

## 2. Untersuchungen über pyrenaeische Ophite.

VON HERRN JOHANNES KÜHN in Leipzig.

Von den zahlreichen Forschern, welche sich eingehender mit dem geologischen Bau der Pyrenäen beschäftigt haben, war es zuerst der Abbé PALASSOU<sup>1)</sup>, welcher im Anfange dieses Jahrhunderts ein an sehr vielen Stellen dieser Gebirgskette kuppenartig, in kleinen Ablagerungen auftretendes Massengestein mit dem Namen „Pierre verte“ oder „Ophite des Pyrénées“ belegte. Diese isolirten, kleinen Bergkuppen erscheinen nur äusserst selten in dem innersten Hochgebirge; die meisten Vorkommnisse finden sich am Ausgange der grösseren Thäler, am Fusse der westlichen Pyrenäen, zumal auf französischer Seite. Der für diese in einer so eigenthümlichen Art und Weise auftretenden Gesteine aufgestellte Namen wurde missbraucht und auf Gesteine vieler Hügel und Kuppen am Fusse der Pyrenäen angewendet, wenn sie auch petrographisch mit dem echten Ophit PALASSOU's nichts zu thun hatten. In Folge dieser falschen Anwendung des Namens „Ophit“ haben sich manche Gelehrte gegen ihn ausgesprochen; immerhin aber ist er berechtigt, sobald man ihn nur auf solche Vorkommnisse anwendet, welche PALASSOU zur Aufstellung desselben veranlassten, „um damit den eigenthümlichen Habitus dieser offenbar ebensowohl petrographisch als geologisch zusammengehörenden Gesteine zu bezeichnen.“<sup>2)</sup>

Ueber die mineralogische Natur dieser Ophite spricht sich zuerst J. DE CHARPENTIER<sup>3)</sup> in folgender Weise aus: „c'est un mélange d'amphibole et de feldspath“. Daher rechnete man diese Gesteine zu der Familie des Diorites und beschrieb sie als Varietät desselben.

Nachdem nun für die Petrographie das Mikroskop seine Dienste zu leisten begonnen, müssen die Ophite als zu einer

<sup>1)</sup> Journal des mines No 49: Essai d'une minéralogie des monts Pyrénées 1814. Suite des mémoires pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées et des pays adjacents, Pau 1819.

<sup>2)</sup> ZIRKEL, Beiträge zur geolog. Kenntniss der Pyrenäen; Zeitschr. d. d. geolog. Ges. XIX. 1867. pag. 118.

<sup>3)</sup> Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées. Paris 1823. pag. 484.

ganz anderen Gruppe gehörig betrachtet werden. Den anfänglich als Hornblende gedeuteten dunklen Bestandtheil der Ophite erkannte man später als ein Glied der Pyroxenfamilie, das somit die Rolle des hauptsächlichsten Gemengtheiles spielt oder wenigstens gespielt hat, und die im Dünnschliff grünen Massen nur als verschiedene Umwandlungsstadien der Augite.

Mit dem mikroskopischen Studium einzelner Ophitvorkommnisse haben sich z. B. ZIRKEL <sup>1)</sup>, QUIROGA <sup>2)</sup>, MACPHERSON <sup>3)</sup>, CALDERON <sup>4)</sup>, RAMON <sup>5)</sup>, MICHEL-LÉVY <sup>6)</sup> beschäftigt.

ZIRKEL, welcher zuerst die pyrenäischen Ophite mikroskopisch untersuchte, beschreibt dieselben als ein körniges bis dichtes Gemenge von Hornblende und Feldspath, welches Eisenglanz, Magneteisen und dunklen Glimmer als accessorie Gemengtheile, Epidot und Talk als secundäre Producte führt. In Ophiten, welche ärmer an Hornblende, reicher an Feldspath sind (Lacourt im Thale des Salat, St. Pé, St. Béat an der Garonne), giebt er auch ein Diallag-ähnliches Mineral an, welches, hinreichend dünn geschliffen, ziemlich farblos ist, unzersetzt und von vielen Sprüngen durchsetzt erscheint.

QUIROGA fand den Ophit von Pando, Provinz Santander, aus Plagioklas, Diallag-ähnlichem Augit, Viridit, Hornblende, Epidot, Magnetit, Eisenglanz und einer spärlichen, amorphen Basis bestehend.

MACPHERSON untersuchte Gesteine der Provinz Cadix, welche er mit den pyrenäischen Ophiten in unmittelbare Verbindung bringt, und fand, dass ein Theil derselben eine amorphe Basis enthält, während sie anderen fehlt. Als Gemengtheile der ersteren nennt er: Plagioklas, Augit, welcher theilweise bereits in Chlorit umgewandelt ist, Magnetit und Titaneisen; bei den letzteren: Feldspath, Diallag-ähnlichen Augit mit

<sup>1)</sup> Beiträge zur geologischen Kenntniss der Pyrenäen, Zeitschr. d. d. geol. Ges. XIX. 1867. pag. 166.

<sup>2)</sup> Erupcion ofítica de Moledo (Santander), Anal. de la Soc. esp. de hist. nat. 1877. VI. — Ofita de Pando (Santander). Anal. de la Soc. esp. de hist. nat. 1876. V.

<sup>3)</sup> Sobre los caracteres petrográficos de las ofitas de las cercanias de Biarritz; *ibid.* 1877. VI. — Sobre las rozas eruptivas de la provincia de Cádiz y de su semejanza con las ofitas de Pirineo; *ibid.* 1876. V.

<sup>4)</sup> Ofita de Trasmiera (Santander); *ibid.* 1878. VII.

<sup>5)</sup> Roca eruptiva de Matrico (provincia de Guipuzcoa); *ibid.* 1878. VII. — Las rocas eruptivas de Viscaya; Boletin de la comision del mapa geológico de España, 1879. VI.

<sup>6)</sup> Note sur quelques Ophites des Pyrénées, Bull. de la Soc. géol. de France, 3. série t. VI. 1877. pag. 156.

seinen Umwandlungsproducten Hornblende und Chlorit, Epidot, wenig Quarz und Hämatit.

MICHEL-LÉVY beschreibt pyrenäische Ophite von verschiedenen Fundpunkten als durch Gegenwart von Diallag oder eines Augites, der in Diallag übergeht, Plagioklas und Titan-eisen charakterisirt. Aus dem Diallag entsteht Hornblende, Serpentin und Chlorit; Epidot ist ein secundäres Product. Ausserdem erwähnt er noch Quarz, Magnetit und Magnesiaglimmer; das Zersetzungsproduct des Titaneisens hält er für Sphen.

In einem Resumé über neuere Untersuchungen dieser Gesteine erklärt ROSENBUSCH<sup>1)</sup> die Ophite als mit Sicherheit zur Plagioklas - Augitgesteinsreihe gehörig, während über das Alter derselben die verschiedenen Forscher noch getheilte Ansicht seien.

Durch die gütige Vermittelung des Herrn Prof. ZIRKEL übersandte mir Herr GENREAU, Ingénieur au corps des mines in Pau, eine sehr bedeutende Anzahl von Ophitvorkommnissen der Pyrenäen, namentlich der Basses-Pyrénées und der Landes, wofür ich ihm meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen nicht unterlassen kann; zugleich stellte mir Herr ZIRKEL viele Ophite der Hautes - Pyrénées aus seinen dort veranstalteten Sammlungen zur Verfügung und ausserdem hatte ich Gelegenheit, einige vom Grafen LIMUR in Vannes dem Leipziger Museum geschenkte pyrenäische Ophite zu untersuchen, so dass mein Material von etwa 100 Fundpunkten herrührt.

Im Folgenden werden zunächst die wesentlichen und die hauptsächlichlichen accessorischen Gemengtheile der Ophite besprochen, daran knüpft sich eine Beschreibung typischer Vorkommnisse; zum Schluss werden über die Zugehörigkeit dieser Gesteine zu einer grösseren Gruppe, sowie über ihr Alter Erwägungen an der Hand der chemischen Analyse angestellt.

## I. Beschaffenheit der Ophit-Gemengtheile.

Die Mineralien, welche an der Zusammensetzung der von mir untersuchten Ophit-Präparate theilnehmen, sind besonders folgende:

Augit, Diallag-ähnlicher Augit, Diallag, Uralit, Viridit, Feldspath, Epidot, Titaneisen als wesentliche, Magneteisen, Eisenkies, Eisenglanz, Apatit, Hornblende, Quarz, Kalkspath, Magnesiaglimmer als accessorische Gemengtheile.

<sup>1)</sup> N. Jahrbuch für Miner., Geol. u. Paläont. 1849. pag. 426.

Die Glieder der Pyroxenfamilie, welche man erst gar nicht und dann nur sehr spärlich in diesen Gesteinen fand, haben sich in allen zur Untersuchung gelangten Ophiten als der bei weitem am meisten verbreitete Gemengtheil erwiesen. Der gewöhnliche monokline Augit erscheint in den verschiedensten Farben, von fast farblos bis gelblich- und röthlichbraun, meist in regellosen Partien ohne Krystallconturen in die Zwischenräume zwischen die Feldspathe hineingedrängt. Entgegen den Angaben MICHEL-LÉVY's<sup>1)</sup>, fand ich manchmal einen ziemlich deutlichen Dichroismus, und zwar hauptsächlich in denjenigen Präparaten stark hervortretend, welche gleichzeitig primäre Hornblende enthalten. Je nachdem der Augit sich in Quer- oder Längsschnitten fand, waren auch verschiedene Farbenercheinungen bemerkbar. Während nämlich die Querschnitte sich als stark dichroitisch erwiesen, waren es die Längsschnitte nur in sehr geringem Grade; die Farben wechselten bei den ersteren von gelblichgrau bis tief röthlichbraun, bei den letzteren hingegen liess sich in der hell röthlichbraunen Grundfarbe nur bei aufmerksamer Betrachtung eine schwache Veränderung wahrnehmen. Die drei Axenfarben sind: nach *a* rothbraun, nach *b* gelblich und nach *c* hellröthlich. Der Erhaltungszustand des Augits zeigt alle Stadien von vollständiger Frische bis zur völligen Zersetzung und Umwandlung. Nicht selten nimmt man in Folge der prismatischen Spaltbarkeit den charakteristischen Winkel von circa 87° und dann auch im polarisirten Licht Verzwillingungen nach dem Orthopinakoid wahr. Die Augite enthalten zuweilen fremde mikroskopische Einschlüsse, deren Natur durch die petrographische Beschaffenheit und die Entstehungsweise des Gesteins bedingt ist; so findet man z. B. triklinen Feldspath, Apatit, Eisenglanz, Magnet- und Titaneisen einerseits, andererseits Glaseinschlüsse und Dampfporen.

Der Augit fällt oft einer fasrigen Zersetzung anheim, welche, von den Rändern ausgehend, ihm dann eine gewisse Aehnlichkeit mit Diallag verleiht. Die fast farblose und durchsichtige Substanz wird in Folge dessen trüb und impellucid; es bilden sich weisslich-gelblich-grünliche Massen, welche jedoch nicht oder wenigstens noch nicht dem Uralit zuzuzählen sind. Diese Umwandlung, welche manchmal den ganzen Pyroxen ergriffen hat, ist nicht immer so weit fortgeschritten und die Erhaltung eines frischen und unzersetzten Kernes giebt ein sicheres Merkmal an die Hand, diese Massen, auch wenn ihre ehemalige Natur nicht deutlich hervortritt, dennoch als

<sup>1)</sup> Notes sur quelques Ophites des Pyrénées; Bull. de la Soc. géol. de France, 3<sup>e</sup> série, t. VI. 1877. pag. 159.

Augit zu erkennen. Ich werde die Bezeichnung: „Diallag-ähnlicher Augit“ für diese eigenthümliche, fasrige Zersetzung gebrauchen, welche in allen mir zur Verfügung stehenden Ophitvorkommnissen beobachtet werden konnte.

