

5. Beiträge zur geologischen Kenntniss der Pyrenäen.

Von Herrn FERDINAND ZIRKEL in Lemberg.

(Hierzu Tafel I, II, III, IV.)

Die Geschichte der geologischen Erforschung der Pyrenäen bis zum heutigen Tage lässt sich füglich in drei wohlcharakterisirte Zeitabschnitte bringen. Der erste dieser Abschnitte, den Schluss des vorigen und ungefähr die ersten zwanzig Jahre unseres Jahrhunderts umfassend, ist durch die Namen RAMOND, PALASSOU und CHARPENTIER gekennzeichnet. RAMOND weihte zehn Jahre seines Lebens unausgesetzt, zehn andere mit Unterbrechungen dem Studium des Baues der Pyrenäen und ihrer Vergleichung mit den Alpen. Die allgemeine Feststellung der Vertheilung und gegenseitigen Lagerung der verschiedenen Gebirgsarten, der Erweis, dass die Hauptkette um den Mont Perdu, welchen er gewissermaassen zuerst wieder entdeckte und nach wahrhaft heroischen Anstrengungen zuerst bestieg, aus fossilführenden Schichten bestehe, sind die Hauptresultate, die er in anziehendster Darstellungsweise und getreu dem Geiste seiner Zeit in den „Observations faites dans les Pyrénées“ (1789) und den „Voyages au Mont Perdu et dans la partie adjacente des Hautes-Pyrénées (Paris. 1801)“ niederlegte. Der Abbé PALASSOU, ein ebenso bescheidener, als scharfsinniger und eifriger Forscher war RAMOND's Zeitgenosse und Nachfolger; von ihm rühren der „Essai sur la minéralogie des Monts-Pyrénées“ (1782) und die „Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées et des pays adjacents (Pau. 1815)“ her. Im Jahre 1823 erschien der „Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées“ von J. v. CHARPENTIER, die Frucht unablässiger vierjähriger Wanderungen, ein Werk, welches für die Pyrenäen das geworden ist, was des unübertrefflichen HORAZ BENEDIKT v. SAUSSURE's Schriften für die Alpen sind, eine selbst in unseren Tagen, die gar Manches ganz anders deuten und auffassen, unversiegbare Quelle vielseitiger Belehrung. Die Treue der

Beobachtung, die Schärfe und Klarheit der Darstellung sind bei diesem ausgezeichneten Schüler WERNER's wahrhaft bewundernswerth.

Die bedeutsamsten Fortschritte machte die Pyrenäengeologie durch die Untersuchungen, welche DUFRENOY behufs der Herstellung der im Verein mit ÉLIE DE BEAUMONT herausgegebenen geologischen Karte von Frankreich in diesem Gebirge anstellte. Diese Forschungen, welche man als den zweiten Abschnitt bezeichnen kann, begannen im Jahre 1825. DUFRENOY hat namentlich das grosse Verdienst, Licht in die Natur und Stellung der Sedimentärformationen gebracht zu haben. Das, was CHARPENTIER als *Terrain du calcaire primitif* und *calcaire alpin* bezeichnete, wurde in Jura und Kreide getheilt; auch war er es, welcher die horizontal gelagerten Schichten der Ebene der mittleren Tertiärformation zuwies und dadurch den Haupthebungsact der Pyrenäen der Zeit nach fixirte, wenn er auch noch das mitgehobene Eocän für obere Kreide hielt. Die Arbeiten über die Kreide des südlichen Frankreichs (1830), über die pyrenäischen Ophite, Gypse und Soolquellen (1832), über die *calcaires amygdalins* (1833), über die Eisenerzlagerstätten der Ostpyrenäen und die Kalke von Vicdessos (1834), welche ursprünglich in den Annales des mines erschienen, finden sich gesammelt im 2. Bande der „Mémoires pour servir à une description géologique de la France (Paris. 1834)“. Nachdem bis dahin immer nur vereinzelte Forscher ihre Kräfte der Erkenntniss des Gebirgsbaues der Pyrenäen gewidmet, begann nach längerer Pause um das Jahr 1844 auf diesem Gebiete, gewissermaassen die dritte Phase bildend, eine vielseitigere Thätigkeit, deren Ergebnisse als zahlreiche kleinere Abhandlungen in den Annales des mines, den Comptes rendus der Sitzungen der Pariser Akademie, vorzugsweise aber in dem Bulletin der Société géologique veröffentlicht wurden und werden. D'ARCHIAC, GRATELOUP, DESHAYES, A. D'ORBIGNY, DE VERNEUIL, COTTEAU, ROUAULT, RAULIN, CROUZET und FREYCINET, TALLAVIGNE, BOURJOT, DE PINTEVILLE beschäftigten sich mit paläontologischen und stratigraphischen Arbeiten, DUROCHER und COQUAND mit allgemeineren Untersuchungen, zumal auch über metamorphische Erscheinungen; neuerdings sind namentlich NOGUÈS und NOULET, und zwar vorzugsweise für die östlichen Pyrenäen, thätig. Das grösste Verdienst aber erwarb

sich der unermüdliche A. LEYMERIE, Professor an der Faculté des sciences in Toulouse, dessen im Jahre 1844 beginnende Untersuchungen mit dem reichsten Erfolge gekrönt wurden. Er war es, der zuerst zeigte, dass das *Terrain de transition*, welches bisher als ungetheiltes Ganzes auf den Karten und in den Beschreibungen figurirt hatte, sich an vielen Punkten in ein wohlcharakterisirtes Silur und Devon zerlegen lasse, der den Jura und die Kreide zergliederte und deren Faunen studirte, der die Karte DUFRENOY's und ÉLIE DE BEAUMONT's in manchen Punkten berichtigte und an vielen Stellen die genauesten Detail-Untersuchungen vornahm. LEYMERIE's Arbeiten haben zumal das Département der oberen Garonne, vielleicht den an Abwechslung reichsten Bezirk, zum Gegenstand; neuerdings (1863) hat er aber auch über die geologische Constitution des Ariégethals höchst schätzenswerthe Beobachtungen geliefert.

Im Sommer des Jahres 1865 verweilte ich eine Zeit lang in den Pyrenäen, zumal in deren centralen Theilen, und die folgenden Blätter bringen einige Resultate meiner Kreuz- und Querwanderungen, welche die früheren Forschungen ergänzen oder berichtigen.

Allgemeine Gliederung des geologischen Aufbaus.

Die grossen Züge des geologischen Aufbaus der Pyrenäen sind ziemlich einfacher Art. Parallel mit der Richtung des Gebirges zieht sich vom mittelländischen bis zum atlantischen Meere eine Reihe von Granitmassiven, denen ein gewichtiger Antheil an der Bildung des Hauptgrats zukommt. Vorzugsweise sind dieselben in den östlichen und den centralen Pyrenäen vorhanden. Vom Cap Creus läuft ein gewaltiges, in der Gegend von Olette und Villefranche ein mächtiges Gebiet umgewandelter Schiefer umfassendes Graniterrain, welches sich nach Westen zu gabelt und $4\frac{1}{2}$ Meile in der grössten Breite, 22 Meilen in der grössten Länge misst, bis ungefähr an das obere Thal von Andorra; nordwestlich davon zieht sich ein anderes schmaleres und ebenfalls nicht ganz geschlossenes, sondern von Jurabildungen unterbrochenes, 9 Meilen lang aus der Gegend des Pic de Barthélémy über Tarascon bis fast nach Castillon im Vallongue. Auch weiter nach Westen noch, in der Gegend von St. Bât sind mehrere Granitstöcke versam-

met. Die centralen Granitstöcke erscheinen von jenen und unter einander durch ausgedehnte silurische (und devonische) Gebilde getrennt zwischen dem Ursprung der Garonne und dem Pic du Midi d'Ossau*), also in jenem Theile, welcher gerade der höchste der ganzen Kette ist, und, wie bei den Graniten der Ostpyrenäen ist auch die Richtung der Aneinanderreihung, sowie meist auch die Richtung der grössten Ausdehnung dieser Massive mit derjenigen der Pyrenäenkette überhaupt parallel. In den Westpyrenäen erreicht der Granit bei Weitem nicht diese Wichtigkeit; dort giebt es nur zwei kleinere Granitinseln, eine südlich von Vera an der Bidassoa, die andere östlich von der Nive und südlich von La Bastide-Clarence. Eigenthümlicher Weise stellen der ostpyrenäische und der centralpyrenäische Granitzug in der Hauptdirection zwei parallele, über einander geschobene Linien dar, welche, obschon sie keineswegs immer den Hauptkamm des Gebirges bilden, dennoch unter einander in demselben Verhältniss stehen, wie der vom Mittelmeer und der vom atlantischen Meer auslaufende Pyrenäenstrang, von denen ebenfalls der eine nicht die Verlängerung des anderen bildet.

Eine überaus grosse Verbreitung in den oberen Theilen des Gebirges gewinnen die Schichten der silurischen und devonischen Formation; sie bilden ein breites, gleichfalls der Gebirgsdirection paralleles Band, welches, langgestreckt, mit seinen beiden Enden fast an das mittelländische und an das atlantische Meer stösst und meistens die Granitstöcke rundum oder zum Theil umgiebt, auch jenen grossen Raum um die obere Garonne und die Noguera Pallaresa**) ausfüllt, welchen die östliche und die centrale Granitreihe zwischen sich lassen. Auf der Nordseite werden diese Schichten der sogenannten Uebergangsformationen hauptsächlich von Jura, dann auch von Kreide, auf der Südseite vorzugsweise von Kreide, dann auch von Buntem Sandstein begrenzt und überlagert.

*) Es giebt mehrere Pics du Midi in den Pyrenäen, indem mehrere Orte denjenigen höheren Berg, welcher von ihnen aus gerade gegen Süden gelegen ist, also benennen, z. B. Pic du Midi de Bigorre, P. d. M. de Viscos, Pic. d. M. de Genost u. s. w. Der Pic du Midi d'Ossau ist auch für Pau der Mittagspic.

