parteen sind lichtgraugelb, apolar, und fast ohne Spur einer Aggregatpolarisation. Die Substanz ist homogen, und nur von unregelmässigen Sprüngen, ähnlich einem sehr rasch abgekühlten Glasflusse, durchsetzt. In der durchsichtigen Masse merkt man keine Magnetitausscheidungen, sondern nur hin und wieder einige dunklere Staubwölkchen von Ferrit.

Diese Schmelze, zu deren Herstellung die Mischung von 2 Almandin + 1 Olivin verwendet ward, ist ein Beweismittel für die früher S. 335 geäußerte Meinung: dass durch das Einschmelzen des Almandinfels in Olivin pyropähnliches Magma entstehen müsse. Wohl gelingt es nicht, bei künstlichen Imitationen dieser Art die Oxydationsstufe des Eisens intact zu erhalten oder dessen Dissociation in Form von  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$  zu hindern; allein es genügt ja der Nachweis über den relativen Gehalt von  $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $SiO_2$ ,  $CaO$ , um über die Stellung dieses Gebildes im mineralogischen System urtheilen zu können.

Die Analyse von möglichst homogenen Parteen dieses Schmelzproductes ergab\*) mir die Zahlen:

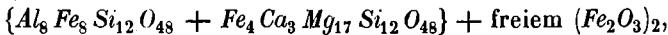
	Beobachtet:	Atomverhältn.:	Berechnet:
$SiO_2$	= 36,42%	24	36,181%
$Al_2O_3$	10,33	4	10,352
$Fe_2O_3$	31,95	8	32,161
$CaO$	4,48	3	4,221
$MgO$	16,75	17	17,085
	<u>99,93</u>		<u>100,000</u>

Die Analyse zeigt direct, dass die beiden constituirenden Bestandtheile

\*) *Mn* ist vorhanden, es ward mit dem Eisen gewogen.

Almandin\*) und Olivin nahe in dem Verhältnisse 4 : 4 an dem Aufbau des Schmelzproductes theilnehmen. Von der Thonerde des Almandin, sowie von der Magnesia des Olivin ist ungefähr die Hälfte des ursprünglichen Gewichts in der Schmelze vorhanden. Es zeigt dies zur Genüge, dass der für sich vollkommen unerschmelzbare Olivin durch ein leicht schmelzbares Magma aufgelöst und verflüssigt, sowie mit ersterem chemisch vereint werden kann. Die Schmelze ist in der That eine Zwischenstufe zwischen Almandin und Olivin (vergl. S. 335), ähnlich wie es Kelyphit zwischen Pyrop und Olivin ist. Das hier vorliegende Material nähert sich überdies in seiner Zusammensetzung bereits dem Pyrop und zeichnet sich durch ganz exacte Atomverhältnisse aus.

Sucht man aus den Daten der Analyse eine Formel abzuleiten, so bemerkt man, dass die Kieselsäure in zu geringer Quantität vorhanden ist, um die Gesamtsumme der Basen als Orthosilicate zu binden. Dieser geringere Procentsatz der  $SiO_2$  wird jedoch erklärlich, wenn man die unter dem Mikroskop undurchsichtigen Partien des Dünnschliffs bei auffallendem Lichte studirt. Sie gleichen schwarzen oxydischem Eisenerze, ohne aber magnetisch zu sein. Ich nehme deshalb an, dass ein Bruchtheil ( $\frac{1}{4}$  der Gesamtmenge) des Eisens als  $Fe_2O_3$  (partiell  $Fe_3O_4$ ?) sich dissociirt und sich zu Gunsten stärkerer Basen von der  $SiO_2$  freigemacht habe. Ebenso kann man annehmen, dass beim Acte der Bildung wenigstens ein Theil (ich nehme ebenfalls  $\frac{1}{4}$  der Gesamtmenge an) des Eisens, sowie das hierin inbegriffene Mangan sich noch auf der ursprünglichen niederen Oxydationsstufe befinden\*\*). Diese Annahmen widersprechen am wenigsten den obwaltenden Verhältnissen und führen zur Granatformel für die Schmelze, nämlich zu



welche Formel mit dem directen Ergebnisse der Analyse gut stimmt.

Berechnet :

$24 SiO_2$	$= 36,474\%$	
$4 Al_2O_3$	$10,436$	
$4 Fe_2O_3$	$16,211$	}
$4 FeO$	$7,295$	
$3 CaO$	$4,255$	
$17 MgO$	$17,224$	
$2 Fe_2O_3$	$= 8,105$	
	$100,000$	

\*) Enthält nach Scharizer, l. c. 18%  $Al_2O_3$ , 3%  $CaO$ , 10%  $MgO$ .