Neben diesem Diallag-ähnlichen Augit kommt aber auch echter Diallag vor, welcher durch die ausgezeichnet monotone Spaltbarkeit die optischen Eigenschaften und die auch für den Diallag der Gabbro's so charakteristischen Interpositionen gekennzeichnet ist. Die dem Diallag zugerechneten, stets eine monotome Spaltbarkeit zeigenden Durchschnitte löschen in manchen Fällen (Schnitte aus der Zone der Orthodiagonale) parallel, in anderen schief aus, weshalb sie auch weder als Augit, noch als ein rhombischer Pyroxen angesehen werden dürfen. In einigen Präparaten konnte man deutlich wahrnehmen, dass jene Interpositionen in der meist farblosen Substanz eine röthlichbraune Farbe besitzen und wahrscheinlich aus Eisenoxydhydrat bestehen, während sie in anderen dunkelschwarz sind und jedenfalls als Magneteisen zu deuten sein dürften. Oft kann man sehen, wie sich diese Interpositionen vom Rande aus in den Krystall hineinziehen, immer senkrecht zur Spaltungsrichtung gelagert. Einlagerungen von kleinen opaken Körnchen, welche sich parallel dem Orthopinakoid reihenartig gruppieren, erwähnt auch MICHEL-LÉVY. Hand in Hand mit dieser Erscheinung geht eine parallele Faserung des Krystalles, welche das klare Aussehen desselben verschwinden macht. Hierdurch wird der Diallag in weiter fortgeschrittenen Stadien der Umwandlung dem Zersetzungsproduct des Augites, dem Diallag-ähnlichen Augit, fast gleich und ist von diesem nur sehr schwer oder kaum zu unterscheiden.

Aus diesen Gliedern der Pyroxenfamilie bildet sich zuerst durch Umwandlung der Uralit, jene bekannte Pseudomorphose von Hornblende nach Augit; erst im zweiten Stadium der Zersetzung Viridit, was an vielen Stellen deutlich nachzuweisen ist.

Der Uralit gab für frühere Forscher den Grund ab, die Ophite als Plagioklas-Hornblendegesteine aufzufassen, eine Ansicht, welche gegenwärtig nicht mehr aufrecht erhalten werden kann.

Um diese Pseudomorphose oder wohl richtiger Paramorphose von Hornblende nach Augit unter dem Mikroskop sicher nachzuweisen, ist es unbedingt nöthig, entweder Querschnitte mit Augitconturen zu finden, welche innen ganz aus dichroitischer Hornblende-Substanz bestehen und den charakteristischen Spaltungswinkel von circa  $124\frac{1}{2}^{\circ}$  zeigen, oder solche Schnitte, in denen die erst begonnene Umwandlung des Augits äusser-

lich einen Rand von secundärer Hornblende, mit alsdann meist wenig ausgesprochenen Conturen, gebildet hat, während innen noch die frische Augitsubstanz erhalten ist. In den untersuchten Ophiten habe ich in ausgezeichneter Weise alle Stadien der Umwandlung gefunden von vollkommen frischem Augit an bis zu solchem, der gänzlich aus Amphibol besteht und nur noch die äussere Form des Pyroxens erhalten hat. Aeusserst wichtig ist ferner noch die Wahrnehmung, dass manchmal die eine Spaltungsrichtung des Augites sich in die umgewandelte Substanz hinein fortsetzt und mit einer anderen, dem Uralit angehörigen Spaltungsrichtung den für die Hornblende charakteristischen Winkel von  $124^{\circ}$  bildet. Dieselbe Beobachtung ausgezeichneter Uralitbildung machte schon FRANKE<sup>1)</sup> in einem Uralit-Diorit von der Insel Martin Guarcia im Rio de la Plata.

Die Farbe des Uralites wechselt zwischen gelblich-, gras- und lauchgrün, je nachdem die Schnitte geführt sind, und zwar zeigen die Querschnitte meistens hellere Farben, während bei den Längsschnitten die dunkleren vorherrschen; selbst in sehr dünnen Schliften ist der Dichroismus noch vollkommen deutlich wahrnehmbar. Zugleich mit der Umwandlung des Pyroxens in Uralit haben sich verschiedene Eisenverbindungen abgeschieden, welche meistens aus Magnetit, manchmal aus Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat bestehen. Der Ansicht MICHEL-LÉVY's<sup>2)</sup>, dass die aus dem Augit hervorgehende secundäre Hornblende meistens Strahlstein, nicht Uralit sei, kann ich mich in der Allgemeinheit nicht anschliessen, da ich nur in drei Präparaten aktinolithartige Gebilde als Umwandlungsproducte des Pyroxens wahrnehmen konnte. Auch makroskopisch macht der aus Augit entstandene Amphibol mit seinen dunkelgrün-schwarzen Prismen keineswegs den Eindruck des Strahlsteins.

Schon seit langer Zeit ist man darauf bedacht gewesen, einen richtigen Namen für die grüne Materie, welche sich in den Diabasen hauptsächlich als Zersetzungsproduct des Augits zu erkennen giebt, aufzustellen; nachdem durch chemische Analysen diese Substanz wesentlich als wasserhaltiges Magnesia-Eisenoxydulsilicat nachgewiesen war, hat man die verschiedensten Namen aus der Chloritgruppe auf sie angewendet. Ich werde für diese grünen Massen den Aushülfsnamen Viridit, den VOGELSANG<sup>3)</sup> zuerst in die Wissenschaft einführte, bei-

<sup>1)</sup> Studien über Cordillereengesteine, Inaug.-Diss., Leipzig 1875.

<sup>2)</sup> a. a. O. pag. 159.

<sup>3)</sup> Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXIV. 1872. pag. 529.

behalten. „Viridit, grüne und durchscheinende Gebilde in Form von schuppigen oder faserigen Aggregaten, welche namentlich als Umwandlungsproducte nach Hornblende, Olivin u. s. w. häufig vorkommen. Ihre Zusammensetzung ist gewiss nicht immer dieselbe; der Hauptsache nach werden es Eisenoxydul-Magnesiumsilicate sein, und meist gehören wohl die Schüppchen einem chloritartigen, die Fasern einem serpentinähnlichen Mineral an.<sup>1)</sup>

Die Farbe des Viridits in den Ophiten ist meist grünlich, aber in sehr abwechselnden Tönen, seltener gelblich bis bräunlich; zuweilen liess sich ein Dichroismus deutlich wahrnehmen. Die Mikrostructur des Viridits ist sehr verschieden, jedoch herrscht die faserige und schuppige Ausbildung meist vor, welche im polarisirten Licht, in Folge der optisch verschiedenen orientirten Elemente, Aggregatpolarisation bewirkt; radiaalfasrige Gebilde zeigen öfter zwischen gekreuzten Nicols ein Interferenzkreuz. „Je dicker die Fasern sind, desto mehr neigen sie zu paralleler Anordnung und finden sich in dieser Form besonders bei der beginnenden Umbildung der Pyroxene. Sie sind dann oft sehr schwer vom Uralit zu unterscheiden, mit dem sie auch den gleichen Pleochroismus theilen.“<sup>2)</sup> Die secundäre Natur dieser grünen Substanz lässt sich bei den untersuchten Gesteinen nicht bezweifeln; man sieht Augite, welche von den Rändern aus sich in Viridit umzusetzen beginnen, während der Kern noch frisch und unversehrt ist; dann solche, bei denen längs der Spalten und Sprünge, welche den ganzen Krystall durchziehen, eine Ausscheidung jener grünen Nadelchen, Schüppchen und Fäserchen begonnen hat. Schliesslich kommt es so weit, dass der Augit völlig verschwindet und jenes grüne Umwandlungsproduct an seine Stelle tritt. Diesen Vorgang beschreibt ZIRKEL<sup>3)</sup> mit folgenden Worten: „Die dunkelgrüne Chloritmaterie tritt als förmliche Pseudomorphose nach Augit unter Wahrung seiner Durchschnittsformen auf, häufiger aber wohl sind die letzteren bei der Umwandlung verwischt worden.“

Wenn auch Viridit und Uralit in manchen Zügen Aehnlichkeit aufweisen, so giebt es doch Unterscheidungsmerkmale genug, welche die sichere Diagnose ermöglichen.

Aus der Feldspathgruppe nehmen hauptsächlich Glieder des triklinen Systems an der Zusammensetzung der Ophite Theil, während die monoklinen äusserst selten gefunden werden. Die Plagioklase, ausgezeichnet durch die charakteristische Zwillingsstreifung, welche aber öfter schon durch die

<sup>1)</sup> ZIRKEL, Mikroskop. Beschaffenheit etc. 1873. pag. 294.

<sup>2)</sup> ROSEBUSCH, Mikr. Physiogr. II. pag. 338.

<sup>3)</sup> Mikrosk. Beschaffenheit etc. 1873. pag. 408.

beginnende Zersetzung alterirt, ja manchmal völlig verschwunden ist, sind meist nach dem Albitgesetz, Zwillingssebene das Brachypinakoid, polysynthetisch verzwillingt. Ihre Krystalle sind in den Ophiten meistens leistenförmig in der Richtung  $\infty \bar{P} \infty$  in die Länge gezogen. Welcher Unterabtheilung diese Plagioklase angehören oder ob sie in Folge ihrer chemischen Zusammensetzung verschiedenen Arten zugezählt werden müssen, ist schwer zu entscheiden. Zwar geben die optischen Eigenschaften der Feldspathindividuen unter dem Mikroskop theoretisch ein Mittel in die Hand, die chemisch verschiedenen Krystalle von einander zu trennen, in der Praxis aber stossen genaue Untersuchungen meist auf grosse Schwierigkeiten, da sich nur frische Feldspathe hierzu eignen, die meisten aber durch eine bereits eingetretene Umwandlung alterirt sind, wodurch die Anzahl der überhaupt optisch untersuchbaren Durchschnitte bedeutend reducirt wird. Zu einer Messung der Auslöschungsschiefe sind natürlich nur solche Krystalldurchschnitte verwendbar, welche eine gleiche Auslöschung zu beiden Seiten von der Projection der Zwillingssebene besitzen, die also genau der Zone  $oP : \infty \bar{P} \infty$  angehören und normal zur Zwillingssebene geführt sind. In allen meinen Präparaten war es mir nicht möglich, einen Krystalldurchschnitt zu finden, der diesen Bedingungen Genüge geleistet hätte; immer betrug der Auslöschungswinkel auf der einen Seite einige Grade mehr als auf der anderen. Ich konnte daher die Feldspathe nur in zwei grosse Abtheilungen bringen, von denen die eine einen Auslöschungswinkel bis annähernd  $40^\circ$  besitzt, während die andere durch eine kleinere, in wenigen Fällen  $20^\circ$  übersteigende Auslöschungsschiefe charakterisirt ist. Beide Arten kommen nebeneinander vor. Diejenigen Feldspathindividuen, deren Auslöschungsschiefe bis etwa  $40^\circ$  beträgt, scheinen auch ihrer leichteren Zersetzbarkeit wegen dem Labrador anzugehören, während die mit kleinen Auslöschungswinkeln sich mehr auf Oligoklas beziehen lassen; Winkel, welche für den Albit oder Anorthit charakteristisch sind, wurden nirgends gefunden. Auch MICHEL-LÉVY<sup>1)</sup> constatirte in den von ihm untersuchten Ophiten auf Grund ihrer optischen Eigenschaften zwei verschiedene Feldspathe: Oligoklas und Labrador. Seiner Ansicht nach ist aber der Oligoklas mehr zersetzt und bildet Kalkspath.

Bei einigen Individuen des Feldspaths findet man bei gekreuzten Nicols auch eine durch doppelte, sich gegenseitig durchsetzende, polysynthetische Zwillingsverwachsung, bedingte gitterförmige Structur, welche jedoch von derjenigen des Mi-

<sup>1)</sup> a. a. O. pag. 162.



kroklins leicht durch das schiefe Auslöschen beider Arten von Lamellen zu unterscheiden ist. Der Winkel, welchen diese Lamellen, von denen die einen parallel  $\infty \bar{P} \infty$ , die anderen parallel  $\infty \check{P} \infty$  verlaufen, mit einander bilden, beträgt nach STELZNER <sup>1)</sup> beim Labradorit 86° 40'.