**) Der spanische Name Noguera ist das Anagramm des französischen Garonne.

Die grösste Breite des zusammenhängenden, nicht durch Granit unterbrochenen, vielfach gefalteten Uebergangsgebirges*) ist zwischen dem Château de la Garde im Salat-Thal und Arcalis im Thal der Noguera Pallaresa $7\frac{1}{2}$ Meile. Zumal setzen diese Gebilde, die aus Thonschiefern, Grauwacken, Kalksteinen und Kalknierenschiefern bestehen, die oberen Abhänge auf der Nordseite der atlantischen und auf der Südseite der mittelländischen Pyrenäen zusammen, und zwar werden namentlich die innersten Theile derselben aus silurischen Schichten gebildet, welche nördlich und südlich von den weitaus minder mächtigen devonischen begleitet werden. Da, wo die Schiefer an den Granit angrenzen, hat sehr häufig eine Umwandlung in Chistolithschiefer, Fleckschiefer, Knotenschiefer, Glimmerschiefer stattgefunden; z. B. in der Umgegend von Bagnères de Luchon, Barèges.

Die Steinkohlenformation ist in den höheren Pyrenäen nicht entwickelt; Ablagerungen derselben finden sich nur im östlichen Theile, und zwar an sehr weit von dem Hauptkamm weg in die Ebene oder das Hügelland hinausgerückten Stellen. In Frankreich kennt man südwestlich von Sigean zwei kleine Becken, das winzige von Durban und das etwas grössere von Ségure; sie liegen muldenförmig in Uebergangsschichten und sind von einem rothen Sandstein bedeckt, der nach PAILLETTE zur Kreide, nach MAX BRAUN zum Buntsandstein, nach den neueren Untersuchungen von NOGUÈS (Bull. de la Soc. géol. [2] XIV, 1857, 786) noch zur Steinkohlenformation gehört. Auf dem südlichen spanischen Abhange liegt ein Kohlenbecken bei St. Juan de las Abadesas am Flusse Ter zwischen Ripoll und Campredon; Kohlenflötze, die aber noch nicht abgebaut werden, erscheinen auch an den Flanken des Berges von Cadiz, eine Stunde von Urgel im Sègre-Thal.

Schichten der Dyasformation sind in den Pyrenäen nicht bekannt; die Trias ist nur durch ihr unterstes Glied,

*) Für solche Schichten, welche entweder dem Silur oder Devon angehören, aber noch nicht mit Gewissheit einer dieser Formationen zugeheilt wurden, werden wir uns im Anschluss an NAUMANN (Geognosie, Bd. II, S. 45) der provisorischen Benennung Uebergangsformation bedienen, womit, wie im vorliegenden Falle, auch mitunter zusammenfassend solche Terrains bezeichnet werden, in denen sowohl Silur, als Devon entwickelt ist.

einen rothen, glimmerhaltenden Quarzsandstein vertreten, welcher namentlich in den atlantischen Pyrenäen zwischen Tolosa, St. Jean-Pied-de-Port und dem Pic du Midi d'Ossau südlich von den silurischen und devonischen Schichten in mehreren einzelnen Massen verbreitet ist, die dort die Wasserscheide ausmachen. Einen langen und schmalen Streifen bildet der Buntsandstein südlich von Venasque auf dem spanischen Abhang, zwischen Uebergangsschichten und Kreide verlaufend, einen anderen kürzeren östlich von St. Girons, südlich von Labastide de Seron auf dem französischen Abhang, welcher zwischen Uebergangsschichten und dem Jura einherzieht; auch westlich von St. Girons, bei St. Lary im Vallongue, bei Lez oberhalb St. Béat im Garonnethal, bei Cierp im 'Piquethal erscheinen sehr wenig mächtige Schichten rothen Sandsteins zwischen Uebergangsschichten (Devon) und Jura. Schichten, welche dem Muschelkalk und Keuper entsprechen, sind in den Pyrenäen noch nicht nachgewiesen und scheinen gänzlich zu fehlen.

Nach der Basis des Gebirges zu verläuft nun auf dem nördlichen französischen Abhang, ungefähr das mittlere Drittel der Kette einnehmend und entweder direct die Uebergangsschichten (vorzugsweise Devon) oder den Buntsandstein überlagernd, ein unregelmässig gestaltetes Band von Jura, welches westlich von Argellez im Thal des Louzon beginnt, in grosser Schmalheit südlich von Lourdes und Bagnères de Bigorre einherzieht, dann um St. Gaudens und St. Béat, wo der Pic de Gar und der Pic de Cagire daraus bestehen, sich beträchtlich verbreitert, um südlich von Mas d'Azil bei Labastide de Seron in ein spitzes Ende auszulaufen; dieser Jurakalkzug ist 19 Meilen lang und besitzt 3 Meilen grösste Breite. Ein anderer Zug von Jurakalk erstreckt sich, ebenfalls auf dem nördlichen Abhang, aus der Gegend von Oust im Salatthal bis weit über Videssos und les Cabannes hinaus und umschliesst, bei Tarascon sich wieder zurückwendend, hufeisenförmig eine Granitpartie. Auch auf dem spanischen Abhang fehlt diese Formation nicht ganz, wo sie, allerdings nur im äussersten Westen von dem Thale von Roncesvalles aus bis fast nach Bilbao einen langen und schmalen Streifen bildet. Längs des übrigen Abhangs der spanischen Westpyrenäen, sowie längs der ganzen Central- und Ostpyrenäen ist diese Formation aber, einzelne winzige Ablagerungen in den Uebergangs- und Kreide-

gebildet der nordöstlichsten Pyrenäen abgerechnet, gar nicht entwickelt.

Die untersten Schichten des Jura, welcher fast ganz aus Kalksteinen zusammengesetzt ist, bestehen aus gelblichen, zelligen Kalksteinen, sodann schwarzen und grauen, dichten Kalksteinen und schwarzen Kalkschiefern — alle petrefactenleer; darüber folgen fossilreiche Glieder, graue und gelbe Mergelschiefer mit *Ammonites Duncani*, *Terebratula*, *Lima*, *Plicatula*, *Pecten*, *Cidaris moralinus* (charakteristisch für den Lias der Yonne), sowie schwarze Kalksteine und dunkelgraue Mergelschiefer mit *Ammonites bifrons*, *A. Davoei*, *A. planicosta*, *Nautilus clausus*, *Belemnites tripartitus*, *Terebratula bullata*, *T. ornithocephala*, *T. cynocephala*, *Gryphaea cymbium*, *Gr. Maccullochii*, (charakteristisch für den oberen Lias des Aveyron), *Pecten aequivalvis*, *Lima proboscidea*, *Astarte*, *Serpula*. Diese Schichten gehören ihrer Fauna gemäss offenbar dem Lias, und zwar, zumal die letzterwähnten, dem mittleren und oberen Lias (*Étage liasien* und *toarcién* ALC. D'ORB.) an, nicht bloss dem oberen, wie LEYMERIE angiebt, welcher 1856 eine kurze Uebersicht über den pyrenäischen Jura mittheilte*). *Gryphaea arcuata*, ein Hauptfossil des unteren Lias (*Ét. sinémurien*) hat sich bis jetzt noch nicht in den Pyrenäen gefunden; das Sinémurien scheint hier nicht vertreten zu sein, wenn nicht etwa die liegenden fossilfreien, schwarzen Kalkschiefer und gelblichen, zelligen Kalksteine dazu gehören. Sehr reich an jenen Fossilresten, welche indessen nur stellenweise vorkommen, ist die Umgegend von Aspet (Poujos, Burjo), Campels und der Fuss des Cagire, ferner die Nachbarschaft von St. Pé. Schöne Exemplare von *Pecten aequivalvis* finden sich am Col d'Anéou zwischen dem Teiche von Lherz und Aulus und am Col d'Eret zwischen diesem Teiche und Erce im Garbet-Thale.

Ueber diesen Schichten lagern nun hier und da unter den ächten Kreidebildungen noch einige andere Glieder: Breccien aus schwarzen, grauen und gelben eckigen Kalksteinstücken mit schwarzem Cäment (*Bèche portor* genannt), u. a. bei Médous am Adour oberhalb Bagnères de Bigorre, Bramebaque im Barousse-Thal, Sauveterre (Haute-Garonne), dunkele, bitumenreiche, etwas körnige Kalke, bläulicher Kalkstein, in wel-

*) Comptes rendus, XLII. 1856. 730.

chem LEYMERIE nördlich von Juzet (Haute-Garonne) und bei Bize-Nistos (Hautes Pyrénées) eine *Nerinea* auffand, sehr ähnlich der *Nerinea Bruntrutana* des Korallenkalkes der Bourgogne, und dichter, lichtgrauer Kalkstein mit Resten von kleinen Nerineen, Astarten, Echiniden und Polyparien. COTTEAU erkannte hierin *Cidaris nobilis*. LEYMERIE ist geneigt, diese obersten Gebilde des pyrenäischen Jura, welche sich z. B. im Dép. der oberen Garonne bei Izaut, Arbon, nördlich von Juzet, nördlich von Aspet, bei Girosp, Ore, Bagiry finden, der mittleren Etage dieser Formation zuzusprechen. Diese Fauna mit ihren vorwaltenden Nerineen, Astarten, Echiniden, Polyparien scheint indessen viel eher zum weissen Jura zu gehören, worauf auch *Cidaris nobilis* verweist.

Während die Juraglieder nach unten zu sowohl gegen den Bunten Sandstein, als gegen die Uebergangsgebilde (vorzugsweise Devon) deutlich abgegrenzt sind, ist die Scheidung zwischen den obersten Jura- und den untersten Kreideschichten in den Pyrenäen der concordanten Lagerung beider Formationen und der verhältnissmässigen Armuth an Petrefacten wegen gewöhnlich nicht streng durchzuführen.