\*\*) Ich unterliess die  $FeO$ -Bestimmung aus einigen Gründen. Ein Versuch misslang, da Fluorammon auch bei hoher Temperatur sehr schwierig aufschliesst. Das noch vorhandene Material beabsichtige ich zu schonen, weil die Schmelzprobe einen Theil der Platinfütterung eingeschmolzen enthält, und daher als Demonstrationsobject reservirt bleiben soll (M. Nr. 6855).

Bei der Verwendung von einfachen Platintiegeln scheint es unmöglich zu sein \*), die Oxydation des Eisens in den Schmelzproben zu verhindern. Dies erschwert die Nachahmung der in der Natur wirklich auftretenden Verhältnisse. Sind gewaltige Gebirgsmassen in feurig-flüssigem Zustande, so kommt ein geringfügiger Theil derselben mit den Atmosphäriken in Berührung. Im Inneren werden die niederen Oxydationsstufen erhalten bleiben, nur in den oberflächlichen Theilen wird bei »schwachsaurer« Gesteinen bereits ursprünglich eine höhere Oxydation namentlich des Eisens, und dessen partielle Dissociation zu Gunsten der stärkeren Basen möglich sein. Vielleicht ist auch hierin der Grund zu suchen, warum ein Theil des überschüssig vorhandenen Eisens gerade so häufig in den Peridotiten, Basalten u. s. w. als Chromeisen, Magneteisen uns entgegentritt.

2) Die nächsten Versuche betrafen Pyroxen und Pyrop. Graugrünlicher, durchsichtiger Diopsid vom Fassathale sowohl, als auch der echte Chromdiopsid (Omphacit) bleiben vollkommen unverändert. Farbe, Glanz und Durchsichtigkeit derselben werden durch die hohe Temperatur nicht geändert. Auch sintert das halbgefrittete, gebräunte Olivinpulver mit diesen Pyroxenen nicht zusammen. Der absolute Schmelzpunkt des Chromdiopsid liegt somit nach meiner Probe höher, wie der des Olivin. Becker (l. c.) kam zu einem theilweise anderen Resultate. Er spricht von einer leichteren Schmelzbarkeit, oder von leichterem Angegriffenwerden des Pyroxen. Acceptirt man nur den letzten Passus von Becker, dann widersprechen sich seine und meine Beobachtungen nicht. Bei meinen Versuchen fehlte das lösende, angreifende Agens, da der Olivin nicht schmolz. Es ist also nur der Einfluss der Temperatur zu berücksichtigen, welche eben nicht hinreichend hoch war, um ein Schmelzen des Pyroxen hervorzurufen. Becker beobachtete hingegen die Veränderungen, welche heissflüssiges Basaltmagma auf Diopsid ausübt. Wird letzterer durch ersteren angegriffen, so wirken Temperatur und Lösungsmittel vereint. Die Versuche beider Autoren führen daher zur Erkenntniss, dass der für sich allein sehr schwer schmelzbare Diopsid durch ein basischeres Magma sehr leicht angegriffen wird. Und deshalb widersprechen auch die Versuche Becker's nicht der aus meinen Proben folgenden Annahme: dass der absolute Schmelzpunkt des Diopsid höher wie jener des Olivin sei.

Becker giebt ferner an, dass der Pyroxen email- oder porzellanartige Beschaffenheit annimmt. Bei meinen Versuchen blieb der Diopsid noch bei Weissgluth des Platin vollkommen unverändert. Hingegen veränderte bei

---

\*) Um die Bildung von  $Fe_2 O_3$  zu verhüten, müssten die Platintiegel in Thontiegeln mit zwischen beiden befindlicher Magnesiefütterung eingesetzt werden, und letztere lutirt werden. Auch würde gewöhnliche Gasfeuerung kaum die nöthige Temperatur geben und man müsste Porzellanofenfeuerung benutzen. Vorläufig habe ich von einer Wiederholung obigen Versuches mit diesen Vorsichtsmassregeln Abstand genommen.

dieser erreichten Temperatur der Pyrop bereits sein molekulares Gefüge, ohne selbst zu schmelzen, oder auch nur oberflächlich mit Olivin zusammenzuschweissen. Angewendet wurde zu dieser Probe ein durchsichtiger schöner Kernpyrop von Křemže. Aus ihm entstand ein undurchsichtiger, schmutzig lichtgraubrauner Körper, der ebene Bruchflächen und homogenes feinstkörniges Gefüge im Inneren zeigt.

Zur Controle wurde mit solchem Pyrop gleichzeitig ein kleines Fragment von Diopsid neuerdings geprüft. Letzteres bleibt unverändert, Pyrop ändert sein molekulares Gefüge, Olivin sintert zusammen. Es lässt sich daher annehmen, dass der Schmelzpunkt des Pyrop höher wie jener des Olivin, niedriger wie jener des Diopsid sei.