Bemerkenswerth ist ferner noch, dass einige Feldspathe der Ophite, ähnlich wie die mancher Diorite und Melaphyre, mit einem braunen oder schwarzen Staub völlig erfüllt sind, welcher sich bei sehr starker Vergrößerung als aus sehr kleinen Körnchen bestehend erkennen lässt. Durch die beginnende Zersetzung verliert der Feldspath sein frisches Aussehen, wird trüb, lichtgraulich und bildet eine wenig pellucide, körnig-fasrige Masse. Eine Folge der weiteren Verwitterung ist das gänzliche Verschwinden der Zwillingsstreifung und die Neubildung verschiedener anderer Mineralien, besonders des Kalkspathes.

Monokliner Feldspath konnte in den zur Untersuchung vorliegenden Ophiten mit Sicherheit nicht nachgewiesen werden, obwohl ZIRKEL <sup>2)</sup> und MICHEL-LÉVY <sup>3)</sup> von dem, wenn auch seltenen, Auftreten desselben berichten. Einfache, leistenförmige Durchschnitte oder Zwillinge, anscheinend nach dem Karlsbader Gesetz, die man für Orthoklas halten könnte, gaben sich bei genauerer optischer Prüfung fast immer als zersetzte Plagioklase zu erkennen.

Als ein in den Ophiten überaus häufiges Umwandlungsproduct, welches seine Entstehung den verschiedenen Gliedern der Pyroxen- und Feldspathfamilie zugleich verdankt, tritt der Epidot auf. Ein Handstück aus den Hoch-Pyrenäen bestand fast ganz aus diesem Umwandlungs-Mineral. Der Epidot erscheint entweder fast farblos bis hellgrünlich-gelblich und ist dann so schwach pleochroitisch, dass er leicht mit Augit verwechselt werden kann, oder er ist wein- bis citronengelb und zeigt einen starken Pleochroismus. Mit Recht hatte man gerade in dem reichlichen Epidotgehalt einen Beweis für die Hornblendenatur der schwärzlichgrünen Prismen in den Ophiten erblickt, freilich ohne irgend eine Ahnung der secundären Entstehung dieses Amphibols. Nachdem sie nun unzweifelhaft nachgewiesen ist, kann man den Epidot auf das Primärmineral Augit mittelbar zurückführen. Letzterer liefert aber auch, ohne das Stadium der Umsetzung in Hornblende durchzumachen, direct Epidot als secundäres Umwandlungsproduct.

<sup>1)</sup> Berg- und Hüttenm. Zeit. XXIX. pag. 150.

<sup>2)</sup> Beiträge zur geolog. Kenntniss der Pyrenäen, Zeitschr. d. d. geol. Ges. XIX. 1867. pag. 119.

<sup>3)</sup> a. a. O. pag. 163.

Im Feldspath, Augit, Uralit und Viridit, überall findet man unregelmässig begrenzte Körnchen, Blättchen und Nadelchen von Epidot, dessen secundäre Natur bei dieser Art und Weise des Auftretens nicht zweifelhaft sein kann; ja sogar in Adern und als Ausfüllungsproduct von Sprüngen und Spalten hat er sich angesiedelt. Aehnliche Vorgänge sind auch sonst mehrfach erwähnt worden. So fand BLUM<sup>1)</sup> die Uralite der Augitporphyre von Predazzo, KALKOWSKY<sup>2)</sup> die Augite der grünen Schiefer Niederschlesiens, ROSENBUSCH<sup>3)</sup> die Pyroxene in den Diabasen des Ochsenkopfes, SVEDMARK<sup>4)</sup> den Uralit von Vaksala bei Upsala in Epidot umgesetzt.

Nach BLUM<sup>5)</sup> hat man es bei der Entstehung des Epidots mit einer Pseudomorphose nach Augit und Feldspath zu thun; nach FRANKE<sup>6)</sup> entsteht der Epidot erst aus dem chloritischen Umwandlungsproduct des Augites; auch bezweifelt letzterer die Pseudomorphosen von Epidot nach Feldspath, indem er glaubt, dass der scheinbar aus letzterem gebildete Epidot sein Dasein den Viriditpartien verdanke, welche in die mürbe Kaolinmasse verwitterter Feldspathe eingedrungen seien. Für die Entstehung des Epidots in den Ophiten scheint mir die Erklärungsweise BLUM's angemessener zu sein.

MICHEL-LÉVY<sup>7)</sup>, welcher in einigen Fällen den Epidot der Ophite nicht für ein einfaches Umwandlungsproduct hält, sondern seine Entstehung in die Zeit der Erstarrung des Gesteins zu versetzen geneigt ist, beschreibt dieses Mineral ausführlich und weist mit Recht auf die durch seinen hohen Brechungsindex bedingte Totalreflexion hin, welche ihm ein reliefartiges Aussehen, wie es beim Sphen oder Granat der Fall ist, giebt.

Das Titaneisen spielt in den Ophiten bezüglich seiner Verbreitung eine ähnliche Rolle wie in den Diabasen, es waltet vor allen anderen Erzen vor. Ueber die mikroskopischen Merkmale desselben sagt DATHE<sup>8)</sup>: „Seine Erkennbarkeit unter dem Mikroskop ist seltsamerweise im umgewandelten Zustand viel leichter und sicherer als im vollkommen frischen;

1) N. Jahrb. f. Miner. 1762. pag. 429.

2) TSCHERMAK, Miner. Mitth. 1876. pag. 99.

3) Mikr. Physiogr. d. massigen Gesteine 1877. pag. 332.

4) N. Jahrb. f. Miner. 1877. pag. 100.

5) Pseudomorphosen des Mineralreiches III., Nachtrag, pag. 118, 122, 127, 133. — Der Epidot in petrogr. und genetischer Beziehung, N. Jahrb. f. Miner. 1861.

6) Studien über Cordilleregesteine, Inaug.-Diss., Leipzig 1875.

7) a. a. O. pag. 160, 161.

8) Mikroskop. Untersuchungen über Diabase, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874.

es ist dies eine mikroskopische Erscheinung, welche im Olivin bekanntermaassen ihr Analogon findet.“

In den von mir untersuchten Gesteinen ist frischer Ilmenit weniger häufig als zersetzter. Findet er sich unzersetzt als mikroskopischer Gemengtheil, so ist er wegen der gleichen Farbe und Impellucidität schwer von dem Magneteisen zu unterscheiden. Charakteristisch ist für das Titaneisen allerdings seine eigenthümliche, stabförmige Ausbildungsweise. Im zersetzten Zustande aber ist durch das Leukoxen genannte Umwandlungsproduct der sicherste Anhalt gegeben, dass Titaneisen vorliegt, da kein anderes Erz zusammen mit dieser graulichweissen bis röthlichgelben, fast gar nicht pelluciden Substanz vorkommt. Bei abgeblendeten Lichte nimmt man den bekannten Wachsglanz wahr. Ueber die Natur des Leukoxens weichen die Ansichten der verschiedenen Forscher sehr von einander ab. ZIRKEL vermuthete darin kohlen-saures Eisenoxydul; SANDBERGER ein Titanat; COHEN reine Titansäure; TÖRNEBOHM irgend eine Modification der Titansäure; MICHEL-LÉVY hält ihn für Sphen; während v. LASAULX, der zuerst eine anfängliche Umwandlung des Ilmenits in ein perowskitähnliches Kalktitanat und dieses in Sphen annahm, sich schliesslich geneigt zeigt, den Leukoxen dem Titanomorphit zuzurechnen.

Eine definitive Bestätigung irgend einer dieser Ansichten konnte ich aus meinen Präparaten nicht erlangen, doch möchte ich mich der jetzt fast allgemein angenommenen Ansicht, der Leukoxen sei kein titansaures Salz, sondern eine irgendwie beschaffene Titansäure, anschliessen, wengleich es nicht ausgeschlossen ist, dass ein Theil des Leukoxens dem Titanomorphit angehört. (Vergl. C. W. CROSS, Studien über bretonische Gesteine; Miner. und petrogr. Mittheil., gesammelt von TSCHERMAK, 1880. pag. 401 u. 402.)

Von den accessorischen Gemengtheilen verdient zuerst das Magneteisen, wegen seines sehr häufigen Auftretens, eine kurze Besprechung. Ausser den hinreichend bekannten mikroskopischen Eigenschaften dieses Erzes, zeigen sich in den Ophiten auch zuweilen seine sonderbaren Aggregationsformen, wie sie ZIRKEL<sup>1)</sup> aus den Basalten und basaltischen Laven abbildet. Die Ansicht, welche DATHE<sup>2)</sup> über den Ursprung des Magnet-eisens in den Diabasen ausspricht, nämlich die Annahme einer secundären Bildung für einen grossen Theil dieses Erzes, scheint mir auch für seine Entstehungsweise in den Ophiten ihre Geltung zu besitzen. In frischen Augiten fand ich keinen Magnetit, nur wenn sie sich zu zersetzen und

<sup>1)</sup> Basaltgesteine 1869. pag. 67.

<sup>2)</sup> a. a. O. pag. 29.

umzuwandeln beginnen, zeigen sich schwarze, opake Körnchen an den Rändern, deren Conturen manchmal deutlich ihre Zugehörigkeit zu dem Magneteisen erkennen lassen. Je grösser die Veränderung des Augits, um so reichlicher ist sein Gehalt an Magnetit, was sich wohl nur dadurch erklären lässt, dass das Erz hier eben ein Ausscheidungsproduct ist. Vorzüglich schön kann man diesen Vorgang bei der Bildung des Uralites beobachten, der oft von Magnetitkörnchen ganz erfüllt ist, jedoch stärker am Rande als nach der Mitte zu. Im Ganzen und Grossen ist überhaupt der Magnetit in erster Linie an umgewandelten Augit gebunden und tritt weniger als eigentlicher selbstständiger Gemengtheil auf. Das schwarze Erz, welches die letztere Rolle in den Ophiten spielt, ist vorwiegend Titaneisen. Eine Ausscheidung von Magneteisen aus dem Magnesiasglimmer, auch wenn sich derselbe zersetzt, war nur äusserst selten zu beobachten.

In Folge einer Verwitterung des Magnetits umziehen sich die schwarzen Körner oft mit einer bräunlichgelben Substanz, welche jedenfalls Eisenoxydhydrat ist; zuweilen auch mit blutrothen Lamellen von Eisenoxyd. Manchmal umgeben, wie schon MICHEL-LÉVY<sup>1)</sup> erwähnt, kleine Biotitblättchen, erkennbar durch ihren ausserordentlich kräftigen Dichroismus, das Magneteisen der Ophite.

Der Eisenkies tritt in manchen Präparaten in grosser Menge, in anderen entweder gar nicht oder nur äusserst sparsam auf. Unter dem Mikroskop ist er durch seine meist cubische Gestalt und seinen gelblichen Metallglanz bei auffallendem Licht leicht erkennbar. In Folge beginnender Umwandlung hat sich der Pyrit zuweilen mit einem gelblichbraunen bis schwarzen Rand umzogen, der wahrscheinlich Eisenverbindungen als Zersetzungsproducte enthält.

Seltener als das soeben genannte Erz findet sich der Eisenglanz in den Ophiten, aber gleich jenen durch bemerkenswerthe, mikroskopische Eigenschaften ausgezeichnet. Er ist stets durch seine gelblichröthliche, blut- oder dunkelrothe Farbe erkennbar, welche jedenfalls durch die verschiedene Dicke der einzelnen Individuen bedingt ist. Ebenso dient seine Form zu seiner Erkennung. Man findet ihn als Blättchen, Tafeln, Lamellen u. s. w., oft mit hexagonaler Umgrenzung, häufig aber auch ohne regelmässige Conturen.

Den Apatit als accessorischen Gemengtheil der Ophite erwähnt zuerst RAMON ADAN DE YARZA<sup>2)</sup> in spanischen Vor-

<sup>1)</sup> a. a. O. pag. 164.