Nach dem Fuss der Kette zu fortschreitend beobachtet man nun, dass ein ausgedehntes Band der Kreideformation in grosser Regelmässigkeit den nördlichen und südlichen Pyrenäenabhang fast in seiner ganzen Länge begleitet; es wird vorzugsweise gebildet aus Kalksteinen, Mergelkalken, Mergeln und Thonen. Auf dem nördlichen Abhang folgt die Kreide meist auf Uebergangs- und Juraschichten (in den Ostpyrenäen ist sie südlich auch von Granit begrenzt), auf dem südlichen Abhang lagert sie vorzugsweise auf dem Bunten Sandstein und ebenfalls auf den Uebergangsschichten. Weit aus der grössere Theil der pyrenäischen Kreideformation (in den Centralpyrenäen fast ausschliesslich) besteht aus der oberen Kreide, entspricht dem Cenoman (grès vert supérieur), Turon und Senon (craie proprement dite, craie blanche). Nachdem man stets der Ansicht gewesen, dass in den Pyrenäen überhaupt keine untere Kreide existire, wies D'ARCHIAC dieselbe als einen Bestandtheil der Corbières nach und fand LEYMERIE*) 1862 bei Sainte-Suzanne unweit Orthez in den Westpyrenäen

*) Comptes rendus, LIV. 1862. 683.

unter dem Cenoman mit *Terebratula Menardi*, *Ostrea carinata*, *Caprotina Lonsdali* und Orbituliten eine ältere Etage, welche durch eine locale Hebung der Beobachtung zugänglich gemacht ist. Es sind Thone und Mergel, reich an *Exogyra sinuata*, ausserdem Arten von *Trigonia*, *Arca*, eine *Turbinolia* und Echiniden führend, die *Toxaster* oder *Echinospatangus Collegnii* ähnlich sind. Diese Schichten, mit welchen man die schwarzen, thonigen Schiefer vereinigen könnte, die sich um Mauléon und Oloron am Fusse der jurassischen Diceratenkalke finden und unter; die Fucoidenkalke der oberen Kreide einschliessen, rechnet LEYMERIE zum Aptien (Gault), wozu auch die fossilhaltigen Schichten von Vinport an den Ufern des Adour zu zählen seien. Auch jene schwarzen Schiefer mit *Exogyra sinuata*, *Terebratula sella*, *Toxaster Collegnii* von Quillan und St. Paul de Fenouillet in den Ostpyrenäen gehören nach ihm zum Aptien. Alle diese Localitäten habe ich nicht besucht, soviel man aber aus den angeführten Fossilien schliessen darf, scheinen dieselben viel eher dem Neocom als dem Gault (Aptien) anzugehören. *Exogyra sinuata* Sow. (= *Exogyra Couloni* D'ORB.), das bezeichnendste Fossil, findet sich im Neocom des Teutoburger Waldes, des Seinebassins, mit *Terebratula sella* im neocomen Sandstein der Küste von Kent, auf der Insel Wight, im unteren neocomen Theil des Speeton-clay von Yorkshire u. s. w., hat dagegen nirgendwo für den Gault Bedeutung. Die erwähnten Schichten der Ostpyrenäen hält auch NOGUES für neocom, führt aber kurz an, dass sich über den Neocomkalken in der Gegend von St. Paul de Fenouillet wohlcharakterisirter Gault mit seiner Specialfauna finde*).

Unter den Gliedern der oberen Kreideformation scheint das Senon weitaus vorzuwalten. Wie bei Maestricht, im Seinebassin und auf Seeland über der weissen Kreide, dem typischen Gliede des Senons, noch die Tuffkreide, der Pisolithenkalk und der Korallenkalk als locale Facies (terrain danien) folgen, so hat auch LEYMERIE für die Pyrenäen nachgewiesen, dass hier in dem Departement der oberen Garonne und in den benachbarten Theilen der angrenzenden Departements über der weissen, senonischen Kreide, welche namentlich durch Ananchytes charakterisirt ist, noch Schichten erscheinen, welche mit den

*) Comptes rendus, LVII. 1863. 333.

oben erwähnten zu parallelisieren sind, und welche er ganz kürzlich als Terrain rubien bezeichnete*). Es stellen sich diese Bildungen vorzugsweise dar als licht gelblichbraune Orbitulinen-Kalksteine und Kalksteine mit *Hemipneustes radiatus*, *Galerites gigas*, *Nerita rugosa*, *Ostrea larva*, *Janira striato-costata*, *Thecidea radiata*.

Ja, über diesen Maestricht-Schichten der Pyrenäen erkennt man in der Gegend von Ausseing und Aurignac auf dem rechten und linken Ufer der Garonne, wo locale Hebungen die Auflagerung der horizontalen Süßwasserabsätze des subpyrenäischen Miocänbeckens ferngehalten haben, noch andere Bildungen, welche man nur der Kreide zurechnen kann, und welche somit eine Etage derselben darstellen von höherem Niveau als alle anderswo bekannten. LEYMERIE hat dieselbe neuerdings als Étage garumnien (1862) bezeichnet**). Es sind unten bunte Thone und Sande mit Braunkohlenschmitzen, sowie untergeordnete, zellige Kalksteine und Kalkmergel (*Venus garumnica* LEYM., *Tornatella Baylei* LEYM., *Sphaerulites Leymeriei* BAYL., *Ostrea depressa* LEYM.), sodann lithographische Kalksteine mit Feuersteinen; darüber gewahrt man bei Ausseing in völlig concordanter Lagerung eine vorzugsweise mergelige Schicht mit vielen Fossilresten, unter denen man mit Verwunderung zahlreiche Echiniden und Conchylien der eigentlichen weissen Kreide, d. i. eines palaeontologisch tieferen Niveaus, findet. Die genaue Untersuchung dieser Colonie verdanken wir LEYMERIE. Die Fauna derselben belief sich bis 1863 auf 54 Arten, darunter 31 neue und eigenthümliche. Von 13 Arten, welche LEYMERIE auf bekannte zurückführen konnte, gehören 9 zur weissen Kreide, und 4 finden sich in dem mittelländischen Eocän. Die Kreidearten sind unter den Mollusken: *Crassatella Dufrenoyi* LEYM., *Venus Lapeyrousana* LEYM., *Ostrea vesicularis* LEYM., *O. uncinella* LEYM., *Terebratula alata* LEYM. Diese Arten sind selten in der Colonie, aber man findet sie häufig in der eigentlichen Kreide der Pyrenäen, und seltsamer-

*) Bull. de la Soc. géol., (2) XXII. 1866. 551.

**) Der verdienstvolle Forscher hat bei Gelegenheit der Versammlung der geol. Gesellschaft zu St. Gaudens (Septbr. 1862) eine ausführliche Beschreibung davon geliefert (Bull. de la Soc. géol., (2) XIX. 1862. 1097) und später noch eine „Note sur le système garumnien“ mitgetheilt (ebendas. (2) XX. 1863. 483); vergl. auch Bulletin, (2) X. 518.

weise mengt sich zu ihnen kein Repräsentant der Maestrichter Fauna von Ausseing. Die Hauptarten der Echinodermen sind: *Micraster brevis* oder *Matheroni*, *Hemiaster punctatus* D'ORB., *Ananchytes ovata* mit kleiner Taille und ovoidaler Form, Arten, welche der weissen Kreide angehören, aber in derjenigen der Centralpyrenäen unbekannt sind. Die Colonie sei übrigens zur Existenz des garumnischen Systems gar nicht nothwendig, sie ist nur ein localer Zufall, wie man denn bei Aurignac dieselbe durch eine Schicht von quarzigem Sand ohne Fossilien ersetzt findet.

Das pyrenäische Eocän wird vorzugsweise aus Sanden, aus mergeligen Miliolitenkalken und aus Nummulitenschichten gebildet. Ueberall in den Centralpyrenäen, sowohl den französischen, als den spanischen, endigt das Eocän oben mit einem mächtigen Puddingsgebilde, auf welches zuerst PALASSOU aufmerksam machte, und welches er schon richtig von anderen groben Conglomeraten unterschied; es sind grosse, oft nur wenig abgerundete Kalksteinfragmente (der Kreide und unteren Eocänformation) von lichter Farbe, verbunden durch ein halbkrySTALLINISCHES, WEISSLICHES, GELBLICHES, RÖTHLICHES, oft ROSENROTHES oder PFIRSICHLÜTHROTHES, kalkiges, mitunter auch durch ein mergeliges oder selbst sandig-mergeliges Cäment.

Eocän und Kreide folgen in den Pyrenäen in völlig concordanter Lagerung und im engsten gegenseitigen Anschluss auf einander. Dieser innige Verband ist früher für LEYMERIE ein Grund gewesen, die mittleren und oberen von jenen Schichten, welche er später als Étage garumnien bezeichnete, und das ganze Eocän bis zu den Puddingen PALASSOU'S unter dem Namen Terrain épicrotacé zu umfassen, wodurch das gleichwohl trefflich durch seine Nummuliten im Norden und Süden der Kette charakterisirte Eocän als ein unvollständiger Appendix der Kreide hingestellt wurde). 1862 hat er diese Auffassung, an welcher er manchen Anfechtungen zum Trotz lange festgehalten, fallen lassen, für die Gegenden der oberen Garonne durch Vereinigung der obersten Schichten seines bisherigen Terrains cretacé supérieur (bunte Thone u. s. w.) mit

*) So ist es z. B. dargestellt in der „Esquisse géognostique des Pyrénées de la Haute-Garonne, Toulouse. 1858“, in welcher das Eocän als solches gar nicht figurirt.

den untersten seines Terrain épicrotace die Étage garumnien geschaffen (welche mit der die letzten Kreidefossilien enthaltenden Colonie nunmehr local den Schluss der Kreide bildet) und lässt mit den Miliolitenkalken das Eocän beginnen, welchem nun die Selbstständigkeit gewahrt ist, die ihm trotz der Concordanz in der Lagerung in palaeontologischer Hinsicht mit Recht gebührt.

Die cretaceischen und eocänen Bildungen, welche auf der nördlichen Pyrenäenseite mehr dem Fuss der Kette genähert sind, steigen auf der südlichen in merkwürdiger Weise zu bedeutenden Höhen empor, so dass selbst ein Theil des Gebirgskamms, und zwar gerade einer der höchsten, der Marboré, Troumouse und Umgegend, daraus besteht; auch der südlich von der Wasserscheide ganz in Spanien gelegene Mont Perdu gehört ihnen an, und hier sind diese jungen, fossilführenden Meeresegebilde zu einer Höhe emporgehoben, welche von dem im Osten gelegenen Granitkamm des Crabioules und der Maladetta nur um ein Weniges übertroffen wird. Der nördlich vom Mont Perdu sich erhebende Kettentheil bis zum Taillon im Westen, zusammengesetzt aus Kalksteinen, Mergeln und Sandsteinen, zeichnet sich im Gegensatz zu den spitzigen und kegelförmigen Granit- und Schieferpics der übrigen Hauptkette durch die seltsam plumpen, sonst nicht wiederkehrenden Bergformen aus, die, wie RAMOND treffend bemerkt, ein Ansehen haben, als ob ein Volk von Riesen bei ihrer Aufthürmung Richtmaass und Winkelwage angewandt hätte. Der Mont Perdu selbst (10676 Fuss) hat eine eigenthümlich stumpf zugestutzte Form, darauf folgen gegen Westen mehrere Bergmassen, welche rechtwinkeligen Blöcken von riesigen Dimensionen gleichen: der Cylinder des Marboré (10584 Fuss), die Thürme des Marboré (der höchste 9616 Fuss), der Casque de Marboré (9576 Fuss); alsdann erscheint in dem Hauptkamm jener berühmte und regelmässige, auffallend tief schartenartige Einschnitt, welcher den Namen der Rolandsbresche trägt. Eine sehr beschwerliche Wanderung über unglaublich steile Felsen, Schneefelder und die spaltenreichen Gletscher, die sich von der Bresche herabziehen, führt aus dem Circus von Gavarnie zu diesem riesigen, über 100 Fuss breiten Fenster empor, von welchem aus der durch Nichts mehr gehinderte Blick nach Süden über die unermesslichen Ebenen des sonnverbrannten Aragous bis selbst

zur fernen Sierra de Moncayo auf der Grenze Castiliens hin-schweift. Weiter nach Westen folgt noch eine andere, weniger ausgezeichnete Scharte in dem Hauptkamm, die falsche Bresche genannt, und daran schliesst sich der ausgedehnte, nach Nord-osten herabhängende Gletscher des Taillon, mit welchem die Berghäupter ihre spitze Picform wieder gewinnen.