Die Beobachtungsreihe steht daher in Einklang mit den paragenetischen Verhältnissen dieser drei Mineralien, welche namentlich das Präparat Nr. 233 (vgl. Fig. 4) deutlich zu erkennen giebt. Der schwerst schmelzbare Chromdiopsid in der Mitte, umschlossen von dem leichter schmelzbaren Pyrop. Beide umgiebt der erst später fest werdende Olivin. Dass Schmelzpunkt und Krystallisationstemperatur nicht immer zusammenfallen, ist bekannt. Doch werden grössere Differenzen zwischen beiden Temperaturen namentlich dann zu verzeichnen sein, wenn es sich um hydratogene Substanzen handelt. Bei pyrogenen Gebilden sind aber voraussichtlich nur geringere Differenzen zwischen den erwähnten Temperaturgraden vorhanden.

Die Versuche zeigen daher, dass die paragenetischen Altersunterschiede bei der Bildung von Omphacit, Pyrop, Olivin den Temperaturgraden parallel laufen, bei welchen diese Substanzen flüssig, beziehungsweise fest werden.

#### **IV. Zersetzungsproducte an der Grenze zwischen Granulit und Serpentin: Hydrobiotit und Berlautit. Anhang: Ueber Schuchardtit.**

Vom Granulitgebiete des Schöningers zieht ein Granulitarm gerade gegen den Ort Křemže zu, und dessen letzte Ausläufer stehen unterhalb des Ortes am Bache an. Vom Orte thalabwärts folgen sich in kurzen Intervallen solche Wechsellagerungen von Serpentin und Granulit. Letzterer ist grobkörnig, gelegentlich reicher an Magnesiaglimmer als an Granaten. Der Berlaubach hat Serpentin und Granulit ziemlich gleichmässig durchnagt. Schon Hochstetter hat diese Granulitäste auf der linken Seite des Berlaubaches beobachtet. Er schreibt 1854 (l. c. S. 32): »Von der Mühle (nächst Adolfsthal) am Wege nach Křemže längs des Baches wechselt Serpentin und Granulit auf überraschende Weise. Drei Granulitarme reichen in den Serpentin herein auf einer kurzen Strecke von höchstens 200 Schritten. Der mittlere durchsetzt von einem  $\frac{1}{2}$  Fuss mächtigen Gange grobkörnigen Granits, der, weniger verwittert, weit aus diesem hervorragt.«

Beide Gesteine, Serpentin und Granulit, grenzen scharf aneinander, auch liegen überkippte Blöcke von Granulit partiell über Serpentin. Beide Gesteine zeigen aber keinen Uebergang, keine Spur intrusiver gegenseitiger Einwirkung. Hochstetter hat an benachbarten Punkten, näher gegen Adolfsthal zu, eine gleich scharfe Abgrenzung der Felsarten wahrgenommen.

Ich habe an diesen Berührungspunkten keine Contactzone erkannt, aber in den Spalten zwischen Serpentin und Granulit fand ich zwei Gebilde, welche man Zersetzungsproducte im weitesten Sinne des Wortes nennen darf.

#### 1. Hydrobiotit.

In einem kleinen Steinbruche nächst der Křemžer Mühle ist eine der Contactstellen zwischen Granulit und Serpentin im Umfange von einigen Metern blossgelegt. Beide Gesteine schneiden scharf gegen einander ab, sie liegen theils festgepresst über einander, theils sind Spalten bis zu 3—4 cm Breite zwischen denselben. Eine dieser Klüfte war bis zum Ausbisse erfüllt mit einem schwärzlichen (an Bolus, an Basaltwacke etc. erinnernden) Detritusgebilde. Inwieweit sich dieses Gebilde in horizontaler und verticaler Richtung nach innen zu in dem Spaltensysteme verästelt, darüber kann nur eine erneute Inangriffnahme des Steinbruches Aufklärung geben.

Diese Substanz sondert sich in Platten und unregelmässige Knollen kleinen Formates (M. Nr. 6824), sie besitzt braunschwarze Farbe, ziemliche Consistenz und Härte und besteht aus feinkörnigem, fest zusammenhaftendem Gereibsel und Gemenge von Olivin-Serpentin, wenigen Omphacitkörnern, halb zersetztem Feldspath in durchscheinenden Leistchen und Striemchen, und aus sehr viel Biotit. Letzterer bildet fast  $\frac{2}{3}$  der Gesamtmasse und ist mit dem übrigen Gereibsel auf das Innigste verquickt, und in grösseren und kleineren Lamellen wirr nach allen Richtungen in dasselbe eingestreut. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass alle diese Fragmente durch ein Grundmagma verkittet sind, welches apolar ist, gelegentlich Aggregatpolarisation, sowie eingestreute polare Flitterchen zeigt, somit aus Opalkieselsäure besteht.