<sup>2)</sup> Las rocas eruptivas de Viscaya; Boletín de la comisión del mapa geológico de España t. XI. 1879.

kommnissen; in allen anderen Beschreibungen, selbst den neueren von MICHEL-LÉVY, wird derselbe nicht angeführt. Ich traf ihn ziemlich häufig an. Wie in vielen anderen Felsarten, so erscheint er auch in den Ophiten der Pyrenäen entweder in langen, schmalen Säulchen oder in sechseckigen Querschnitten; die Säulen zeigen in der Endigung entweder die Basis oder eine Pyramide. Die Apatitnadeln, durch eine Gliederung parallel oP oft von einem kettenartigen Aussehen, erlangen zuweilen eine ausserordentliche Länge, wie z. B. Säulen von 1,5 und 1,25 mm gemessen wurden. Diese langen Prismen setzen durch die meisten Gemengtheile, als Feldspath, Augit, Viridit und andere, hindurch. Der Apatit ist stets frisch, mit scharfen Krystallconturen und hat nirgends seine Farblosigkeit verloren.

Zu den selteneren Gemengtheilen, welche aber, wenn sie einmal auftreten, eine etwas grössere Verbreitung erlangen, gehört die primäre Hornblende. Als ein constanter Begleiter des röthlichbraunen, pleochroitischen Augites zeigt sich hellgelber bis hellbräunlicher, stark dichroitischer Amphibol, und beide scheinen in einer eigenthümlichen genetischen Beziehung zu stehen. Pyroxen und Amphibol bilden oft zusammen ein wohlbegrenztes, äusserlich aus Hornblende, innerlich aus Augit bestehendes Individuum. Die Grenzen zwischen beiden Mineralien sind aber allemal so scharf ausgeprägt, dass Niemand an eine secundäre Bildung der äusseren Hornblendesubstanz denken wird, umsoweniger, als sie auch die Conturen bedingt. Mir scheint hier die Ansicht KNOP's<sup>1)</sup> über die Entstehung der Uralite eine genügende Erklärung zu geben. Danach ist ein anfänglich vorhanden gewesener Augit als Hornblende isomorph weiter gewachsen, etwa wie Chrom-Alaun in einer Lösung von Kali-Alaun<sup>2)</sup>; KNOP stützt sich dabei auf die Identität der Substanz, auf die Einfachheit und Rationalität der Parameterverhältnisse beider Mineralien und darauf, dass die Hornblendehülle, welche die Diallage der Gabbros umgiebt, auch krystallographisch orientirt ist.

Wenn ich auch weit davon entfernt bin, diese Ansicht für die Bildung des eigentlichen Uralites selbst anzuerkennen, so findet doch die eben geschilderte eigenthümliche Verwachsung hierdurch eine passende und höchst wahrscheinliche Erklärung. Charakteristisch für die Querschnitte dieser Gebilde

<sup>1)</sup> Studien über Stoffwandlungen im Mineralreich, 1873. pag. 24.

<sup>2)</sup> Das Fortwachsen eines Alaunkrystals in einer isomorphen Lösung ist nach den neuesten Untersuchungen von F. KLOCKE in Freiburg i. Br. (Berichte über die Verhandl. der naturforsch. Gesellsch. zu Freiburg i. Br. VII. pag. 3) doch etwas anders. (Vergl. darüber auch FRANKENHEIM, POGG. Ann. 113. pag. 491. 1861.)

ist die auffallend häufige Ausbildung des Orthopinakoides an der Hornblende, wodurch natürlich bei der Combination mit  $\infty P$  und  $\infty P \infty$  ein achteckiger Durchschnitt entsteht. Man findet den primären Amphibol aber auch mit dem Augit nicht verbunden, in wohl conturirten Durchschnitten. Eine merkwürdige Verwachsung von primärer Hornblende und Titan-eisen soll weiter unten ausführlicher besprochen werden.

So sind also zweierlei Hornblendens in den untersuchten Ophiten enthalten, eine primäre und eine secundäre, welche letztere in Folge ihrer aussergewöhnlichen grossen Verbreitung früher Veranlassung gewesen ist, diese Gesteine zu den Plagioklas - Hornblendegesteinen zu rechnen. Das Auftreten des primären Amphibols ist sehr selten und wird von den neueren Forschern, wie z. B. von MICHEL - LEVY, gar nicht erwähnt.

Der Quarz scheint mir, entgegen der Ansicht MICHEL - LEVY's<sup>1)</sup>, welcher für manche Ophitvorkommnisse einen ursprünglichen Quarz anzunehmen geneigt ist, stets ein secundäres Zersetzungsproduct zu sein. Er ist nämlich in den frischeren Gesteinen bei weitem seltener als in den zersetzteren und scheint hauptsächlich den Gliedern der Pyroxenfamilie seinen Ursprung zu verdanken. Nach ROSENBUSCH<sup>2)</sup> findet dieser Vorgang der Umwandlung der Augite in den Diabasen in der Weise statt, dass: „bei weiterer Umwandlung der Uralit gewöhnlich zu Chlorit und dieser endlich zu einem Gemenge von Brauneisen, Quarz und Carbonaten wird.“ In den Ophiten findet sich der Quarz, fast immer mit Viridit zusammen, in kleinen rundlichen, unregelmässig conturirten Körnern, welche häufig Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle enthalten.

Als ein weiteres Zersetzungsproduct tritt in den untersuchten Gesteinen der Kalkspath auf, welcher theils in den Feldspathen, theils in den die Ophite durchziehenden Spalten und Adern sich ausgeschieden hat. Seine Farbe ist am häufigsten weisslich oder lichtgrau; meist ist er von vielen Sprüngen durchzogen, welche seiner rhomboëdrischen Spaltbarkeit entsprechen; in optischer Hinsicht ist er durch eine für ihn ungewöhnlich starke chromatische Polarisation ausgezeichnet, welche eine Verwechselung mit Feldspath, dem er manchmal sehr ähnlich sieht, verhindert. Mitunter ist der Calcit in so fein vertheiltem Zustand durch das Gestein verbreitet, dass man ihn durch optische Hilfsmittel nicht nachweisen kann; in solchen Fällen weist ihn aber Salzsäure nach.

Der am wenigsten verbreitete accessorische Gemengtheil

<sup>1)</sup> a. a. O. pag. 163.

<sup>2)</sup> Mikrosk. Physiographie der massigen Gesteine 1877. pag. 331.

der Ophite ist der Magnesiaglimmer, welcher aber manchmal fast die Rolle eines wesentlichen Bestandtheiles spielt. Er ist charakterisirt durch gelbe bis dunkelbraungelbe Farbe, vorzüglichen Dichroismus und durch Zusammensetzung aus parallelen Lamellen. In den meisten Fällen erscheint der Biotit ohne Krystallumrisse, in unregelmässigen Blättchen, Fetzen oder Lappen; durch Zersetzung verliert er seine ursprüngliche Farbe und wird grünlichgelb. Als Interpositionen im Magnesiaglimmer wurden gefunden: Apatit, Magneteisen und Nadelchen eines unbestimmten Minerals, welche, nach bestimmten Richtungen gelagert, sich unter einem ziemlich stumpfen Winkel schneiden.

Auf Grund ihrer mineralogischen Zusammensetzung muss man also die Ophite den quarzfreien und olivinfreien Plagioklas - Augitgesteinen zuzählen. Sie sind durch folgende Momente charakterisirt: Der Pyroxen zeigt oft einen Diallag-ähnlichen Habitus, ja sogar wirklicher Diallag kommt vor; der Augit ist häufig in Uralit umgewandelt; das Titan-eisen besitzt eine grössere Verbreitung als das Magneteisen; primäre Hornblende und Magnesiaglimmer sind, wengleich auch seltener, doch ab und zu zugegen; durch die verschiedenen Stadien der Zersetzung haben sich einige Mineralien als secundäre Umwandlungsproducte ausgeschieden.

Die Mikrostructur der untersuchten Ophite zeigte sich, soweit es die oft sehr weitgehende Zersetzung gestattete, als eine durch und durch krystallinische; bis auf eine Ausnahme konnte in allen Präparaten, selbst bei schärfster Vergrösserung, keinerlei irgendwie geartete Basis entdeckt werden. Hierdurch scheinen sich also doch die pyrenäischen Ophite von den spanischen zu unterscheiden, da letztere nach dem übereinstimmenden Urtheil derjenigen Forscher, welche sie studirten, häufig eine wirkliche amorphe Basis enthalten sollen, wenn auch die mineralogische Zusammensetzung hier wie dort im Ganzen und Grossen eine sehr ähnliche ist.

## II. Gesteins - Beschreibung.

Eine Besprechung der verschiedenen Ophitvorkommnisse gemäss ihrer geographischen Zusammengehörigkeit ist nicht recht geeignet, weil von einem und demselben Fundpunkte oft mehrere, untereinander ziemlich abweichend ausgebildete Handstücke vorlagen, und ausserdem viele Wiederholungen unvermeidlich wären, weshalb auch die mineralogische Zusammen-

setzung als Moment der Aneinanderreihung für die einzelnen charakteristischen Arten gebraucht wurde. Stimmen auch die wesentlichen Gemengtheile aller Ophite ungefähr überein, so lässt doch die Anwesenheit eines bemerkenswerthen accessorischen Bestandtheiles oder das in den einzelnen Präparaten verschieden weit fortgeschrittene Zersetzungsstadium des Hauptgemengtheiles, des Augites, eine bequeme und passende Trennung zu. Zwar sind dann die einzelnen Abtheilungen nicht scharf von einander geschieden, da sich stets Uebergänge aus der einen in die andere finden, immerhin aber lassen sich gewisse Grundtypen, die dann allmählich ineinander verfließen, aufstellen.

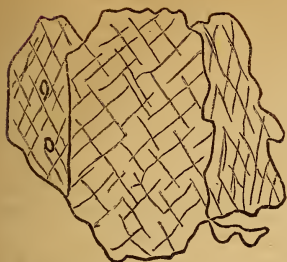
Wenn ich eben von einer Benutzung besonders erwähnenswerther accessorischer Gemengtheile bei Eintheilung der Ophite gesprochen habe, so trifft dies bei den vorliegenden Gesteinen bezüglich der primären Hornblende sicherlich zu. Obgleich nur sehr wenige Vorkommnisse jenes Mineral enthalten, so sind doch gerade diese streng von den anderen geschieden. Die von primärem Amphibol freien lassen sich sehr gut durch die verschiedenen Zersetzungsstadien des Augites, wodurch mehrere Umwandlungsgebilde entstehen, in Unterabtheilungen bringen, welche aber selbstredend scharfer Grenzen entbehren. Je nachdem der Augit in Diallag übergeht oder sich in Uralit umwandelt oder sich in Viridit zersetzt, kann man die Ophite in verschiedene Arten eintheilen. Ihnen ist noch das Gestein mit amorpher Basis anzuschliessen, welches in die Reihe solcher Ophite gehört, deren Augit bereits in Uralit übergegangen ist. Einige Lherzolithe und sogenannte Melaphyre, die sich unter den von Herrn GENREAU erhaltenen Handstücken befanden und früher den Ophiten zugezählt wurden, sollen nach der Beschreibung der Ophite anhangsweise einer kurzen Besprechung unterzogen werden.

Als Hauptvertreter der primäre Hornblende führenden Ophite verdienen zuerst drei Handstücke von Bélair, südwestlich von Pau, Basses - Pyrénées, eine nähere Betrachtung. Makroskopisch erscheint dieser Ophit als ein mittel- bis feinkörniges Gestein, welches in dem einen Handstück sich bedeutend zersetzter zeigt als in den zwei übrigen. Bei diesen letzteren sind die grünlichweissen, circa 4 mm langen Plagioklase ohne jede erkennbare Zwillingsstreifung und ohne Glanz auf den Spaltungsflächen; ferner bemerkt man ein schwarzes, auf den Spaltungsflächen stark glänzendes Mineral, dessen Spaltbarkeit zuweilen deutlich seine pyroxenische Natur erkennen lässt; nur selten nimmt man Einsprenglinge von Eisenkies wahr. An dem zersetzteren Handstück treten die Plagioklase



nicht mehr deutlich hervor; Glanz und Spaltbarkeit des augitischen Minerals sind verschwunden, es bildet nur noch schmutziggrüne Massen; öfter treten Anhäufungen von Eisenhydroxyd auf; ab und zu haben sich in dem Gestein kleine Hohlräume gebildet, in denen sich ein weisses, zeolithartiges Mineral abgeschieden hat. Da grössere zu einer eingehenderen chemischen Untersuchung geeignete Partien nicht gefunden wurden, so musste ich mich auf das Verhalten vor dem Löthrohr und auf die Färbung der Flamme beschränken. Darnach ist die Natur dieses Zeolithes als Analcim kaum zweifelhaft, worauf auch die Gegenwart von untrüglichen Analcimformen in dem benachbarten Gestein von Arudy hinweist.