Die Wasserscheide der Pyrenäen wird demzufolge von verschiedenen Gesteinen gebildet; vorzugsweise von Silurschichten und Granit, in den Westpyrenäen auch von rothem Trias-sandstein, in einem Theile der Centralpyrenäen auch von Kreide- und Eocänschichten.

Alle bis jetzt erwähnten Schichtenbildungen sind marinen Ursprungs und bilden die Hauptkette mit ihren Vorhügeln, indem sie sich alle in aufgerichteter Stellung befinden. Wandert man auf der französischen Seite in den ausgezeichneten pyrenäischen Querthälern aus der Ebene zu dem Hauptkamm empor, so überschreitet man diese Schichten, welche im Grossen und Ganzen ein mit der Gebirgsdirection paralleles Streichen besitzen, in mehr oder minder vollzähliger Reihenfolge von den jüngsten äussersten zu den ältesten innersten; man beobachtet an günstigen Stellen, wie die Jurabildungen die creta-ceischen und eocänen, wie der Bunte Sandstein die Juraglieder, wie die devonischen und silurischen Schichten die des Bunten Sandsteins unterteufen (vergl. z. B. das Profil Taf. I, Fig. 1). Jenseits der äussersten cretaceischen und eocänen Hügel dehnt sich nun im Norden die weite Ebene der Gascogne, im Süden die des Ebro mit ihren horizontalen Schichten aus, die ihr Material von der zerstörten Oberfläche des Hochgebirges bezogen haben. Land- und Süsswasser-Fossilreste (namentlich Helices) führend gehören sie dem Miocän an, und es giebt mehrere Punkte, wo man ausserordentlich deutlich die Ueberdeckung der alten gehobenen Schichten durch horizontale Miocän-schichten gewahren kann; südöstlich vom Dorfe Plan z. B. sieht man im Thale des Volp (Haute Garonne) die vollkommen wagerechten Miocänschichten aufrufen auf sehr stark geneigten, fast senkrechten Schichten jener groben Kalksteinpuddinge (Puddinge PALASSOU'S), welche, wechselnd mit mergeligen Sandsteinschichten, wie erwähnt, das letzte Glied des pyrenäischen Eocäns ausmachen. Wenn auch bereits frühere Hebungen unzweifelhaft sich ereignet haben, so thun doch diese Verhält-

nisse es mit voller Klarheit dar, dass die letzte Hebung, und zwar diejenige grösste, welche dem bis dahin in seinen Hauptzügen nur schwach markirten Gebirge seine jetzige Gestalt aufgedrückt hat, in die Zeit zwischen der eocänen und miocänen Periode fällt; durch diese Hebung, welche den Rückzug der See und die heutige Trennung des atlantischen und mittelländischen Meeres in dieser Gegend im Gefolge hatte, wurde auch die überall herrschende Streichungsrichtung W. 18 Grad N. = h. $7\frac{1}{2}$ parallel der Kettendirection zur Geltung gebracht. Da man früher das Eocän mit der Kreide confundirte, so ist es erklärlich, wenn ÉLIE DE BEAUMONT (POGGEND. Annal. XXV. 1832. 26) sagt, dass die Pyrenäen ihre jetzige Stellung erhalten haben nach der Ablagerung von Grünsand und Kreide und vor der Ablagerung von Tertiärschichten verschiedenen Alters.

Die miocänen Süsswassergebilde der gascognischen Ebene, welche in einem grossen subpyrenäischen Seebecken abgesetzt wurden und, wie erwähnt, keinerlei Störung in ihrer Lagerung erlitten haben, bestehen aus Mergeln mit Kalkknauern, Thonen und Quarzsanden mit Feldspathbröckchen, Schieferstückchen und Glimmerschüppchen und enthalten eine grosse Menge von Säugethierresten (Rhinoceros, Mastodon, Dinotherium, Palaeotherium), wie sie sich namentlich in ungeheurer Anzahl an verschiedenen Punkten der Départements des Gers und der oberen Garonne (Sansan, Simorre, Boulogne, Scanecrabe) finden.

Durch die Bergkette der Pyrenäen, weniger zwar in dem eigentlichen Hochgebirge als in dem Hügellande an der Mündung der Thäler, finden sich kleine, kuppenförmige, sehr häufig von Thonen und Gypsen umgebene Ablagerungen eines zwischen Diorit und Hornblendefels die Mitte haltenden Eruptivgesteins, welches von PALASSOU als Ophit bezeichnet wurde; vorzugsweise erscheinen sie in den Westpyrenäen, in den Thälern von Lavedan, Ossau, Baigorry; sie werden den Gegenstand späterer ausführlicher Betrachtungen bilden.

Als noch jüngere neptunische Bildungen stellen sich nun die diluvialen in den Thälern dar. Während der Diluvialperiode wurden die Hochgebirgsthäler, welche gewiss zum grössten Theil ursprüngliche Spalten waren, weiter ausgetieft und in den breiteren Thalbecken Detritusmassen abgesetzt;

Processe, die zweifelsohne schon während der Miocänperiode begonnen hatten. Das Hauptwerk ist aber die Erosion der Thäler in den horizontalen Tertiärbildungen am Fuss der Kette und die Ausfüllung derselben mit Lehm, Schotter und grösseren Blöcken. Die grösste diluviale Ablagerung der Pyrenäen ist die weite Ebene von Perpignan im äussersten Osten, von Sigean nördlich bis Argelès sur Mer und Céret südlich, welche sich als Anschwemmung des Agly, der Tet, des Reart und des Tech ergibt.

Diese diluvialen Bildungen stehen im engsten Zusammenhange mit jener am Ende der Tertiärzeit in Europa eingetretenen Vergletscherung, welche ebenfalls die Pyrenäen betraf. Auch die erraticen Bildungen, der gewaltsame Transport grösserer Blöcke und ihre unregelmässige Anhäufung an gewissen Stellen sind diluvial und wurden vorzugsweise durch Gletscher bewirkt, beschränken sich aber nur auf das Gebirge und dehnen sich nicht auf die Ebene aus. Die erraticen Phänomene hat man wohl auf ungewöhnliche Wasserflächen zurückzuführen versucht; bedenkt man aber, dass die fortbewegten grossen Blöcke ihre Conturen, Kanten und Ecken gewöhnlich wohl bewahrt haben, wie es bei den heutigen Tages von den Gletschern transportirten der Fall ist, während Wasserfluthen niemals solche Blöcke wegschaffen, ohne ihre Gestalt merklich abzurunden; dass dieselben hoch oben auf den Flanken der Berge niedergesetzt sind, auf Höhen, bis zu welchen wohl Gletscher, niemals aber Wasserfluthen sie emporzuschieben vermochten; dass die Wasserfluthen stets die von beiden Thalseiten herrührenden Blöcke vermengen, wogegen in den Pyrenäen in dieser Hinsicht oft auf eine weite Strecke hin eine deutliche Trennung der beiderseitigen Fragmente sich erkennen lässt, gerade wie es ein Gletscher bewirkt; ferner dass die Furchen und Schrammen sowohl auf den Blöcken selbst, als auf dem anstehenden Gestein, welches sie bei ihrem Transport passirten, nicht von jenen abweichen, welche die Blöcke heutiger Moränen durch langsame und anhaltende Friction empfangen und erzeugen, die rasche Wasserströmung aber weder auf dem anstehenden, noch auf dem mit fortgerissenen Gesteine solche Furchen anbringen kann, — so wird es nicht zweifelhaft sein, dass diese diluvialen Schuttanhäufungen glaciale, mit den Absätzen der recenten Gletscher völlig übereinstim-

mende und nicht durch Wasserfluthen hervorgerufene Bildungen sind *).

Ausgezeichnet sind die errastischen Blöcke zumeist von Granit, welche sich in den obersten Thälern von Campan, der Pique und der Garonne finden, oft bis zu beträchtlicher Höhe an dem Gehänge emporsteigen und von den Hochgebirgen im Süden herstammen, die zum Theil jetzt noch vergletschert sind. Das ganze Thal des Astos d'Oo (eines Nebenflüsschens des Arboust, welcher in die Pique mündet) war früher mit einem ungeheuren Gletscher erfüllt, dessen Morainen man trefflich bei Garin im oberen Arboust-Thal beobachten kann, wohin ich vom Col de Peyresourde herabstieg; dieses Dorf ruht auf einer ausgedehnten und sehr mächtigen Ablagerung von grösseren, oft haushohen Blöcken und kleinen Geröllen, welche hier, wo das Oo-Thal, indem es, mit dem Larboust-Thal vereinigt, fast rechtwinklig gegen Osten umbiegt, sich vor den Bergen im Norden aufstauten. Selbst auf diesem Bergrücken, welcher das Arboust-Thal von dem nördlich gelegenen Oueil-Thal trennt, liegen bis zu beträchtlicher Höhe sehr umfangreiche Blöcke, und sogar sind diese über die Einsenkungen des Rückens in das Oueil-Thal hinüberschoben worden, wo man sie gegenüber dem Dorfe Cirès am Fusse des Berges Bilourtéde beobachtet; der Gletscher des Arboust-Thales muss also ehemals eine solche Höhe erreicht haben, dass er dasselbe bis zum Gipfel des Berges Bilourtéde ausfüllte. Der Ursprung aller dieser Blöcke