Die in diesem Gemenge auftretenden Bestandtheile sind ungefähr dieselben, welche uns der angrenzende Granulit und Olivin-Serpentin zeigt. Letzterer waltet vor. Zur Erklärung der Genesis solcher Massen ist die Annahme der Bildung durch Ascension möglich. Bis mich nicht neue Daten eines Besseren belehren, halte ich die vorliegende Substanz für emporgepressten Gebirgsschlamm, in tieferen Schichten entstanden durch die Contraction der aneinander grenzenden Granulit und Serpentin, durch die Gebirgsfeuchtigkeit partiell zersetzt, mulmig gemacht und mit Kieselsäurelösung imprägnirt und später durch plötzlich eintretende Aenderungen der Lagerungsverhältnisse einzelner Felspartieen und den dadurch momentan entstehenden Druck auf höheres Niveau emporgepresst.

Die Bauschanalyse des Gesteins ergab mir:

Volumgewicht 2,714.

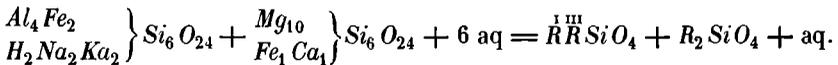
$SiO_2$	= 44,21 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	
$Al_2O_3$	8,24	Ungefähr entsprechend:
$Fe_2O_3$	5,24	40 <sup>0</sup> / <sub>100</sub> Olivin-Serpentin
$FeO$	4,72	30 Hydrobiotit
$CaO$	4,24	20 Feldspath
$MgO$	24,03	5 Omphacit
$Ka_2O$	5,14	5 Kieselsäure
$Na_2O$	2,19	
Glühverlust	6,20	
	<hr/> 101,21	

Der in diesem Magma vorkommende Biotit zeichnet sich durch abnorm grossen Glühverlust aus, daher ich denselben »Hydrobiotit« nenne. Die Analyse einer geringen, aber rein ausgesuchten Substanz ergab mir:

Beobachtet:		Gerechnet:	
$SiO_2$	= 36,2 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>	12 $SiO_2$	= 37,644 <sup>0</sup> / <sub>100</sub>
$Al_2O_3$	9,3	2 $Al_2O_3$	10,762
$Fe_2O_3$	7,6	1 $Fe_2O_3$	8,359
( $FeO$ 4,7)*		1 $FeO$	3,761
$CaO$	3,0	1 $CaO$	2,925
$MgO$	21,7	10 $MgO$	20,896
$Ka_2O$	6,8	1 $Ka_2O$	4,921
$Na_2O$	4,7	1 $Na_2O$	3,329
Glühverlust	7,3	8 $H_2O$	7,523
	<hr/> 101,3		<hr/> 100,000

Die Zusammensetzung dieses Hydrobiotit entspricht im Wesentlichen der eines gewöhnlichen Biotit, welcher beträchtliche Mengen Wassers aufgenommen hat, ohne hierdurch eine wichtige chemische Veränderung zu erleiden. Namentlich muss betont werden; dass die Alkalien nicht ausgelaugt wurden.

Die Formel dieses Hydrobiotit kann geschrieben werden:



Dieser Hydrobiotit steht daher zufolge seiner Constitution den Orthosilicaten, der Parachloritgruppe nahe. Wohl unterscheidet ihn von letzterer seine braune Farbe, das Ueberwiegen des Eisenoxydes und der Alkalien. Allein es ist ja ein allgemeines Kennzeichen der auf dem Serpentinterrain

\*) Eisenoxydul ward nicht direct bestimmt; die hier angeführte Zahl wurde als Annäherungswerth, entsprechend der directen Bestimmung am Muttergestein, eingesetzt. Auf Fluor wurde mit zweifelhaftem Erfolge geprüft.

entstandenen Chloritvarietäten, dass sie sich leicht in braune glimmerähnliche Schuppen umwandeln (vergl. S. 384). Hydrobiotit reiht sich jenen Substanzen an, welche bereits unter den Namen Jefferisit und Euchlorit bekannt sind und ebenfalls Zwischenstufen zwischen Chlorit und Glimmer entsprechen.

Euchlorit Shepard grün nach Pisani. $D = 2,84$	Jefferisit braun $D = 2,30$
$SiO_2$ = 39,55%	37,40%
$Al_2O_3$ 15,95	17,57
$Fe_2O_3$ 7,84	10,54
$FeO$ nicht angegeben	1,26
$CaO$ —	0,56
$MgO$ 22,25	19,65
$Ka_2O$ } 10,35	0,43
$Na_2O$ }	—
Glühverlust 4,10	13,76

Zwischen beiden findet Hydrobiotit seinen Platz als gewässerter Magnesiumglimmer.