Mikroskopisch ist der Unterschied in der Zersetzung der drei Handstücke bei weitem nicht so gross wie makroskopisch. In allen sind die Feldspathe meistens in kaolinähnliche Massen zersetzt, nur äusserst selten sind noch die letzten Spuren der ehemaligen polysynthetischen Zwillingsstreifung wahrnehmbar. Welcher Art von Feldspathen diese schmutzig grauen Massen angehören, konnte nicht entschieden werden, da der zersetzte Zustand speciellere optische Beziehungen festzustellen nicht erlaubte. Hand in Hand mit der Entstehung des Kaolins geht die Bildung von Kalkspath, dessen dünne Häute stellenweise zwischen dem thonigen Rückstand zu gewahren sind und sich durch eine bei ihm ungewöhnlich starke chromatische Polarisation auszeichnen. Als Einlagerungen in den Feldspathen finden sich: Eisenkies, Eisenoxyd, wenig Magnetit, Apatit, Viriditpartikelchen. Die Pyroxenfamilie ist nur durch den gewöhnlichen monoklinen Augit vertreten, der meist durch grosse Frische, eigenthümliche gelblichröthlichbraune Farbe und ziemlich starken Pleochroismus ausgezeichnet ist. In ihm stecken Einlagerungen von Feldspath und Apatit, während Eisenverbindungen wegen des frischen Zustandes ganz zu fehlen scheinen. Ab und zu zeigt der Augit nicht nur von den Rändern aus, sondern auch bereits auf den Spalten und Sprüngen eine Zersetzung in Viridit. Die gelblichbraune primäre Hornblende erhebt sich in Folge ihres überaus häufigen Vorkommens fast zu einem wesentlichen Gemengtheil; ihre Gegenwart ist hauptsächlich an den Augit gebunden, dem sie oft in unmittelbarer Verwachsung und innigster Verschränkung angelagert ist, bisweilen derart, dass eine  $\infty P$  entsprechende Spaltrichtung des Augites mit einer  $\infty P$  entsprechenden der Hornblende parallel geht, jedoch ist die Grenze zwischen beiden Mineralien so scharf und entbehrt jeder Umwandlungszone, dass der Gedanke an eine secundäre Bildung des Amphibols durchaus unzulässig erscheint. (Siehe nebenstehende Figur.)



Der Viridit, ausgezeichnet durch seine faserige Structur und Aggregatpolarisation kommt überaus häufig vor. An seiner Bildung hat sich neben dem Pyroxen auch der primäre Amphibol ziemlich stark theiligt; oft sieht man die braune Hornblende von grünen Viridit-Partikelchen förmlich zerfressen. Ungeachtet der reichlich vorhandenen Hornblende trifft man nur selten

Epidotkörnchen an; ihre räumliche Verbreitung ist indessen von derjenigen der Hornblende dermaassen unabhängig, dass beide Minerale schwerlich in genetische Beziehung gebracht werden können. Bemerkenswerth ist ferner noch das häufige Auftreten des Titaneisens in unregelmässig begrenzten Fetzen, welche fast stets durch das weisslichgraue Umwandlungsproduct gekennzeichnet sind; es findet sich als Einlagerungen in dem Augit, Viridit, Feldspath und in der Hornblende. Von den Eisenverbindungen finden sich ferner noch: Magnet-eisen in kleinen, oft durch scharfe Krystallconturen ausgezeichneten Körnchen; Eisenkies und Eisenoxyd, welche alle bei ihrer Zersetzung oft deutlich wahrzunehmendes Eisenoxydhydrat liefern. Der Kalkspath, der schon als Zersetzungsproduct im Feldspath erwähnt wurde, tritt auch in Adern auf, welche dann nur schwach auf das polarisirte Licht wirken. Der Analcim zeigt sich unter dem Mikroskop auch in denjenigen Handstücken, in welchen ihn das blosse Auge nicht gewahrt. Charakteristisch ist für diesen Zeolith sein Verhalten im polarisirten Licht, denn, obgleich er eigentlich einfach brechend sein müsste, zeigen doch die meisten weisslichgrauen Partien des Analcims an doppeltbrechende Krystalle erinnernde Erscheinungen. Vielleicht handelt es sich im vorliegenden Falle weniger um Spannungseffecte als vielmehr um eine Umwandlung in Albit, wie sie bei den Analcimen des benachbarten Gesteines von Arudy stattfindet. Gleichfalls als Zersetzungsproduct wurde auch zuweilen Quarz in kleinen Körnchen beobachtet. Ganz wie die soeben besprochenen Vorkommnisse erwies sich der Ophit von Herrière, ungefähr 6 Kilometer von Oloron, Basses-Pyrénées, zusammengesetzt, nur dass der immerhin noch deutlich zu erkennende Apatit bedeutend zurücktritt. Makroskopisch ist dieses körnige Gestein durch das häufige Auftreten ungefähr 6—8 mm langer und 1—2 mm dicker, schwarzer Prismen von primärer Hornblende besonders gekennzeichnet.

Zu dieser Art von Ophiten gehört auch noch ein in der

Umgegend von Lourdes, Hautes-Pyrénées, am Gave de Pau, als Rollstücke vorkommendes Gestein. Mit blossem Auge erkennt man grünlichweissen Feldspath, ein dunkel schwarzgrünes Mineral, wahrscheinlich Hornblende, oft von glänzenden, tiefschwarzen Blättchen, die wohl dem Magnesiaglimmer angehören dürften, begleitet, seltener gewahrt man gelblich schimmernde Körnchen von Eisenkies.

Mikroskopisch erkennt man nach der oft vorzüglich erhaltenen, manchmal gekreuzten, an die Mikroklinstructur erinnernden Zwillingsstreifung die Feldspathe als Plagioklase, zu deren näherer Bestimmung indessen keine geeigneten Schnitte gefunden werden konnten. Zuweilen enthalten die Feldspathindividuen als Einlagerung einen schwarzen Staub, der selbst bei stärkster Vergrösserung sich als aus lauter kleinen Körnchen und oft fast farblosen Mikrolithen zusammengesetzt erweist. Die Gegenwart von Augit konnte nicht sicher nachgewiesen werden, wogegen die primäre Hornblende ganz bedeutend in den Vordergrund tritt und sich durch bemerkenswerthe Einlagerungen von Titaneisen auszeichnet. Während nämlich die Blättchen des Erzes ihrer Längsausdehnung nach parallel einer der Prismenflächen der Hornblende gerichtet sind, bestehen sie selbst aus parallel aneinander gereihten Lamellen, deren Lage nun ihrerseits mit derjenigen der anderen Prismenfläche der Hornblende zusammenfällt. Bei abgeblendetem Licht liess sich diese Erscheinung besonders gut wahrnehmen, da sich das Titaneisen durch Zersetzung bereits mit dem weissen Umwandlungsproduct umgeben hat, ja oft ganz in dasselbe übergegangen ist. Die Hauptbedingung für die deutliche Erkenntniss dieser Durchwachsung ist ein ziemlich dünnes Präparat dieses sehr bröckligen Gesteins, da anderen Falles der primäre, braungelbe, stark dichroitische Amphibol in Folge des überaus reichlich enthaltenen Titaneisens nicht erkannt werden kann. Selbstverständlich sind nicht alle Hornblendeindividuen in gleicher Weise mit dem letzteren imprägnirt; man findet solche, welche nur an den Rändern mit dem Erz



verwachsen sind, andere, bei denen es parallel der Spaltung in den Krystall hineinzusetzen beginnt und schliesslich solche, welche durch und durch, stets parallel  $\infty P$ , Titaneisen eingelagert enthalten. Als Erläuterung dieser zuletzt erwähnten Erscheinung möge nebenstehende Zeichnung dienen.

Diese Verwachsung ist meist von Magnesiaglimmerblättchen umgeben, die durch ihre hell gelblichgrüne Farbe und ihren

starken Dichroismus leicht kenntlich sind. Man findet oft in und um den Biotit herum ein weisslichgraues Mineral, dessen bisweilen sehr scharfe Krystallconturen es unzweifelhaft als Titanit erkennen und leicht von dem mattweissen Umwandlungsproduct des Titaneisens trennen lassen. Durch Zersetzung des Glimmers und der Hornblende bildet sich Viridit, der auch als Blättchen im Feldspath eingelagert vorkommt. Eisenkies, Apatit und Magnetit treten ebenfalls als Interpositionen im Feldspath auf.

So bilden also diese primäre Hornblende führenden Ophite eine streng von den anderen geschiedene Abtheilung, indem ihr Augit weder diallagähnlich wird, noch sich in Uralit umwandelt.

Unter den von mir untersuchten Gesteinen hat diejenige Gruppe die meisten Vertreter aufzuweisen, welche durch das häufige Auftreten des diallagähnlichen Augites charakterisirt ist. Das makroskopische Aussehen aller dieser Vorkommnisse ist ziemlich gleich, die Farbe der Hauptmasse schwankt im Allgemeinen zwischen grünlichgrau und schwärzlichgrün, die Structur ist mittel- bis feinkörnig, nur durch die verschiedenen Stadien der Zersetzung lassen sich kleine äusserliche Unterschiede constatiren. Ausser unregelmässig begrenztem Feldspath und Augit gewahrt man noch Epidot, Eisenkies und Eisenoxydhydrat; einige Handstücke brausen mit Säuren und lassen nach Wegführung des Carbonates die Epidotwucherung in vorzüglicher Weise zu Tage treten. An einem Handstück des Ophites von St. Michel hat sich auf dessen Kluftflächen ein zeolithisches Mineral abgeschieden, dessen ausgezeichnete Krystallisation in Rhomboëdern es zweifellos als Chabasit erkennen liess.

Auch mikroskopisch sind diese Gesteine fast alle gleich, höchstens in Folge einer verschieden weit fortgeschrittenen Zersetzung manchmal mit abweichenden Umwandlungsproducten erfüllt. Die Feldspathe sind oft noch frisch, besitzen Krystallconturen und haben ihre charakteristische Zwillingsstreifung behalten. Auf Grund des optischen Verhaltens dieser Plagioklasse wird man, wie bereits erwähnt, zum Resultat geführt, dass zwei Arten von Feldspath sich an der Zusammensetzung der Ophite betheiligen, und dass unter diesen ein natronhaltiger Kalkfeldspath, der Labradorit, den kalkhaltigen Natronfeldspath, den Oligoklas, an Menge weit übertrifft. Durch die Gegenwart des Labradorites wird die leichte Zersetzbarkeit vieler Feldspathindividuen und die Bildung des Calcites als Verwitterungsproduct erklärt. Der Augit, welcher in den Quer- und Längsschnitten der Dünnschliffe entweder mit Krystallconturen oder in unregelmässigen Partien auftritt,

besitzt stets eine hellweissliche bis hellgelbliche Farbe, ist meist gar nicht dichroitisch und selten frisch erhalten. Meistens hat von den Rändern aus eine fasrige Zersetzung begonnen, durch welche der Pyroxen ein diallagähnliches Aussehen gewinnt; in Folge dieser Umwandlung trübt sich der durchsichtige Augit und bildet weisslich-gelblich-grünliche Massen. Diesen Vorgang kann man in den verschiedensten Stadien beobachten; die hierdurch bedingte Entstehung verschiedener Umwandlungs-



producte lässt jedoch eine scharfe Trennung dieser Gruppe von den anderen nicht zu. Zugleich mit der Zersetzung des Pyroxens haben sich Eisenverbindungen abgeschieden, welche eines Theils wohl dem Magneteisen, anderen Theils dem Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat zugezählt werden müssen. Als Beispiel wie die Umwandlung des Augites in den Ophiten vor sich geht, möge nebenstehende Zeichnung dienen.