*), In einer Arbeit über die Terrains diluviens des Pyrénées (Bull. de la Soc. géol., (1) XIV. 1843. 402) schl. ss sich DE COLLEGNO zur Erklärung der errastischen Phänomene der Meinung ÉLIE DE BEAUMONTS über diejenigen der Alpen an; er ist der Ansicht, dass diese Bildungen Wasserfluthen ihren Ursprung verdanken, welche durch das plötzliche Schmelzen von Gletschern mittelst heisser Gase geliefert wurden, die sich wahrscheinlich bei dem Zutagetreten der Ophite, der jüngsten Eruptivgesteine der Pyrenäen entwickelt haben sollen. CHARPENTIER (ebendas. (2) IV. 1847. 274) hat sich mit vollem Recht gegen diese Anschauungsweise ausgesprochen, weil dieselbe, wie des Näheren auseinandergesetzt wird, eine ganz unbeschaffbare Wärmemenge fordert, weil diese Wärme, indem sie plötzlich das Wasser in Dampf verwandelt, keine Wasserfluthen hervorbringen konnte, und weil die Wirkungen solcher Wasserfluthen keinesweges mit denjenigen der errastischen Phänomene übereinstimmen. Gegen die beiden ersten Punkte suchte É. DE BEAUMONT ausführliche Einwendungen zu machen (ebendas. (2) IV. 1847. 1324).

kann nicht zweifelhaft sein; es ist derselbe, durch oft halbfusslange Orthoklaskrystalle porphyrartige, charakteristische Granit, wie er um den vergletscherten hohen Port d'Oo*), am Pic de Clarabide und am Crabioules ansteht. Die Moraine hat ungefähr 4000 Mr. Länge, 1500 Mr. Breite und 240 Mr. Mächtigkeit. Vom Port d'Oo herstammende Granitblöcke und Granitgeschiebe findet man selbst noch bei St. Bertrand de Comminges und bei Labroquère im Garonnethal, wo sie sich mit dem Diluvium vermengen, und bis wohin sie einen Weg von circa 60 Kilom. zurückgelegt haben. Sehr deutliche Furchen und Schriffe weisen die mächtigen Schieferblöcke auf, welche in dem malerischen, im Hintergrunde durch einen imposanten Gletschercircus geschlossenen Lys-Thal liegen, das man so oft von dem Badeort Bagnères de Luchon aus besucht. Die allervortrefflichsten Gletscherspuren beobachtete ich auch im oberen Thale von Videssos bei Tarascon und das Ariège-Thal abwärts bis nach Foix**).

Granitische Gesteine der Pyrenäen.

Ueber die allgemeine Vertheilung des Granits in den Pyrenäen ist schon oben in der Einleitung Einiges erwähnt; im Folgenden ist eine kurze Zusammenstellung der pyrenäischen Granitpartieen versucht worden mit Angabe der begrenzenden Gesteine.

Die Granitpartie südlich von Vera in Spanien, im Süden fast bis Goyzueta, im Osten fast bis Lezota, im Westen fast bis Oyarzun reichend, wird im Osten und Westen vom Uebergangsgebirge, im Norden vom Buntsandstein, im Süden von Lias begrenzt. Diejenige zwischen Hasparren, Cambo, Itxassou, St. Martin ist an einem Theile ihres südlichen Verlaufes von Uebergangsgebirge, sonst ganz von Kreide begrenzt. Der Granit von Loucroup zwischen Lourdes und Montgaillard ist rings von Kreide umgeben.

*) Port heissen die Pässe über die Wasserscheide der Centralpyrenäen.

***) Anderweitige Mittheilungen über erratische Erscheinungen in den Pyrenäen gab DUROCHER in seinen *Études sur les phénomènes erratiques de la Scandinavie* (Bull. de la Soc. géol., (2) IV. 1847. 29), vergl. auch MAX BRAUN'S Brief an BRONN, Neues Jahrb. f. Miner. 1843. 80.

Die Granite

- a) vom obersten Ossau-Thal bis abwärts nach Eaux-chaudes;
 - b) von den Anfängen der Thäler des Azun und Labat de Boun (Mont Monné); von den Anfängen des Gave de Marcadau*), des Gave de Gaube und des Gave de Lutour, von dem Gave d'Ossoue (Vignemale) und dem Gave de Gavarine bis Gèdre (Pimené, Coumélie);
 - c) der obersten Neste d'Aure, oberhalb Aragnouet und Plan;
 - d) des Massivs vom Néouvielle und den Quellen der Aygue Cluse, sowie der auf der Nordseite desselben liegenden kleinen Stöcke;
 - e) des Massivs zwischen Bagnères de Luchon, Venasque, dem Port de Bielsa und dem Bielsa-Thal, die gewaltigen Häupter des centralen Hauptkamms, Pic de Crabioules, Tuc de Maupas, Pic Quairat, Penna de Montarqué, die Berge um den Port d'Oo, Clarabide, Pic Posets;
 - f) des Massivs zwischen Venasque und Espot (Maladetta, Port de Viella, Port de Caldas, die Wasserscheide zwischen Garonne und Noguera Ribagorzana);
 - g) der Partien von Bosost im Val d'Aran**) und der kleinen Stöcke um Salardu im obersten Theile dieses Thales;
 - h) der kleinen Partien auf den Gehängen des Piquet-Thales, z. B. oberhalb Salles, Bourgalais, Guran, Cier,
- alle diese Granite werden allseitig vom silurisch-devonischen Schiefergebirge im ursprünglichen oder krystallinisch umgewandelten Zustande umschlossen.

Zwischen Mauléon Barousse, den Höhen oberhalb Cierp, Sost und sich nach Westen schmal hinstreckend bis zu dem Pic de Montaspet liegt eine Granitpartie, durch welche sich die Thäler von Sost und Ferrère durchziehen, nördlich ganz von Jura umfasst, südlich grösstentheils vom Uebergangsgebirge, zum Theil von Jura, und zwar unter eigenthümlichen Verhältnissen (gewissermaassen eingekeilt zwischen Jura, von dem ein Stück durch den Granit isolirt ist); im Osten ist diese Granitpartie zum Theil von umgewandeltem Schieferterrain begrenzt.

*) Gave, Neste, Astos heissen in den Centralpyrenäen die Wildwasser; erstere Bezeichnung ist auch in den westlichen Pyrenäen im Gebrauch.

**) So heisst der oberste Theil des Garonnethales, welcher, obschon auf dem Nordabhange gelegen, von der Quelle bis zum Pont du Roi auf eine Länge von 7—8 Stunden nicht französisch, sondern spanisch ist.

Zwischen St. Bertrand de Comminges und Nestier liegen südlich von der Neste d'Aure, da wo diese vor ihrer Vereinigung mit der Garonne von Westen nach Osten fliesst, drei Granitpunkte, bei Tibiran, Montégut und Lombres, ganz umschlossen von Jura. Südlich von Aspet, westlich von Arbas findet sich, längs des Ger verlaufend, ebenfalls eine grössere Granitinsel im Jurakalk.

Die unregelmässige Granitpartie, deren westlichster Endpunkt Castillon im Lez-Thal, deren östlichster die Umgegend des Pic de Barthélémy ist, deren nördlichste Grenze Lacourt, die Montagne Calamane ist und bei Montoulieu das Ariège-Thal durchsetzt, deren nördlichste Grenze durch das Betmale-Thal über Seix, an Erce vorbei, am Teiche von Lherz vorbei, längs des Suc-Thales und an Videssos vorüberzieht, dann weit nach Westen buchtartig einspringt, um endlich wieder, über Tarascon gehend, den Pic de Barthélémy zu umfassen, — grenzt im Norden an Uebergangsgebirge (im nordwestlichsten Theile bei Castillon auch an Jura), südlich vorzugsweise an Jura (im südwestlichsten Theile auch an Uebergangsgebirge).

Das östlichste Graniterrain, welches westlich in zwei Zacken ausläuft — einer endigend bei den Quellen des Videssos, der andere bei denen des Embalire —, und welches östlich sich auch in zwei Arme theilt, von denen der eine bis Millas und Estagel läuft, der andere, durch das Uebergangsgebirge des Tech-Thales zum grossen Theil unterbrochen bis Collioure und dem Cap de Creus zieht, — ist zum grössten Theil von Uebergangsgebirge umgeben, aber auch von Kreide begrenzt, und zwar nördlich von Ste. Colombe sur Gette an St. Paul de Fenouillet vorbei bis zum Mont Forceréal südlich von Estagel.

Bei den Graniten der Pyrenäen lassen sich einzelne petrographische Varietäten im Allgemeinen recht gut auseinanderhalten. Zwar wurden nur die Granite der centralen, sowie der westlichen Mittelmeer- und der östlichen atlantischen Pyrenäen genauer untersucht, aber für alle ist der Mangel an fleischrothem Feldspath charakteristisch. Wenn sich durch die weisse Farbe der Orthoklase diese Granite dem „eigentlichen Granit“ G. ROSE's anschliessen, so stimmen sie mit der Diagnose dieser Abtheilung dadurch nicht überein, dass sie

nicht zweierlei Glimmer, sondern gewöhnlich lediglich dunkelen, mitunter aber auch nur weissen Glimmer führen.

Die verbreitetsten Granite besitzen weissen oder graulichweissen, selten gelblichweissen, gewöhnlich vorwaltenden Orthoklas, welcher sich in diesen Gebirgen oft durch seinen lebhaften Glasglanz und die verhältnissmässig bedeutende Pellucidität auszeichnet, wodurch eine gewisse Aehnlichkeit mit Sanidin hervorgerufen wird, und weshalb sich, zumal in den feinkörnigen Graniten, Feldspath und Quarz nicht immer auf den ersten Blick deutlich unterscheiden lassen. Gleichwohl ist es nicht wahrscheinlich, dass da, wo ein dem gewöhnlichen granitischen Orthoklas ähnlicher in den Pyrenäen erscheint, dieser durch Umwandlung aus dem sanidinähnlichen hervorgegangen sei; denn wo der letztere sich umwandelt, geht direct Kaolin daraus hervor. Der Oligoklas ist zwar in den meisten Graniten, aber gewöhnlich in nicht sonderlich grosser Menge vorhanden. Der Quarz ist graulichweiss oder rauchgrau und oft recht pellucid. Der Glimmer (z. B. zwischen Cantrets und dem Pont d'Espagne in scharfen sechsseitigen Blättchen) ist vorzugsweise dunkel, schwarz, schwärzlichgrün, schwärzlichbraun, und neben ihm erscheint kein weisser Glimmer; letzterer bildet, auch seinerseits nicht mit dunkelern vergesellschaftet, ein Gemengtheil anderer seltenerer Varietäten. Grünlichschwarzer Talk oder Chlorit ist häufig in vielen Graniten, zumal denen, welche sich den Syenitgraniten nähern, ohne dass aber dadurch im entferntesten ein protoginähnlicher Habitus hervorgerufen würde: auch erscheint so hin und wieder grünlichweisser Talk.