## 2. Berlavit.

Ein anderes Zersetzungsproduct an dem Contacte zwischen Serpentin und Granulit fand ich ebenfalls in einem kleinen Steinbruche nächst der Křemžer Mühle in unmittelbarer Nachbarschaft von jener Localität, wo der Hydrobiotit auftritt. Es befindet sich daselbst eine sehr interessante chloritische Ausscheidung gerade an der Grenze zwischen beiden Gesteinen als Kluftausfüllung und als secundäres, aus der Zersetzung des Serpentin hervorgegangenes hydratogenes Gebilde. Da die Analyse keine vollkommene Identität dieser Substanz mit Delessit oder Vermiculit ergab, so mag für diese Chloritvarietät der Name »Berlavit« gelten.

Diese chloritische Masse erfüllt eine breite Spalte, besitzt jedoch weder gegen Serpentin noch Granulit eine Contactzone, oder eine schützende feste Decke. Sie leidet unter diesen Verhältnissen und zerfällt daher schon an Ort und Stelle von freien Stücken zu pulverigem Grus, welcher an der Luft liegend sich bräunt, glimmerigen Habitus annimmt und daselbst im Steinbruche scheffelweise hätte gesammelt werden können. Das Vorkommen muss daher ein reichhaltiges sein. Aber auch die gewonnenen plattenförmigen Handstücke zeigen sehr geringe Consistenz und zerfallen bei stärkerem Drucke.

Die Exemplare des Berlavit, knollige Platten (M. Nr. 6102), bestehen aus einem lose zusammenhaftenden Gemenge wirr durcheinander liegender dunkelgrasgrüner kleiner Schuppen und Blättchen von 1—2 mm Grösse, die höchst selten deutliche Krystallumrisse zeigen. Meist ist nur eine Kante deutlich erkennbar, während die übrigen Seiten sich keilförmig verjüngen,

verschmälern und ausgelappt sind. Der Axenwinkel ist nahe Null. Die chloritischen Lamellen haften unter einander selbst zu kleineren Knötchen zusammen, in deren Mitte meist winzige Körner von Quarz stecken. Diese betrachte ich als Splitter vom Quarz des angrenzenden Granulit, die gelegentlich in die Spalten während der Abscheidung des Chlorit hineinfließen und von ihm dann successive umhüllt wurden. Der nahe verwandte Delessit enthält nach Fischer (M. Unt. 59) ebenfalls Quarzkörnchen, meist im Centrum, ringsherum etwas Calcit, und dann erst folgt reiner Delessit.

Die beim Glühen des Berlauit auftretenden Erscheinungen charakterisieren genügend den Berlauit gegenüber den gewöhnlichen Chlorit- und Vermiculitvarietäten und constatieren dessen Verwandtschaft mit der Sippe des Enophit. Die Blättchen ändern nicht ihre Form, sondern nur ihre Farbe: sie werden lichtgelblichbraun, bleiben durchscheinend, erhalten aber vollkommenen Perlmutterglanz, so dass man diese geglähten Berlauite mit Glimmer verwechseln könnte. Die Aehnlichkeit ist so auffallend, dass sich unwillkürlich die Frage aufdrängt: sind nicht manche Glimmer nachträglich veränderte Chloritvarietäten? Man könnte dagegen nur den Mangel an Alkalien anführen. Bezeichnet man aber beispielsweise den Glimmer von Sala als Kaliphlogopit, so wäre der geglähte Berlauit Kalkphlogopit zu nennen. Aehnliche Vergleiche hat schon Cooke\*) gemacht, bereits die Analogie der geglähten Varietäten des Chlorit mit Glimmer hervorgehoben, ferner angedeutet, dass der geglähte Jefferisit mit der Constitution des Biotit von Pargas stimmt. Er sagt: »The chief difference is to be found in the fact: the mica containing potassium and basic hydrogenium in place of more than one half of the magnesium of the Jefferisit.«

Meine Analyse führte zu dem nachstehenden Resultate. Ich gebe die directen Beobachtungen an, bezogen sowohl auf gut lufttrockene Substanz, als auch bezogen auf die bei 100<sup>0</sup> getrocknete Menge. Ferner auch die ge-

Berlauit Křemže			Phlogopit Sala	Jefferisit wasserfrei
lufttrocken	100 <sup>0</sup> getrocknet	geglüht		
Glühverlust	16,79	9,82	—	—
Si O <sub>2</sub>	34,38	37,25	41,18	42,94
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,69	13,75	15,20	20,33
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,33	6,86	7,57	12,20
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Spur	—	—	—
Mn O	Spur	—	—	—
Fe O	3,71	4,02	4,44	1,46
Ca O	2,59	2,81	3,11	0,66
Mg O	23,79	25,77	28,50	22,75
Ka <sub>2</sub> O	Spur	—	—	0,50
	100,28			

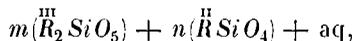
\*) Cooke, Boston Ac. 1873, pag. 46.

rechnete Constitution der geglühten, also wasserfreien Verbindung. Zum Vergleiche stelle ich nehenan die Zahlen\*) für Phlogopit von Sala, sowie die gerechneten Zahlen für geglühten, d. i. wasserfreien Jefferisit.