Neben diesem diallagähnlichen Augit findet sich auch wirklicher Diallag (vergl. S. 376). Als Umwandlungsproducte aus dem Augit treten Viridit und Uralit auf, oft freilich nur in winzigen Fetzen und Partikelchen, zuweilen aber auch in etwas grösserer Verbreitung, so dass man wirklich schwanken kann, ob das betreffende Gestein der eben besprochenen Gruppe oder einer der beiden anderen zugerechnet werden soll; die Grenzen sind also manchmal sehr schwer zu ziehen und lassen der subjectiven Ansicht des Beobachters einen weiten Spielraum. Ferner bemerkt man noch Titaneisen, Magnetit und Epidot, denen sich zuweilen noch Magnesiaglimmer, Apatit, Eisenkies, Quarz und Kalkspath zugesellen.

Zu diesem Ophit, dessen Augit in Diallag übergeht, gehören aus den Basses Pyrénées die Vorkommnisse: der Gegend von Basseboure bei Esplette, südlich von Bayonne; der Umgegend von Biarritz; des Steinbruches von Arcangues bei Villefranque, Bezirk Bayonne; des Gemeindebruchs am Ufer des Nive bei Villefranque, sowie eine ganze Reihe von Vorkommnissen aus verschiedenen Steinbrüchen der Gegend von Villefranque bei Bayonne; des Steinbruches von Anglet bei Bayonne; der route départementale No. 19, Anglet bei Bayonne; die drei Handstücke von der route départementale No. 20, südlich von Bayonne; das Gestein von Bascassan, Thal des Laurhibare; von Sorhoueta bei Ivouléguy; von St. Jean-Pied-de-Port an der Kirche; von Ispoure bei St. Jean-Pied-de-

Port; von St. Michel bei St. Jean-Pied-de-Port; von Urt, im Thale des Adour; von St. Etienne-de-Baïgorry, im Dorfe selbst; sechs Handstücke von verschiedenen Fundpunkten aus dem Thal von Baïgorry. Aus den Landes gehört hierher der Ophit von St. Pendelou bei Hercula und zwei Handstücke von Saugnac; aus den Hautes Pyrénées das Gestein von St. Pé-de-Bigorre, von Lacourt, ein Rollstück von Bagnères-de-Bigorre, der Ophit von Les Echelles de Pilate beim Val d'Enfer, südlich von Cauterets.

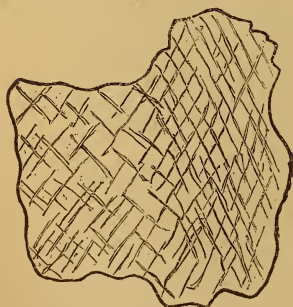
Meist schon äusserlich von den soeben besprochenen, diallagähnlichen Augit enthaltenden Ophiten sind die uralitführenden verschieden, welche im Ganzen und Grossen eine mehr hell- als dunkelgrüne Farbe besitzen. Die Structur zeigt in dieser Abtheilung eine grosse Abwechslung von mittel- bis fast feinkörniger Ausbildung. Nur manchmal erreichen in den mittelkörnigen Gesteinen die hellweisslichgrünen Feldspathe eine bemerkenswerthe, circa 2 mm betragende Grösse, während sie sonst meist nur in kleineren Partien wahrzunehmen sind. Vor allen anderen Gemengtheilen aber fällt ein schwarzes Mineral mit seidenartig glänzenden Spaltungsflächen in die Augen, dessen Individuen einerseits oft kurz und dick, fast so lang als breit ausgebildet sind, während andererseits sehr lange, aber schmale Säulchen gefunden werden. Auch eine reichliche Bildung von Epidot macht sich bemerkbar, welcher sich zuweilen auf den Kluftflächen als Blättchen und Fäserchen abgeschieden hat. Anhäufungen von Eisenoxydhydrat und Einsprenglinge von Eisenkies werden auch in diesen Vorkommnissen bei einer makroskopischen Betrachtung nicht vermisst.

Für frühere Forscher, denen nur ein makroskopisches Studium der Gesteine möglich war, sind jedenfalls gerade die Glieder dieser Gruppe der Hauptgrund gewesen, die Ophite den Hornblende-führenden Gesteinen zuzurechnen. Wenn sich auch später durch mikroskopische Untersuchungen die secundäre Natur dieses Amphiboles unzweifelhaft feststellen liess, so muss man doch immerhin den scharfen Blick und das mineralogische Gefühl Jener bewundern, welche das schwarze oder schwärzlichgrüne, so oft faserige, glänzende Mineral, ohne irgend eine Ahnung seiner Entstehung aus dem Augit, doch richtig für Hornblende, wengleich fälschlich für primäre, hielten. Und gerade die dasselbe enthaltenden Vorkommnisse eignen sich überhaupt am besten zu einer makroskopischen Untersuchung, während solche Ophite, in denen mit blossem Auge deutlich erkennbarer Augit hervortritt, ausserordentlich selten sind.

Mikroskopisch finden sich öfter Uebergänge aus den

diallagähnlichen Augit führenden Ophiten in die Uralit enthaltenden durch das Verschwinden des Pyroxens und durch Zunahme des secundären Amphiboles, eine Erscheinung ähnlich derjenigen, welche auch in den Gesteinen mit Viridit beobachtet werden konnte. Entschieden muss aber darauf hingewiesen werden, dass doch die Mehrzahl der Ophite, welche in diese Gruppe gehören, keinen diallagähnlichen Augit, sondern Uralit und etwas Viridit führt.

Die Feldspathindividuen zeigen mehr oder weniger noch die polysynthetische Zwillingsstreifung, besitzen keine Krystallconturen und enthalten zuweilen Kalkspath als Zersetzungsproduct. Die optischen Untersuchungen bezüglich der Orientirung der Auslöschungsrichtung in diesen Plagioklasen sind Veranlassung zu meiner früher aufgestellten Behauptung gewesen, dass der Labradorit den Oligoklas bedeutend überwiegt. In mehreren Vorkommnissen sind die Feldspathe mit einem bräunlichen Staub erfüllt, der sich beim Behandeln des Präparates mit concentrirter kochender Salzsäure nicht verändert und selbst bei stärkster Vergrößerung als aus lauter Körnchen bestehend sich erweist; dieser Staub ist meistens im Innern angesammelt, während die Feldspathränder davon frei sind. Besonders reich an jenen Körnchen sind die Feldspathe des Ophites von Pouzac, aus dem Val d'Enfer, sowie des zwischen Portet und St. Lary in den Hautes Pyrénées. Ganz frischer Pyroxen ist sehr selten, er ist meist schon in Uralit umgewandelt, während auch diallagähnlicher Augit zuweilen vorkommt. Die Entstehung des parallel-fasrigen, stark dichroitischen, secundären Amphiboles aus dem Pyroxen liess sich oft in vorzüglicher Weise durch Erhaltung eines inneren Augitkernes und äussere



Umwandlung in Hornblende oder durch die völlige Umwandlung in Hornblende unter Erhaltung der Augitconturen wahrnehmen. Als Verdeutlichung der Erscheinung, dass die eine Spaltungsrichtung des Pyroxens manchmal in den mit ihm ohne jede Grenze verbundenen secundären Amphibol hineinsetzt und auf diese Weise mit einer der Hornblende angehörigen Spaltungsrichtung den Winkel von circa  $124^{\circ}$  bildet (vergl. S. 377), möge nebenfolgende Zeichnung dienen.

Als ein weiteres Zersetzungsproduct des Augites zeigt sich der Viridit, dessen meist kurzfasrige Partieen in Folge ihrer Aggregatpolarisation leicht kenntlich sind. Weingelber, pleo-

chroitischer Epidot ist ausserordentlich häufig sowohl in einzelnen Körnchen als auch in grösseren Anhäufungen; die verschiedenen Ansichten bezüglich seiner Entstehung sind bereits früher einer genaueren Erörterung unterzogen worden. Aktinolithartige Gebilde als Umwandlungsproducte des Augites zeigten sich in einigen uralitführenden Ophiten. Höchst auffallend für ein sonst entschieden zu dieser Gruppe gehöriges Gestein ist das Auftreten von scharf und wohl conturirten Hornblendekryställchen im Feldspath des einen Vorkommnisses aus der Gegend zwischen Portet und St. Lary, welche höchst wahrscheinlich primären Ursprunges sind. Von den Eisenverbindungen ist hauptsächlich Titaneisen und Magneteisen zu erwähnen, wenngleich Eisenkies, Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat meist nicht vermisst werden. Magnesiaglimmer mit jenen bereits früher besprochenen Nadeln eines unbestimmbaren Minerals, Apatit, Quarz und Titanit, letzterer sehr selten, finden sich auch ab und zu als accessorische Gemengtheile dieser Gruppe. Der Ophit vom Ravin des portes de fer ist durch das spärliche Auftreten einer gelblichen, amorphen, hyalinen Basis ausgezeichnet, welche in kleinen, oft nicht leicht erkennbaren Partien zwischen den Gemengtheilen sich findet.

Zu diesen uralitführenden Ophiten gehören aus den Basses Pyrénées die Vorkommnisse: von Bédous in der vallée d'Aspe; von Arette im Baretons-Thal; von Aste-Béon im Ossau-Thal; von Ferrières im Assou-Thal; verschiedene Rollstücke aus dem Gave d'Oloron bei Cavesse und Auterive, bei Villeneuve, bei Pougneu, bei Sauveterre; drei Rollstücke aus der Gegend zwischen Licq und Mauléon, südlich von Sauveterre; drei Handstücke von Mont Césy, im Ossau-Thal; aus den Landes das Gestein: von St. Pée-de-Léran bei Peyrehorade; aus den Hautes Pyrénées das Gestein: vom Ravin des portes de fer; aus dem Val d'Enfer; aus der Gegend von Portet und St. Lary mehrere Vorkommnisse; zwei Rollstücke aus dem oberen Thal des Garbet, oberhalb Aulus; ein Handstück des Ophites von Lourdes und eins aus dem Thal des Adour, bei Pouzac.

Die Viridit-führenden Ophite sind äusserlich meist durch eine dunklere Farbe im Gegensatz zu den Uralit enthaltenden, bei denen ein helleres Grün vorwaltet, gekennzeichnet; die Structur ist fast stets sehr feinkörnig, so dass sich nur selten einzelne Gemengtheile deutlich wahrnehmen lassen. Sofort fällt bei einer makroskopischen Betrachtung das zersetzte Aussehen aller dieser Handstücke auf; fast alle sind mit einer Schicht von Eisenoxydhydrat auf den Kluftflächen, die Rollstücke selbst auf ihren Begrenzungsflächen, bedeckt. Beim Behandeln mit Salzsäure brausen verschiedene Vorkommnisse und zeigen die Gegenwart eines Carbonates an,



dessen Vorhandensein in einem derartig umgewandelten Gestein fast zu erwarten war. Die Feldspathe lassen sich nur in einigen Handstücken sicher als solche erkennen; ein schwarzes, zuweilen noch mit glänzenden Spaltungsflächen versehenes, regellos begrenztes Mineral ist sicher pyroxenischer Natur; ebenso ist es nicht zweifelhaft, dass jene grünlichen Massen, welche die Farbe des Gesteines bedingen, zum grössten Theil als Zersetzungsproduct des augitischen Gemengtheils zu betrachten sind. Im Vergleich mit den Uralit-führenden Ophiten hat sich in dieser Gruppe die Gegenwart des Epidotes verringert, der auch hier keinen Zweifel an seiner secundären Entstehung aufkommen lässt; Eisenkieskörnchen fehlen auch hier nicht.