Granit von solcher Zusammensetzung und in der Regel mittelkörniger Textur bildet nun die gewöhnlichste Varietät der Pyrenäen, wie sie z. B. am Massiv des Néouvielle und Pic d'Arbizou, am nördlichen Abhange der Maladetta, in den Thälern des Marcadau, Lutour, des Salat, Garbet, Videssos u. s. w. ansteht. Grosskörnigen Granit dieser Art fand ich mit CHARPENTIER am Teiche Arbu im Thälchen von Suc, einer Seitenschlucht des Videssos-Thales.

Ausgezeichnet ist jener schöne porphyrartige Granit, der den Hauptkamm der Centalkette zwischen dem Tuc de Maupas und dem Clarabide, mit dem Crabioules, dem Col de Portillon und dem Port d'Oo bildet; von dort sind durch Gletscher und

Wasserfluthen grosse Blöcke desselben in die Thäler herabgeführt, auf der französischen Seite in die oberen Theile des Louron-, des Astau-, des Arboust- und des Lys-Thales, auf der spanischen in die Thäler des Astos de Venasque und der Essera. Dort kann man Handstücke schlagen, in denen die weisslichgrauen Orthoklaskrystalle, stets nach dem Karlsbader Gesetz zwillingsartig verwachsen, eine Länge von $\frac{1}{2}$ Fuss, eine Dicke von 9—10 Linien besitzen. Diese übergrossen Orthoklaskrystalle zeigen jene oben erwähnte sanidinähnliche Beschaffenheit nicht. Ihre Masse ist niemals ganz homogen, stets gewahrt man schwarze Glimmerblättchen und Quarzkörnchen darin, auch umschliesst sie stecknadelkopfgrosse, scharf begrenzte Partien von triklinem Feldspath, welche so eingewachsen sind, dass die Hauptspaltungsflächen (P) beider Feldspathe fast zusammenfallen und so die sehr feine Zwillingsstreifung deutlich sichtbar wird. Auch bemerkt man in den Orthoklasen ganz winzige, silberweisse Glimmerblättchen, welche in dem eigentlichen Gemenge nicht vorkommen und sich hier vielleicht nur im engsten Anschluss an den kalihaltigen Feldspath ausbilden konnten. Während meistens die grossen Orthoklaskrystalle regellos in dem Gemenge vertheilt sind, giebt es doch auch Varietäten, in denen dieselben mit ihren Längsflächen nahezu parallel gelagert sind, und dann nehmen mitunter auch wohl die schwarzen Glimmerblättchen an dieser Parallellagerung Theil. Das mittelkörnige Granitgemenge, in welchem diese Orthoklaskrystalle porphyrartig eingewachsen sind, ist dem gewöhnlichen Pyrenäengranit sehr ähnlich, nur enthält es anscheinend wenigen Orthoklas, dafür reichlichen und deutlichen Oligoklas und vielen schwarzen oder braunschwarzen Glimmer. Alle Varietäten dieses sehr schönen Granits in den verschiedenen Thälern zeigen eine sehr übereinstimmende Zusammensetzung. Die grossen Orthoklaskrystalle verwittern schwerer als das übrige oligoklasreiche Gemenge und springen so leistenförmig auf der Oberfläche des Gesteins hervor; trefflich kommt dies demjenigen zu statten, welcher die steilen Felsabstürze unterhalb des Port d'Oo erklettert, um über diesen zweithöchsten aller Pyrenäenpässe (9564 Fuss) nach Spanien zu gelangen. In diesem Granit setzt an der nördlichen Wand des vereisten Sees vom Port d'Oo (8507 Fuss) ein Quarzgang mit silberhaltigem Bleiglanz auf, den man hier trotz der Ungunst der

Verhältnisse eine Zeit lang abbaute. CHARPENTIER erwähnt noch als Fundpunkte ähnlicher Granite in den Ostpyrenäen den Col de la Marguerite (zwischen der V. de Teta und der V. de Gincla) und den Canigou, wo aber die Orthoklase weniger gross sind. Der frische und schöne Granit gleich oberhalb Lacourt im Salat-Thale gleicht auf das Täuschendste diesem Granit vom centralen Hauptkamm, wenn man sich aus demselben die grossen porphyrtigen Orthoklase hinwegdenkt; ein mittelkörniges Gemenge aus Quarz, etwas durchscheinendem Orthoklas, deutlichem Oligoklas in ziemlicher Menge, bloss schwarzem, keinem weissen Glimmer (hier und da spurenhaf Hornblende).

Eine ganz andere Varietät stellt der Granit aus der Umgegend des Badeortes Bagnères de Luchon dar, welche dort bei den Thermen und der Montagne de Superbagnères beginnt und südlich das Pique-Thal aufwärts bis Castelvieuil und dem Burbe-Thälchen geht. Er ist abweichend von dem gewöhnlichen und porphyrtigen Pyrenäengranit durch Art, Textur und Farbe der Gemengtheile. Auf den ersten Blick unterscheidet man in den charakteristischen grosskörnigen Varietäten verschieden gefärbten Feldspath: einen graulichblauen, in den frischen Stücken stark glasglänzenden, welcher sich als Orthoklas zu erkennen giebt, und schneeweissen, etwas matteren, welcher unzählige Male eine sehr deutliche und keineswegs feine Streifung beobachten lässt, weshalb wohl sämmtlicher weisse Feldspath Oligoklas ist. Der Quarz, welcher sich mitunter in wallnussgrossen Körnern findet, ist von auffallendem Fettglanz und rauchgrauer Farbe. Ausserdem erscheint schön glänzender, silberweisser Glimmer in kurzen dicken Säulen und Tafeln, deren Oberfläche bisweilen einen Quadratzoll übersteigt; dunkler Glimmer kommt darin höchst spärlich, oft auf weite Erstreckung hin gar nicht vor. Es waltet somit hier gerade das umgekehrte Verhältniss ob, wie es die anderen Granite der Pyrenäen aufweisen, welche stets fast nur schwarzen Glimmer führen. Keineswegs selten enthält der Granit von Luchon weissen Glimmer in feinstrahligen, büschelförmig auseinanderlaufenden, eisblumenähnlichen Aggregaten, welche schon PICOT DE LAPEYROUSE (Journal de Physique, XXVI. 429) kannte. Hauptsächlich findet sich dieser schöne Glimmer in den feldspathreichen Granitgängen, welche am Ausmündungspunkte der

Thermalquellen den an das Granitmassiv angrenzenden, metamorphosirten (silurischen) Schiefer durchsetzen. Hinter dem Kurhaus öffnet sich eine in den Fels gehauene Schwitzhalle, in welcher man sich durch den Quellendunst einer Temperatur von 33—40 Grad aussetzen kann; daran schliessen sich weitläufige unterirdische Strecken zur Fassung der Quellen, und die Gesteinsblöcke, welche bei diesen Arbeiten herausgefördert wurden, liefern schöne Handstücke dieser ausgezeichneten Varietät. Man kann aus dem grosskörnigen Luchongranit Stücke von der Grösse einer Faust herausschlagen, welche ganz aus solchen Garben von feinen Glimmerstrahlen bestehen. Ueberaus ähnlich ist dieser Glimmer dem blumigblättrigen vom Berge Hradisko bei Rozena in Mähren und aus der Umgebung von Pressburg. Selten waltet in dem Luchongranit der blaue Orthoklas sehr vor; dagegen giebt es andere Punkte, an denen der schneeweisse, auf das Deutlichste gestreifte Oligoklas fast allein mit Quarz und silberweissen Glimmerblättern das grobkörnige Gestein zusammensetzt. Mitunter ist die Verbindung der Gemengtheile nicht kompakt; es stellen sich kleine Drusenräume ein, die aber gewöhnlich nicht mit Krystallen bekleidet sind. Man kann diese eigenthümliche Granitvarietät wohl als einen Pegmatit bezeichnen*).

Andere Granitvorkommnisse der Pyrenäen schliessen sich in Aussehen und Zusammensetzung diesem Luchongranit an. In dem benachbarten Val d'Aran (dem spanischen Garonne-Thale) erscheinen bei Bosost und bei Lez Granite, die vollkommen ähnlich sind. Täuschend ähnlich ist auch der grosskörnige, stellenweise gleichfalls blumig-blättrigen Glimmer enthaltende Granit der Umgegend von Ax im oberen Ariège-Thal und bemerkenswerth ist es, dass sowohl bei Lez, als bei Ax, gerade wie bei Luchon, Schwefelquellen auf der Grenze dieser Granite und des krystallinisch metamorphosirten, alten Schiefergebirges hervorbrechen. Zu vergleichen ist hier auch der Granit zwischen Gèdre und Gavarnie mit grünem Orthoklas, weisslichem Oligoklas, fettglänzendem Quarz und viel weissem Glimmer. Geht man von Arreau aufwärts das Thal der Neste de Louron,

*) LEYMERIE erwähnt dieses Gestein einigemal unter der Bezeichnung Leptynite ou Pegmatite; beide Ausdrücke sind aber keineswegs identisch, da Leptynite gewöhnlich als Synonym mit Granulit gebraucht wird.

so trifft man vor und hinter Bordères schönen Granit anstehend von fast blauer Farbe mit reichlichem bläulichen Orthoklas, wenig weissem Oligoklas, dunkel rauchgrauem Quarz, aber dunkeltem Glimmer. Die Granitmasse hat grössere Ausdehnung, als die Karte von CHARPENTIER angiebt, und ist rings von Thonschiefer umgeben, der aber keine Spur einer Umkrystallisirung zeigt. Besser noch als dieser schliesst sich dem Luchongranit an der stark zersetzte Granit von Loucrup nordnordwestlich von Bagnères de Bigorre; die frischen und grobkörnigen Stücke sind quarzreich, führen nur silberweissen Glimmer in grossen Blättern, scheinen aber oligoklasarm zu sein; grosskörnige Varietäten durchsetzen gangweise die mittel- und feinkörnigen. Mr. FROSSARD in Bagnères de Bigorre besitzt von Loucrup auch schönen blumig-blätterigen Glimmer, ganz dem von der Montagne de Superbagnères bei Luchon gleich. Sehr ähnlich dem Luchongranit ist ferner derjenige, welcher den Fuss des Pic de Gar nördlich von St. Béat bildet.