Meine Analyse des Berlaults führt zu der empirischen Formel:



oder zum allgemeinen Typus der Protochlorite



welcher Sippe der Chlorite somit unser Mineral einzureihen ist\*\*).

Bemerkenswerth ist, dass die bei 100° getrocknete Substanz keineswegs einem stabilen Hydratzustande der Masse entspricht. Die lufttrockene gepulverte Substanz giebt ab beim Trocknen

über Schwefelsäure	2,08%
erhitzt bis 105° C.	7,58
erhitzt bis 200	8,77
erhitzt bis 300	10,51

nimmt aber nach diesem Trocknen fast ebenso viel Wasser wieder aus der Luft auf, als es abgegeben hatte. Dies Factum erinnert an die Untersuchungen Cooke's über die Hygroskopicität der Vermiculite, welche nach wochenlang dauerndem Erhitzen (100° C.) noch immer kein constantes Gewicht beibehielten.

Aus dem Berlault entweicht das Wasser continuirlich, proportional dem stärkeren Erhitzen, und ungefähr bei 310° beginnt sich auch die Oxydationsstufe des Eisens zu ändern, die Substanz wird gelblich. Sie ist deshalb mit grösster Vorsicht zum Behufe des Titirens aufzuschliessen und bei Befolgung der Dölterschen Methode jede intensivere Erwärmung zu vermeiden. Am besten und richtigsten erwies sich in diesen und den ähnlichen Fällen der sehr labilen chloritischen Verbindungen das Aufschliessen mit  $H_2SO_4$  in geschlossenen Glasgefässen.

Ein ähnliches Procentverhältniss der Grundstoffe, wie dies im Berlault vorhanden ist, finden wir auch in mehreren Subspecies aus der Gruppe

\*) Dana, Min. S. 303, Nr. 6.

\*\*\*) Diese Formel führt zu folgendem Rechnungsergebniss für Berlault:

36 Si O <sub>2</sub>	=	33,984
8 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		12,964
2 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		5,035
4 Fe O		4,531
3 Ca O		2,643
37 Mg O		23,285
62 aq		17,558
		100,000

des Chlorits. Ich stelle im Nachfolgenden die Analysenresultate derselben, geordnet nach dem Wassergehalt, nebeneinander. Von Delessit und Diabantachronnyn ist es überdies bekannt, dass sie in der Hitze braun werden, wie unser Mineral:

	Vaalit	Berlaupt 100 <sup>0</sup>	Culsageit 100 <sup>0</sup>	Euralit	Diabantachronnyn	Delessit Zwickau	Hallit II
aq	9,75	9,82	11,09	11,49	11,78	12,57	14,33
Si O <sub>2</sub>	40,83	37,25	37,58	33,68	31,58	29,45	35,89
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,80	13,75	19,75	12,15	12,08	18,25	7,45
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,84	6,86	5,95	6,80	21,61	8,17	8,78
Fe O	—	4,02	0,58	15,66		15,12	1,13
Ca O	—	2,81	—	1,34	—	0,45	—
Mg O	31,34	25,77	25,13	17,92	22,44	15,32	31,45
Ka <sub>2</sub> O	—	—	—	—	—	—	0,46
Na <sub>2</sub> O	0,67	—	—	—	—	—	—
Volumgewicht	—	2,602	2,225	2,62	2,8	2,89	2,398

**Anhang.** Ueber Schuchardtitt. Die sogenannte Chrysopraserde (vgl. Dana, 510) von Gläserndorf bei Frankenstein, Schlesien, steht dem äusseren Habitus nach unserem Berlaupt am nächsten. Sie ist eine, von Pimelit\*) verschiedene, Chloritvarietät. Zu ihrer Benennung wähle ich, dem freundlichen Vermittler dieses Vorkommens dankend, den Namen Schuchardtitt.

Die Exemplare des Schuchardtitts (M. Nr. 6825) — platten- und knollenförmige Conglomerate chloritähnlicher Partikeln — zerfallen leicht in lose kleine Schuppen. Die von Herrn Schuchardt bezogenen Handstücke dieses einst als Chrysopraserde bezeichneten Fossils besitzen aber eine Zusammensetzung, welche weder mit den Angaben Klaproth's, noch mit der Analyse des Pimelit durch Baer, noch mit der Constitution des Delessit stimmt. Die Färbung der Substanz wird von Eisen und Nickel hervorgerufen, von welchem letztgenannten Grundstoffe in diesem Materiale sich durchschnittlich 5% nachweisen lassen. Es kommen übrigens theils intensiv grüne, theils nur gelblichgrüne Varietäten in den Handel. Von den letzteren wird demnächst mein Schüler Herr Candidat Starkl eine Analyse veröffentlichen. Ich selbst habe die erstere Varietät geprüft. Die Analyse ergab mir:

Volumgewicht = 2,256.