Höchst interessant ist das Gestein eines kleinen namenlosen Berges bei Arudy im Ossau-Thal, auf dessen Klüften sich ein zeolithisches Mineral, an seiner ausgezeichneten Krystallisation unverzüglich als Analcim erkennbar, abgeschieden hat. Die Krystalle sind Ikositetraeder, welche matt, glanzlos, runzelig, scheinbar eingekerbt, ja vielfach nur, wie ein Gerippe, hohl zerfressen sind; weisen alle diese Erscheinungen schon darauf hin, dass der Analcim wiederum einer Umwandlung unterlag, so wird diese Vermuthung durch sein Verhalten gegen Salzsäure bestätigt, von welcher frischer Analcim unter Abscheidung eines schleimigen Kieselpulvers völlig zersetzt wird, während dieser mit Chlorwasserstoffsäure nicht gelatinirt. Zuweilen wurden in dem Analcim kleine aufgewachsene Kryställchen beobachtet, die nach ihrer Form unzweifelhaft Albit sind und zwar Zwillinge nach dem Brachypinakoid mit dem charakteristischen einspringenden Winkel auf oP. Es liegt also hier eine Pseudomorphose von Albit nach Analcim vor, welche bis jetzt nirgends beobachtet ist. Durch diese Wahrnehmung wird eine Lücke ausgefüllt, welche sich durch das Bekanntwerden einiger Pseudomorphosen von Feldspath nach Zeolithen gezeigt hatte. Während nämlich einerseits BLUM<sup>1)</sup> von der Nanzenbach bei Dillenburg und HAIDINGER<sup>2)</sup> vom Calton Hill Pseudomorphosen von Orthoklas nach Analcim constatirten, berichtete HEDDLE<sup>3)</sup> über solche von Albit nach Desmin an den Kilpatrick Hills. Sicherlich durfte man also hoffen, auch einmal Pseudomorphosen von Albit nach Analcim zu finden, wie sie denn auch jetzt in dem Gestein bei Arudy beobachtet worden sind. Auch andere Zeolithe lassen bekanntlich oft eine Umwandlung in Feldspath wahrnehmen, wie z. B. Pseu-

<sup>1)</sup> Pseudom. III. pag. 59.

<sup>2)</sup> BLUM, Pseudom. II. pag. 23.

<sup>3)</sup> BLUM, Pseudom. III. pag. 274.

domorphosen von Orthoklas nach Laumontit von manchen Punkten bekannt sind; HEDDLE<sup>1)</sup> erwähnt auch solche von Albit nach jenem Mineral am Calton Hill und an den Kilpatrick Hills. Ebenfalls Pseudomorphosen von Albit nach Analcim wurden in einem sehr zersetzten Handstück vom butte d'Ogen gefunden und es dürfte wohl nicht zweifelhaft sein, dass auch der Analcim aus dem Gestein von Bélair (vergl. S. 387) in Feldspath umgewandelt ist.

Mikroskopisch zeigt sich auch in allen Präparaten der viriditführenden Ophite eine mehr oder weniger fortgeschrittene Zersetzung. Die Feldspathe sind meist schon in graulichweisse, kaolinähnliche Massen umgewandelt, enthalten oft secundären Kalkspath und erweisen sich als zu einer genaueren optischen Untersuchung völlig untauglich. Der Augit ist merkwürdigerweise öfter noch ziemlich frisch erhalten und zeichnet sich durch seine verschiedenen Farben von weisslichgrau bis blass-gelblichbraun und seinen zuweilen ziemlich deutlichen Dichroismus aus. In Folge einer Zersetzung ist der Pyroxen manchmal ganz in Viridit umgewandelt, während ab und zu noch Reste des frischen Mineralen unversehrt erhalten sind; neben dieser Umwandlung des Augites in Viridit findet sich, wenn auch seltener, noch eine solche, welche dem Zersetzungsproduct ein diallagähnliches Aussehen verleiht. Ausserdem werden dann und wann kleine grüne Partieen beobachtet, welche in Folge ihrer ausgezeichneten parallelen Faserung, ihres Pleochroismus und ihrer Spaltbarkeit sicherlich dem Uralit zugezählt werden müssen. Weingelber Epidot ist in dieser Gruppe nicht so häufig als in der soeben besprochenen, nur local scheint zuweilen eine etwas grössere Anhäufung stattgefunden zu haben, wie z. B. ein Präparat des Ophites vom Val d'Enfer fast ganz aus diesem Mineral bestand. Titan-eisen giebt sich durch sein Zersetzungsproduct, den Leukoxen, bei abgeblendetem Licht fast in allen Präparaten deutlich zu erkennen; ausserdem zeigen sich Magneteisen, Eisenkies, Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat in den meisten dieser Gesteine. Die weisslichen Säulchen des Apatites scheinen einzelnen Vorkommnissen völlig zu fehlen, während sie in anderen eine grosse Verbreitung besitzen. Ausser in den Feldspathen tritt der Kalkspath auch als Ausfüllungsproduct von Sprüngen auf und ist sicherlich gleich den manchmal vorkommenden Quarzkörnchen secundären Ursprunges. Wo das Präparat kleinere der oben genannten Hohlräume ausfüllungen enthielt, da konnte die Gegenwart des Albites — etwa durch eine polysynthetische Zwillingsstreifung — direct nicht nachgewiesen, sondern

<sup>1)</sup> BLUM, Pseudom., dritter Nachtrag, pag. 67.

nur constatirt werden, dass die secundäre Substanz nicht oder nicht mehr einfach brechend ist.

Zu den Viridit-führenden Ophiten gehören aus den Basses Pyrénées die Vorkommnisse: vom Mont Gavalda; von Urt bei Bayonne; von Esplette, von Guiche, im Bezirk Bayonne; von Bétharram am Gave de Pau; von Ogeu bei Oloron; aus der Gegend von Capbis, bei Nay und Pau; von der Peune bei Ogeu in der Nähe von Oloron; vom Col de Lurdé, im Süden von Eauxbonnes; von der Brücke bei Navarreux; aus dem Thal von Baïgorry bei St. Etienne-de-Baïgorry; von Bascassan, im Thal des Laurhibare; aus dem Thal von Baïgorry beim Dorf Oronos; von Sare, südwestlich von Bayonne; verschiedene Vorkommnisse von Arudy selbst und aus dessen Umgebung. Aus den Landes ist hier zu erwähnen das Vorkommniss von St. Marie bei Peyrehorade aus dem Steinbruch und mehrere Handstücke von Mimbaste bei Dax; aus den Hautes Pyrénées das Gestein von St. Pé-de-Bigorre und St. Béal.

Die Lherzolithe, welche hier noch anhangsweise kurz besprochen werden sollen, stammen aus den Basses Pyrénées von Bouloc und von St. Pé-de-Hourat. Obgleich sie bei flüchtiger Betrachtung wegen ihrer Farbe mit Ophiten verwechselt werden könnten, so unterscheiden sie sich doch bei sorgfältigerer Prüfung von diesen durch den hellgrünlichgelben Olivin und ein augitisches Mineral, welches in grossen grünlichen, auf den Spaltungsflächen glänzenden Partieen mit blossem Auge wahrnehmbar ist.

Unter dem Mikroskop zeigt es sich, dass der Olivin der bei weiten am meisten verbreitete Gemengtheil ist und seine Umwandlung in Serpentin oft in ganz vorzüglicher Weise zu Tage tritt. Bei jenem Vorgang hat sich das Eisen des Olivins als Magneteisen, zuweilen auch als Chromeisen, auf den Sprüngen und Klüften, welche dieses Mineral so häufig durchziehen, oft in grösseren Partieen ausgeschieden. Bei mikroskopischer Betrachtung giebt sich ein Theil des Augites durch seine optischen Eigenschaften als Enstatit zu erkennen, ein anderer, monokliner, gehört aber — worauf Farbe und die hohen Pelluciditätsgrade schliessen lassen — zum Diopsid, der in den Lherzolithen durch einen kleinen Chromgehalt ausgezeichnet sein soll. Manchmal konnte man vorzüglich schön eine beginnende Serpentinisirung des Enstatites beobachten, die sich von der des Olivins leicht durch das grelle und rauhe Aussehen des letzteren trennen lässt. Die röthlich- bis gelblich-braunen, zuweilen auch grünlichgelben, isotropen Partieen in diesen Gesteinen gehören einem chromhaltigen Spinell, dem Picotit oder dem Chromeisen, welches ja nach DATHE und THOULET pellucid wird, an. Kalkspath wurde auf Sprüngen in

grösseren Partien wahrgenommen; hellweisslichgrüne, fasrige, gestreifte, verhältnissmässig stark dichroitische Lamellen gehören jedenfalls zu dem Kaliglimmer, welcher sonst in Lherzolithen nicht allzu häufig ist; Granat wurde nicht bemerkt.

Zu den schon oben erwähnten melaphyrartigen Vorkommnissen gehört aus den Basses Pyrénées das Gestein von Briscous, in der Nähe der Salinen, und das von Bidarry. Die Farbe ist entweder eine grüne, durch Viridit bewirkte, oder eine zwischen röthlichgrau und gelblichbraun liegende, durch Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat bedingte. Die Structur ist feinkörnig; in dem Gestein von dem zuerst erwähnten Fundpunkt sind mehrere Hohlräume von Kalkspath ausgefüllt. Andere Gemengtheile liessen sich bei einer weiteren makroskopischen Betrachtung mit Sicherheit nicht wahrnehmen.

Durch meine mikroskopischen Untersuchungen bin ich zu der Ansicht gekommen, dass diesen Gesteinen eher die Bezeichnung „Olivindiabas“ als „Melaphyr“ gebührt, da ihnen auch die geringste Spur einer amorphen Basis fehlt; sie sind zwar schon sehr zersetzt, lassen aber doch immer noch ihr durch und durch körniges Gefüge erkennen. Die Feldspathe sind sämmtlich stark umgewandelt, mit ausgeschiedenem Kalkspath angefüllt und zu einem optischen Studium absolut untauglich. Frischer Augit konnte nur selten beobachtet werden, da er meist schon in Viridit zersetzt ist. Olivin ist sowohl im Innern noch frisch als auch zersetzt zugegen, stets haben sich an seinen Rändern Eisenverbindungen abgeschieden. Titan-eisen, fast stets in graulichweissen Leukoxen umgewandelt, Magneteisen, Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat sind in reichlicher Menge in diesen Gesteinen vorhanden. In dem Präparat des Gesteines von Briscous wurden auch einige Nadeln, welche dem Apatit anzugehören schienen, bemerkt.

### III. Petrographische und geologische Stellung der Ophite.

Es erübrigt zum Schluss noch Einiges über die bisher noch ganz unbekannte chemische Zusammensetzung des Ophites mitzutheilen, woraus sich, unter Berücksichtigung der eben gewonnenen mineralogischen Ergebnisse sowie des geologischen Alters, die Zugehörigkeit derselben zu einer grösseren Gruppe wahrscheinlich machen lässt.

Ueber die eruptive Natur der Ophite wird wohl jetzt kaum noch Jemand in Zweifel sein, nachdem sich die Gründe der Forscher, welche sich dagegen ausgesprochen hatten, als durchaus unzureichend und haltlos erwiesen haben. Augen-

blicklich bestehen Zweifel nur betreffs des geologischen Alters und der petrographischen Stellung dieser Gesteine, die nun erörtert werden sollen.

Während man in früherer Zeit, durch den oft so reichlichen secundären Amphibol verleitet, die Ophite zu den Dioriten zählte, von denen sie sich aber durch ein weit jüngeres Alter unterscheiden sollten, sagt ROSENBUSCH<sup>1)</sup> in seinem Resumé über die neuesten Untersuchungen jener Gesteine: „Auch LEYMERIE, der die Ophite bekanntlich für antecretaceisch hielt, glaubt ihnen heute (Bull. de l'Association française pour l'avancement des sciences 1877, nach einer brieflichen Mittheilung des Herrn LÉVY) ein tertiäres Alter vindiciren zu sollen. — Wenn sich nun wirklich das tertiäre Alter der Ophite bestätigt, dann hätten wir in ihnen einen Augitandesit von höchst überraschendem Habitus, der lebhaft an manche „Prophyllite“ erinnern würde und in der Reihe der Plagioklas-Augitgesteine eine ähnliche Stellung einnähme, wie die ligurischen Gabbri, mit denen auch LÉVY schon die Ophite des südlichen Frankreich vergleicht, in der Reihe der Plagioklas-Diallaggesteine.“

Vor allen Dingen muss festgestellt werden, was man unter Augitandesit versteht. ROSENBUSCH giebt in seiner „mikroskopischen Physiographie der massigen Gesteine“ folgende Erklärung: „unter Augitandesit werden hier alle jüngeren Eruptivgesteine zusammengefasst, welche vorwiegend als eine Combination von Augit mit irgend einem Plagioklas angesehen werden können.“ Der Hauptgrund zur Einreihung eines aus jenen Gemengtheilen bestehenden Gesteines in die Augitandesitgruppe ist also das tertiäre Alter, und wenn sich dieses für die Ophite bestätigt, muss man sie den Augitandesiten zurechnen; freilich wäre dann die Ausbildung der pyrenäischen Vorkommnisse eine total verschiedene von der der typischen Vertreter jener Familie, der Santoringesteine.