Eine grosse Anzahl von granitischen Gesteinen der Pyrenäen enthält Hornblende in solcher Menge, dass sie nur als wesentlicher Gemengtheil betrachtet werden kann. Für solche Gesteine, welche auf der Grenze zwischen eigentlichem Granit und Syenit stehen, indem sie die wesentlichen Gemengtheile beider vereinigen, ist der Name Syenitgranit offenbar am passendsten. Nicht überall kann man eine scharfe Grenze zwischen Granit und Syenitgranit ziehen; so findet z. B. in der wilden Schlucht von Panticosa in Spanien ein fortwährender Wechsel zwischen quarzarmen und quarzreichen, hornblendeführenden und hornblendefreien Gesteinen statt.

Einer der ausgezeichnetsten Syenitgranite der Pyrenäen ist derjenige, auf dessen Grenze die heissen Quellen von Eaux-chaudes entspringen, und welcher sich weit hinauf in das Thal des Gave d'Ossau verfolgen lässt. Es ist ein sehr deutliches Gemenge von weissem Orthoklas in kleinen krystallinischen Körnern, grauem Quarz, grünlichschwarzer Hornblende, welche höchst ausgezeichnet spaltbare und frisch glänzende Säulen bis zu der Länge eines Zolles und der Dicke von 4 Linien bildet, und einem eigenthümlich bräunlichgrauen Glimmer (nicht dem gewöhnlichen schwarzen Glimmer der Pyrenäengranite) in Blättern bis zu $\frac{1}{2}$ Quadratzoll Oberfläche. Hier und da bemerkt man auch gestreiften Feldspath; ächter weisser Glimmer kommt

darin nicht vor. Ganz derselbe Glimmer erscheint auch in jenen Felsitporphyren, welche im Grunde des Thales den gewaltigen Pic du Midi d'Ossau bilden und wohl als eine Modification dieses Syenitgranites zu betrachten sind. Letzterer wird stellenweise sehr quarzreich, der Feldspath mitunter ziemlich pellucid, und man kann ihn dann bisweilen nicht auf den ersten Blick deutlich von dem Quarz unterscheiden, weshalb die Glimmer- und Hornblendekrystalle in einer Grundmasse zu liegen scheinen. Nach Gabas zu, dem letzten, einsamen, französischen Grenzposten, wird die Hornblende seltener, der Glimmer ist tief braunschwarz oder grünlichschwarz. In dem mittelkörnigen Gestein finden sich im Durchschnitt eiförmige, dunkel abstechende Concretionen, bestehend aus einem feinkörnigen Gemenge von Feldspath, Quarz und vorherrschendem Glimmer und so scharf gegen das übrige Gestein abgegrenzt, dass man bei der ersten Betrachtung Einschlüsse vor sich zu haben glaubt. Eine ziemlich feinkörnige Varietät zwischen Eaux-chaudes und Gabas zeigt die Eigenthümlichkeit, dass man auf den Bruchflächen gewisse nicht scharf begrenzte, glänzende Stellen gewahrt, welche durch eine Aggregation von parallel gelagerten, kleinen, adularartigen, durchscheinenden und lebhaft glasglänzenden Orthoklasen hervorgebracht werden, die von kleinen Quarzkörnchen, schwarzen Glimmerblättchen und Körnchen eines matten Feldspaths ohne deutliche Zwillingstreifung förmlich mosaikartig durchwachsen sind. Bei jedem dieser Aggregate liegen die Orthoklase mit ihren deutlichsten Spaltungsrichtungen in einer Ebene, aber diese sind bei den einzelnen Aggregaten nicht parallel, so dass beim Drehen der Handstücke immer andere einspiegeln.

Aus höchst ausgezeichnetem Syenitgranit bestehen die Blöcke zwischen dem Col de Pierrefitte und Gèdre de Bareilles, ein ziemlich grobkörniges, quarzreiches Gestein mit mattem, etwas grünlichweissem Feldspath (nirgends Zwillingstreifung sichtbar) und breiten Säulen von bald grünlich, bald bräunlichschwarzer, frischglänzender Hornblende, auch hier und da ein braunschwarzes Glimmerblättchen; lange Nadeln von sechsseitigen Umriss und halb durchscheinend scheinen Apatit zu sein. Andere Syenitgranite finden sich in der Vallée de Lator, welche oberhalb Caunterets sich nach dem Vignemale hinzieht, in der Vallée de Betmale zwischen Castillon und Seix, um Massat im Soulan-Thal. Auch der Granit, welcher zwischen

Tarascon und Mercus im Ariège-Thal das östliche Gehänge bildet und an die Chaussée herantritt, ist ein ächter Syenitgranit.

In dem Granit der spanischen Valletta de Benasque, welcher der einzige mit etwas fleischröthlichem Feldspath ist, den ich aus den Pyrenäen kenne, kommt grünlichschwarze Hornblende in feinfaserigen Säulen vor, welche nicht mehr ganz frisch sind; daneben liegen solche Säulen, welche unter Erhaltung ihrer Form in ein deutliches Aggregat feiner, lauchgrüner Chloritblättchen umgewandelt sind; ausserdem gewahrt man auch spärliche, isolirte Blättchen eines licht grünlichweissen, talkartigen Minerals. Die Umwandlung von Hornblende in Chlorit geht vielleicht in der Weise vor sich, dass der am leichtesten austretende Kalk und ein Theil des Eisenoxyduls durch kohlen säurehaltige Gewässer extrahirt werden; auch das Thonerdesilicat der Hornblende wird zersetzt, aber mehr Kieselsäure als Thonerde weggeführt, wodurch letztere eine verhältnissmässige Anreicherung erfährt; die schwer bewegliche Magnesia tritt aus dem einen Mineral unversehrt und unvermindert, allein ebenfalls einen höheren Procentsatz darstellend, in das andere über.

Die mir bekannt gewordenen Granite der Pyrenäen lassen sich demzufolge füglich in folgende vier Abtheilungen bringen:

- 1) gewöhnlicher Pyrenäengranit, mittelkörnig oder feinkörnig, gleichmässig körnig, mit weissem, vorwaltenden Orthoklas, spärlichem Oligoklas, Quarz und schwarzem Glimmer.
- 2) porphyrtiger Granit oder Oogranit; in mittelkörnigem Gemenge, ähnlich dem vorigen, sehr grosse Orthoklaskrystalle.
- 3) Pegmatit oder Luchongranit, mit bläulichem Orthoklas, reichlichem, weissen Oligoklas, fettglänzendem Quarz und weissem Glimmer, oft grosskörnig.
- 4) Syenitgranit, meist gewöhnlicher Pyrenäengranit mit Hornblende.

Von den zwei Haupt-Granitvarietäten, dem gewöhnlichen Pyrenäengranit und dem Luchongranit habe ich eine chemische Analyse ausgeführt; das der ersten Varietät angehörige Stück stammt aus einem Steinbruche gleich oberhalb Lacourt im Salat-Thale, das des Luchongranites aus dem Eingang des Val

de Burbe oberhalb Luchon. Die Bestimmung der Alkalien geschah durch Aufschliessung mit gasförmiger Fluorwasserstoffsäure, die der übrigen Bestandtheile durch Aufschliessung mit kohlen-sauren Alkalien. Der pegmatitähnliche Granit aus dem Val de Burbe wurde noch besonders auf Lithion geprüft, von dem sich keine Spur fand. Die Zusammensetzung der geglüh-ten Gesteine ist (die zweite Colonne enthält die Sauerstoff-zahlen):

I. Pyrenäengranit:

Kieselsäure	64,56	34,43
Thonerde	17,93	8,37
Eisenoxydul	6,78	1,51
Manganoxydul	Spur	—
Kalk	5,65	1,61
Magnesia	1,59	0,64
Kali	1,21	0,20
Natron	3,20	0,83
	100,92	

$$\text{Sauerstoffquotient } \frac{R + \ddot{R}}{\ddot{Si}} = 0,382.$$

$$\text{Glühverlust} = 1,697 \text{ pCt.}$$

II. Luchongranit:

Kieselsäure	74,68	39,83
Thonerde	14,20	6,63
Eisenoxydul	2,73	0,61
Kalk	4,05	1,16
Magnesia	0,26	0,11
Kali	1,13	0,19
Natron	4,26	1,20
	101,31	

$$\text{Sauerstoffquotient} = 0,249$$

$$\text{Glühverlust} = 1,265 \text{ pCt.}$$

Zwischen dem typischen Stück des Luchongranites und demjenigen des Pyrenäengranites findet somit eine ziemlich bedeutende Differenz statt, die sich deutlich in dem verschiedenen Sauerstoffquotienten ausspricht; der Luchongranit ist viel kieselsäurereicher, dagegen thonerde-, eisen-, und magnesia-

ärmer als der Pyrenäengranit; der geringere Gehalt an Basen in dem ersten rührt von der grösseren Menge Quarz, der grössere an Eisen und Magnesia in dem letzteren Gestein von dem vielen Magnesiaglimmer her, welcher sehr eisenreich sein muss. Der Luchongranit kann wegen des verhältnissmässig geringen Gehaltes an Thonerde und des sehr geringen an Kali nicht viel weissen Kaliglimmer enthalten. Auffallend für einen Granit ist die überaus grosse Kalkmenge und der höchst spärliche Kaligehalt beider Analysen; in beiden Stücken kann nicht wohl viel Orthoklas vorhanden, und die triklinen Feldspathe in ihnen müssen sehr kalkreich sein. Das Ueberwiegen des Natrons über eine kleine Kalimenge ist eine im Gegensatz zu den Graniten bei den meisten Quarztrachyten vorkommende Erscheinung; vielleicht hängt dies bei den pyrenäischen Graniten mit ihrem relativ jugendlichen Alter zusammen; die Varietät von Lacourt bildet z. B. weiter südlich die ausgezeichnetsten Gänge im Liaskalk. Der Sauerstoffquotient von I. wird nur von sehr wenigen, bisher angestellten Granit-Analysen erreicht.