\*) Baer, Jahrb. f. prakt. Chemie 55, 52 giebt für Pimelit an: Der Wasserverlust beträgt bei 100<sup>0</sup> C. — 8,70%; bei Glühen (in toto) — 21,03%. Die Angaben in Dana, Min. S. 510 sind daher zu corrigiren.

Beobachtet :	Berechnet :
$SiO_2 = 33,79\%$	$36SiO_2 = 33,83\%$
$Al_2O_3 \quad 15,47$	$9Al_2O_3 \quad 14,55$
$Fe_2O_3 \quad 4,01$	$1Fe_2O_3 \quad 2,50$
$FeO \quad 3,26$	$4FeO \quad 4,50$
$NiO \quad 5,16$	$4NiO \quad 4,70$
$CaO \quad 1,38$	$2CaO \quad 1,75$
$MgO \quad 25,87$	$42MgO \quad 26,32$
Glühverlust $11,54$	$42 aq \quad 11,84$
<hr/> 100,48	<hr/> 99,99

Aus der Analyse folgt für Schuchardit die empirische Formel :



Seine Constitution entspricht also den Protochloriten und er ist unter denselben wegen seines relativ grossen Nickelgehaltes als besondere Abart aufzuführen. Im Allgemeinen ist die Zusammensetzung des im Serpentingebiete von Schlesien vorkommenden Schuchardtits der unseres Berlauits überaus ähnlich. Den wichtigsten Unterschied beider bildet das Auftreten des Grundstoffes Nickel.

Durch einen Gehalt an Nickel zeichnen sich übrigens die meisten Vorkommnisse des schlesischen Serpentinegebietes aus. Auf dem von mir untersuchten Gebiete spielt derselbe keine Rolle. Es erzeugt sich dadurch eine chemische Differenz der beiderseitigen Vorkommen, die hervorgehoben zu werden verdient. —

Mit der Discussion über Berlait schliesse ich die Besprechung jener Zersetzungsproducte, welche direct oder indirect dem Olivinfels von Křemže ihren Ursprung verdanken. Manche scheinbar unwesentliche Varietät findet sich hier aufgezählt. Allein mein Augenmerk war ja gerade darauf gerichtet, die Wanderungen des Grundstoffes Magnesium durch »alle« intermediären Stadien vom Silicat bis zum Carbonat zu verfolgen. Auch kann nur die Erfüllung dieser letzten Bedingung einer solchen Arbeit, trotz deren Beschränkung auf ein Terrain, einen Werth für die Bildungsgeschichte der Mineralien verleihen. Ich versuchte Beiträge zur Paragenesis zu liefern. Mögen jüngere Kräfte manches, was ich nur andeuten konnte, durch Studium an mir ferne liegenden Localitäten erweitern, ergänzen und vollenden.

Wien, Universität, 28. December 1881.

A. Schrauf.

## Inhalt.

	Seite
Einleitung. Terrainverhältnisse . . . . .	321
I. Erste Zone: Almandin, Diallag . . . . .	323
II. Mittlere Zone: Enstatit, Bronzit, Omphacit . . . . .	326
III. Centrales Gebiet: Der Associationskreis des Olivin-Serpentin und seiner Begleiter . . . . .	330
A. Die ursprüngliche Association: Omphacit, Pyrop, Olivin, Serpentin . . . . .	330
B. Die Neubildungen, aus dem Olivin-Serpentin entstanden . . . . .	336
$\alpha$ . Die Auslaugungsproducte des Olivin-Serpentin . . . . .	337
1) Die Carbonate von Kalk und Magnesia . . . . .	337
2) Kieselsäure . . . . .	341
3) Hydrosilicate . . . . .	345
a. Enophit . . . . .	345
b. Lernilith . . . . .	350
$\beta$ . Die Metamorphosen des Olivin-Serpentin; die Siliciophite . . . . .	352
C. Die Metamorphosen des Pyrop . . . . .	358
$\alpha$ . Die pyrogene Contactzone: Kelyphit . . . . .	358
Anhang: Kelyphit aus den Vogesen . . . . .	363
$\beta$ . Die hydralogenen Umwandlungsproducte des Granat: Chloritvarietäten	365
Anhang I. Chloritische Pyropmetamorphosen von anderen Localitäten	370
Anhang II. Ueber einige Schmelzproben: Almandin, Diopsid, Pyrop in Combination mit Olivin . . . . .	374
IV. Zersetzungsproducte an der Grenze von Granulit und Serpentin: Hydrobiotit und Berlaut . . . . .	380
Anhang: Ueber Schuchardtit . . . . .	386

## Erklärung zu Tafel VII.

Fig. 1. Schieferer Durchschnitt durch das Terrain zwischen Budweis im Norden und dem Planskergebirge im Süden. Zur Bezeichnung von Granulit, Serpentin, Gneiss wurden dieselben Farbentöne verwendet, deren sich zur Colorirung der geologischen Specialkarte: Böhmen Blatt 34, die k. k. geol. Reichsanstalt bediente. Vergl. Seite 321.