Da ich keine eigenen Beobachtungen über das geologische Alter der Ophite gemacht habe, so werde ich einige Ansichten früherer Forscher über diesen Punkt kurz anführen. (Vergl. ZIRKEL, Beiträge zur geol. Kenntniss der Pyrenäen, Zeitschr. d. d. geol. Ges., XIX. 1867. pag. 131.)

LYELL fand schon 1839 bei Poug d'Arzet unweit Dax in die Kreide eingeschaltete ophitische Tuffe, was später durch RAULIN<sup>2)</sup> bestätigt wurde. In der Umgegend von Campo im spanischen Essera-Thal finden sich vielfach gefaltete Schichten von dichtem, grauen Kreidekalk und einem Conglomerat, welches aus eckigen und abgerundeten Fragmenten echten Ophits

<sup>1)</sup> N. Jahrbuch für Mineral., Geol. u. Palaeontol. 1879. pag. 426.

<sup>2)</sup> Comptes rendus Bd. 55. 1862. pag. 669.

und Kalksteincäment besteht. DUFRENOY erklärt diesen evidenten Beweis für das höhere Alter des Ophits gegenüber seiner Ansicht von der grossen Jugend desselben auf seltsame Weise: „La seule manière d'expliquer la présence de l'ophite au milieu des couches régulières du terrain de la craie, est de supposer que cette roche y a été injectée à un état assez liquide pour pouvoir s'introduire dans la masse même des couches et qu'elle s'est en suite concentrée en nodules à la manière des agates.“

LEYMERIE <sup>1)</sup> entdeckte sogar bei Miromont unfern St. Gaudens Ophitfragmente in Conglomeraten, welche dem mittleren Jura anzugehören scheinen. Am Schluss seiner zusammenfassenden Darstellung über das Alter der Ophite sagt ZIRKEL <sup>2)</sup>: „Die Hauptbildungszeit der Ophite scheint in das untere Tertiär zu fallen, ein Theil derselben muss aber älter sein“.

Wir sehen also aus dem Auftreten klastischer Ophitgesteine in älteren Formationen als die tertiäre, dass ein gleiches tertiäres Alter sich wohl nicht für alle Ophitvorkommnisse annehmen lässt und die Eruptionszeit der Ophite eine verschiedene gewesen ist, wengleich ältere Vorkommnisse nicht so häufig sind, wie die jüngeren. Es tritt also hier der Fall ein, dass wir Gesteine, die offenbar in einem engen geologischen Zusammenhang stehen und in allen Beziehungen sowohl structurell als auch mineralogisch und chemisch genau übereinstimmen, in Folge abweichenden geologischen Alters ungeachtet gleicher mineralogischer Zusammensetzung zwei verschiedenen Familien zutheilen müssten.

Wenn wir nun einen Rückblick auf die vorstehenden Untersuchungen werfen, so ergiebt sich, dass die pyrenäischen Ophite, in der Gesamtheit ihrer mineralogischen und structurellen Charakterisirung, Ebensovieles mit den echten, typischen, vortertiären Diabasen gemeinsam haben, als ihnen Uebereinstimmung mit den jederzeit als typischst erachteten Vertretern der Augitandesite fehlt. Ja, vom lediglich petrographischen Standpunkt aus können diese Gesteine mit nichts anderem als mit den Diabasen resp. Uralitporphyriten vereinigt werden.

Bereits früher ist darauf hingewiesen worden, dass die Structur der Ophite eine durch und durch körnige und mit derjenigen des Diabases übereinstimmende ist und dass nirgends — ausschliesslich des Ophits vom Ravin des portes de fer — auch nur die geringste Spur einer irgendwie gearteten Basis wahrgenommen werden kann, während es sich nach ROSEN-

<sup>1)</sup> Bull. de la soc. géol. (2) Bd. 20. 1863. pag. 245.

<sup>2)</sup> a. a. O. pag. 132.

BUSCH <sup>1)</sup> als ein Characteristicum der Augitandesite bezeichnen lässt, dass sie öfter eine eigentliche Basis von meistens recht glasigem, seltener mikrofelsitischem Habitus führen, wie dies nicht nur die Santoringesteine, sondern auch die unzähligen aus Ungarn, Siebenbürgen, Nordamerika, den Anden und Australien untersuchten Vorkommnisse erweisen. Eine rein krystallinische Ausbildung der Grundmasse gehört nach jenem Forscher zu den selteneren Erscheinungsformen und wurde bei Untersuchung der ungarisch-siebenbürgischen Augitandesite nur in einem Gestein wahrgenommen.

Was die mineralogische Zusammensetzung anbetrifft, so ist, wenn auch die leitenden Gemengtheile des Ophits und Augitandesits — Plagioklas und Augit — ihrer allgemeinen Natur nach übereinstimmen, doch die in dem Dasein der charakteristischen begleitenden Mineralien hervortretende Verschiedenheit beider Gesteine so gross, dass man sich nur mit Ueberwindung dazu entschliesst, den Ophit als einen, wenn auch mit noch so auffallendem Habitus ausgebildeten Augitandesit anzuerkennen. Während nämlich die Augitandesite nebenbei etwas Sanidin, Magneteisen, Apatit, wenig Amphibol und Magnesiaglimmer, selten Quarz und Tridymit enthalten, führen die Ophite Diallag, diallagähnlichen Augit, Uralit, Viridit, Epidot, Titaneisen als wesentliche, Magneteisen, Eisenkies, Eisenglanz, Apatit, Hornblende, Quarz, Kalkspath, Magnesiaglimmer als accessorische Gemengtheile; als eines äusserst selten auftretenden Mineralen ist auch des Titanites Erwähnung gethan. Nie hat man bis jetzt in einem Augitandesit eine Uralitisirung des Pyroxens, noch weniger eine Epidotbildung oder eine Kalkspathentwicklung wahrgenommen — alles Erscheinungen, welche andererseits für die Glieder der alten Diabasgruppe so ungemein bezeichnend sind.

Wem sollte nicht auch hierdurch der grosse Unterschied zwischen beiden Gesteinsarten auffallen, der durch die chemische Zusammensetzung derselben wahrlich nicht verringert wird. Bis jetzt lag eine Analyse eines echten pyrenäischen Ophites nicht vor; ich theile zwei Analysen mit, welche Herr PAUL MANN auf meine Bitte veranstaltet und mir mit dankenswerther Bereitwilligkeit zur Verfügung gestellt hat.

- I. Ophit von Sauveterre, Basses Pyrénées; spec. Gewicht (bei 18,5 ° C.) 3,003.
- II. Ophit vom Val d'Enfer, Hautes Pyrénées; spec. Gewicht (bei 18 ° C.) 2,991.

---

<sup>1)</sup> Mikrosk. Physiogr. d. mass. Gesteine 1877. pag. 413.

	I.	II.
SiO <sup>2</sup> . . . .	49,69	49,15
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . .	14,05	15,71
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . .	1,58	} 10,10
Fe O . . . .	7,01	
Ca O . . . .	12,01	10,94
Mg O . . . .	7,30	7,21
K <sup>2</sup> O . . . .	0,54	1,90
Na <sup>2</sup> O . . . .	4,85	4,43
H <sup>2</sup> O . . . .	3,18	0,48
TiO <sup>2</sup> . . . .	1,45	—
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> . . . .	Spur	—
	<hr/> 101,66	<hr/> 99,91

Der Sauerstoffquotient ist bei No. I. gleich 0,614, bei No. II. gleich 0,790.

Nach diesen Analysen müssen die Ophite auch chemisch als in nächster Nähe der Diabase stehend betrachtet werden, wie sich aus der Vergleichung mit Diabasanalysen ergibt, während die von typischen Augitandesiten durchaus nicht mit jenen der Ophite übereinstimmen.

Nach den Diabasanalysen, welche sich in den „Beiträgen zur Petrographie der plutonischen Gesteine“ von JUSTUS ROTH, 1869—1873, angegeben finden, sind u. A. die Diabase von der Lupbode, zwischen Allrode und Treseburg im Harz, vom grossen Staufenberg bei Zorge, im Südharz, sowie noch verschiedene Vorkommnisse aus jenem Gebirge dem Ophit ungemein ähnlich.

Zur Vergleichung und Bestätigung möge hier die Analyse des Gesteines von der Lupbode<sup>1)</sup>, zwischen Allrode und Treseburg im Harz, und die des Diabases von Ribeira de Macaupes, Madeira<sup>2)</sup>, angeführt werden, von denen das erstere Vorkommnis ein specif. Gewicht von 3,081 bei 14° C. besitzt, während das andere ein solches von 2,790 bei 6° C. hat.

- I. Diabas von der Lupbode.  
 II. Diabas von Ribeira de Macaupes.

	I.	II.
SiO <sup>2</sup> . . . .	47,36	49,15
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . .	16,79	17,86
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . .	1,53	1,07
Fe O . . . .	7,93	10,77
Mn O . . . .	0,44	0,75

<sup>1)</sup> KAYSER, Zeitschr. d. d. geol. Ges. XXII. pag. 159. 1870.

<sup>2)</sup> SENFTER, J. Miner. 1872. pag. 687.



Ca O . . . . .	10,88	5,49
Mg O . . . . .	6,53	3,24
K <sup>2</sup> O . . . . .	0,84	2,29
Na <sup>2</sup> O . . . . .	2,85	5,49
H <sup>2</sup> O . . . . .	3,05	1,21
TiO <sup>2</sup> . . . . .	0,51	0,83
P <sup>2</sup> O <sup>5</sup> . . . . .	0,26	0,99
CO <sup>2</sup> . . . . .	0,48	—
FeS <sup>2</sup> . . . . .	1,96	—
	<hr/>	<hr/>
	100,61	100,22

Der Sauerstoffquotient ist bei No. I. gleich 0,648, bei No. II. gleich 0,610.

Während also eine Vergleichung dieser Analysen keine grossen Unterschiede erkennen lässt, fehlt eine ungefähre Gleichheit völlig, wenn man die Analyse eines jener typischsten Augitandesite von Santorin mit der des Ophites vergleicht. Eine solche Analyse hier anzuführen, will ich unterlassen und nur auf die hauptsächlichsten Unterschiede aufmerksam machen. Zunächst weicht der Kieselsäuregehalt der Augitandesite bedeutend von dem der Ophite ab, da er durchschnittlich über 65 pCt. beträgt, während der Kalk- und Magnesiagehalt viel geringer ist als in den ersten. Eine ähnliche chemische Zusammensetzung haben auch die typischen Augitandesite aus Ungarn und Siebenbürgen, aus Amerika und von Java.

Unter der Voraussetzung, dass die Ophite der Pyrenäen in der That, wenigstens ihrer Hauptmasse nach, Eruptivgesteine tertiären Alters sind, würde man sie auf Grund ihres Gehaltes an Plagioklas und Augit, sowie des Mangels an Olivin zu den Augitandesiten rechnen müssen, von deren typischen Repräsentanten sie indessen sowohl structurell als hinsichtlich ihrer chemischen Constitution ausserordentlich abweichend beschaffen sind, während sie andererseits in allen diesen Punkten die schlagendste Uebereinstimmung mit den Diabasen und Uralitporphyriten offenbaren.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Kühn Johannes

Artikel/Article: [Untersuchungen über pyrenäische Ophite. 372-404](#)