Fig. 2. Almandin (*A*) mit Diallag (*D*). Ersterer bildet die Structurcentra für die feinen Augitfasern, die sich anfangs zu einem verworrenen Filze, später zu divergenten Strahlenbündeln entwickeln. Als äusserste Structurzone Magnetit. Seitlich ist Olivin (*O*) eingedrungen, welcher bereits zum Theile in Serpentin umgewandelt ist. Vergl. S. 324.

Fig. 3. Pyrop (*P*) umgeben von feinfaserigem Kelyphit (*K*). Letzterer zeigt namentlich im polarisirten Lichte, wegen der Aggregatpolarisation, sehr deutlich seine Zusammensetzung aus feinen (0,1 mm) divergentstrahligen Faserbündeln. Die einzelnen Fasern sind höchst selten so gross (0,03 mm), dass sie als Einzelindividuen erscheinen. Im letzteren Falle erkennt man, dass eine Hauptschwingungsrichtung parallel der Faserung ist. An Kelyphit reiht sich eine schmale, unterbrochene, Zone glashellen Olivins (*O*); hierauf folgt Serpentin (*S*), anfangs mit ziemlich deutlicher Fluidalstructur. Vergl. S. 333.

Fig. 4. Aehnlich Fig. 3. Pyrop (*P*) umschliesst Omphacit ( $\Omega$ ). Letzterer zeigt Spaltung nach (100)(110)(170). Der Pyrop ist unregelmässig zerklüftet, diese Sprünge setzen scharf am Omphacit ab. Neben Kelyphit sind einige hellgefärbte Bronzitamellen (*B*) (Auslöschungsschiefe 0°). Vergl. Seite 335.

Fig. 5. Siliciophit. In einer durch Auslaugung des Olivin-Serpentin entstandenen Höhlung hat sich schichtenweise Kieselsäure abgelagert. Die äussere Zone derselben zeigt concentrisch faserige Structur mit Aggregatpolarisation. Der centrale Kern ( $\Sigma$ ) wird durch amorphe Opalmasse gebildet, die zahlreiche polarisirende Flitterchen einschliesst. Vergl. Seite 356.

Fig. 2.

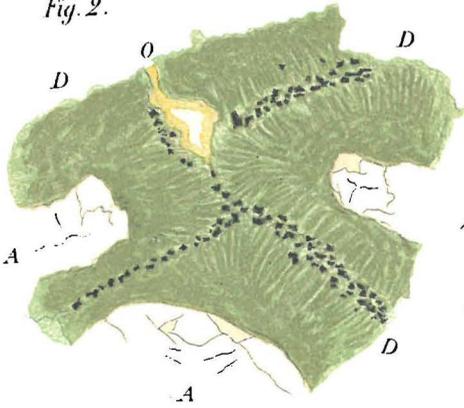
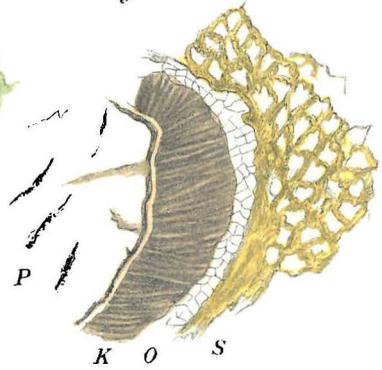


Fig. 3.



Vergrößerung 1: 10.

Fig. 4.

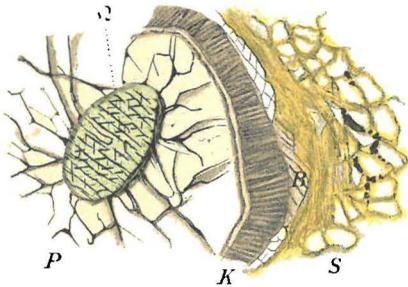


Fig. 5.

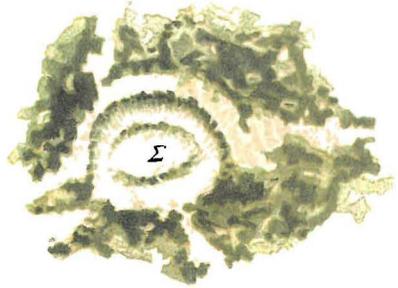


Fig. 1.