An accessorischen Gemengtheilen sind die pyrenäischen Granite im Allgemeinen recht arm. Turmalin ist der häufigste derselben; ihn fand ich in $1\frac{1}{2}$ Zoll langen und $\frac{1}{4}$ Zoll dicken Säulen oberhalb Estenos im Garonne-Thal in einem ziemlich grobkörnigen, dem Luchongranit ähnlichen Gestein; bei Loucrup nordnordwestlich von Bagnères de Bigorre als schwarze Nadeln in grobkörnigem, dem vorigen gleichenden Granit; ferner in feinen, kurzstrahligen Aggregaten, die zu braunschwarzen, mehrere Zoll langen und breiten Nestern zusammengehäuft sind, in dem feinkörnigen Pyrenäengranit zwischen den spanischen Bädern von Panticosa und dem Puerto de Marcadau, einem Hochpass, der in das französische Thal des Gave de Cauterets oder de Marcadau führt; um die Turmalin-Nester zeigt sich eine auffallend weisse Zone von Granit, welcher gar keinen schwarzen Glimmer enthält. Ferner beobachtete ich Turmalin in Säulen von $4\frac{1}{2}$ Zoll Länge und 1 Zoll Breite im Pyrenäengranit der Umgegend von St. Sernin nördlich von Oust im Salat-Thale und ebenfalls in grossen Krystallen bei Lapège zwischen Tarascon und Videssos, wo er auch schon von CHARPENTIER gefunden wurde. Bei Montauban unweit Luchon entdeckte FOURCADE in einem im Schiefer aufsetzenden Granitgange strahligen Gedrit; derselbe fand im Luchongranit

des Burbet-Thals einen Beryll, welcher auf der zweiten Londoner Ausstellung zur Schau kam; COQUAND erwähnte schon früher (Bull. de la Soc. géol. [1] IX. 1838. 226) Smaragd in grossen hexagonalen Säulen von gelber Farbe (ähnlich dem von Limoges) im Granit des Burbet-Thals bei Luchon. Granat ist sehr selten in dem pyrenäischen Granit. CHARPENTIER sah ihn bei Gavarnie am Wege, der von dem Port de Boucharo herunterkommt, sowie bei Hellette und Mendionde im Baskenlande. PICOT DE LAPEYROUSE fand einmal gelblichweissen Skapolith in den Granitblöcken der wilden Schlucht von Aiguecluse, welche oberhalb Barèges in das Bastan-Thal mündet, Prehnit im Granit und als Kluftbekleidung am See Léou nördlich von Barèges. Epidot fand ich mit CHARPENTIER im Castillon-Thal bei Bordes, da wo das Orle-Thälchen einmündet, und bei Bonnac. Eisenglanz, Eisenkies und Magnetkies kommen in mehreren Graniten vor. Bemerkenswerth und schon von CHARPENTIER hervorgehoben ist das nicht seltene und nicht unbedeutende Vorkommen von Graphit in den Graniten; in der Vallée de Suc, einem Seitenthälchen des Thals von Vicdessos (vgl. später unter Lherzolith) fand ich Graphit in Nestern und Knollen in einem Granit, der an anderen Stellen in deutlichster Weise seinen eruptiven Charakter zur Schau trägt; ebenfalls am Port de la Core zwischen dem Betmale- und dem Esbint-Thal; die anderen Fundpunkte, welche CHARPENTIER auführt, die Umgegend von Mendionde (namentlich nordwestlich von Lekhurrun und am Berge Ursovia südlich von Maccaye) und den Berg von Barbarisia nördlich vom Port de Sahun (zwischen dem Essera- und Gistainthal) in Aragon besuchte ich nicht; an letzterem Orte erscheint er in grossen Knollen und selbst in Lagern in einem grobkörnigen Granit.

Eigenthümlich sind die Concretionen innerhalb der Granitmasse selbst, welche man keineswegs mit Einschlüssen verwechseln darf, obschon sie diesen mitunter täuschend ähnlich sehen; sie werden dadurch hervorgebracht, dass stellenweise der Granit eine feinkörnige Beschaffenheit annimmt und ausserordentlich zahlreiche schwarze Glimmerblättchen enthält; dabei besitzen solche Concretionen gewöhnlich sehr wenig Feldspath, und sie stehen daher wie schwarze Flecken auf der Oberfläche des Gesteins hervor. Es scheint, dass ein lokaler Reichthum an Magnesia zur Bildung dieser Concretionen An-

lass gegeben hat; ein Theil des Glimmers und des Quarzes kann zusammengenommen, abgesehen von dem Magnesiagehalt, den Feldspath chemisch nahezu ersetzen. In der Regel sind diese Concretionen sehr scharf gegen die umgebende Granitmasse abgegrenzt, und es findet kein Uebergang zwischen ihnen, etwa durch allmähliges Abnehmen des Glimmers, statt. Viellochorts erscheinen sie in höchst ausgezeichnete Weise, z. B. zwischen Oust und Erce im Garbet-Thal, in den Graniten um den Port d'Oo, im Thal des Gave de Marcadau oberhalb Cauterets am Pont d'Espagne. Auch CHARPENTIER, welchem der Granit als Sedimentgebilde galt, erachtet sie als „incontestablement contemporaines avec le granit.“

Jene vielbesprochenen, glimmerreichen Massen aber, welche von förmlicher gneissartiger Textur und von kolossalen Dimensionen bald als mächtige Schollen, bald als eckige und scharfkantige Blöcke in den Graniten des Crabioules, des Pic Quairat, des Spijoles und der Penna de Mortarqué eingeschlossen sind und schon von fern dem Beobachter durch ihre dunkle Farbe auffallen, scheinen eher wirkliche Bruchstücke metamorphosirten Schiefers als lokale gneissige Ausscheidungen aus der Granitmasse zu sein.

Ihrer Merkwürdigkeit wegen seien, wenn ich sie auch nicht selbst beobachtete, die Vorkommnisse angeführt, welche CHARPENTIER 200 Schritte südöstlich von der Mühle von Lekhurrin in der Gemeinde Mendionde auf dem Wege von St. Jean-Pied-de-Port nach Bayonne auffand. Kugeln, 6–18 Zoll dick, werden gebildet von Quarz und Feldspath, und die Zwischenräume zwischen den Kugeln füllt Glimmer aus; in den Kugeln wechseln der Quarz und Feldspath in liniendicken Lagen ab, welche aber nicht concentrisch gekrümmt, sondern vollkommen eben und flach sind; auch verlaufen die Quarzlagen nicht stetig, sondern keilen sich aus, um sich alsdann wieder anzulegen; dabei ist selbst bei benachbarten Kugeln die Richtung jener Ebenen ganz verschieden. *)

Von zahlreichen granitischen Gesteinen der Pyrenäen habe ich Dünnschliffe zur mikroskopischen Untersuchung angefertigt, und es seien im Folgenden einige Ergebnisse derselben mitgetheilt. Im Allgemeinen gleicht die mikroskopische

*) Essai sur la const. géol. des Pyr. S. 131.

Textur der pyrenäischen Granite vollkommen denen anderer Gegenden, z. B. den cornischen, schottischen, erzgebirgischen, welche ich früher untersuchte. Der Syenitgranit aus dem Thal des Gave de Marcadau oberhalb des Pont d'Espagne, südlich von den Bädern von Caeterets, besitzt Quarze, welche eine aussergewöhnliche Anzahl mikroskopischer Flüssigkeitseinschlüsse (Wasserporen) von einer seltenen Grösse und Deutlichkeit, dazu mitunter von wunderlich unregelmässiger Gestalt, beherbergen. Die Bläschen, welche sich in diesen Flüssigkeitseinschlüssen finden, sind selbst in den kleinsten derselben sehr vortrefflich wahrzunehmen, und zwar zeichnen sich dieselben durch ungemaine Beweglichkeit aus, mit welcher sie, ohne dass das Präparat auf dem Tischchen des Mikroskops erschüttert wird, in den Wasserporen fortwährend herumlaufen. Es gewährt ein eigenthümliches, an organisches Leben erinnerndes Schauspiel, zu sehen, wie in fast allen Wasserporen des Gesichtsfeldes die winzigen Bläschen in unablässigem Tanz umherwirbeln. In den Quarzen liegen breitere, mikroskopische Krystalle von farbloser Substanz, die sich in polarisirtem Licht vortrefflich abgrenzt, mit deutlich klinobasischer Endigung, und ausserdem nadelförmige Krystalle, welche so schmal sind, dass sie nur einen einzigen haarfeinen Strich zu bilden scheinen, der sich aber bei stärkerer Vergrösserung in zwei Randlinien auflöst, zwischen denen ein lichter, äusserst schmaler Streifen erscheint. Mitunter sind diese Nadeln nicht ganz gerade, sondern auffallend krummgebogen, und sehr deutlich gewahrt man, wie sie nach allen Richtungen hin in der klaren Quarzmasse stecken. Die breiteren und schmälere Krystalle haben sich in fast allen Graniten, welche ich je untersuchte, gefunden, und man ist erstaunt, Gebilde, welche man bei der Betrachtung nur eines einzigen Vorkommnisses für gänzlich zufällig und unwesentlich hält, in allen Graniten der verschiedensten Länder mit beharrlichster Consequenz wiederzufinden. Jene Krystallnadeln finden sich in diesen Quarzen gewöhnlich zu mehreren versammelt; es giebt Quarze, worin gar keine derselben sich finden, und wieder andere, in denen sie stellenweise so gehäuft sind, dass sie sich sternartig durchkreuzen. In der Hornblende, welche im Dünnschliff sehr schön grasgrün und höchst pellucid wird, gelang es nicht, Flüssigkeitseinschlüsse aufzufinden; sie ist verhältnissmässig sehr rein und

stellt eine glasartig scheinende Masse dar, so dass, wenn sie Flüssigkeitseinschlüsse enthielte, diese sich zweifelsohne zu erkennen geben müssten. Zu bemerken sind jedoch in der Hornblende dieselben farblosen, nadelförmigen und klinobasischen Krystalle, welche auch der Quarz enthält, und ausserdem kleine, rundliche, offenbar leere Höhlungen. Der Magnesiaglimmer wird gelblichbräunlich, sticht schön gegen die grüne Hornblende ab und führt ebenfalls keine Flüssigkeitseinschlüsse; sind, wie es oft geschieht, Glimmer und Hornblende neben einander gewachsen, so ist die Grenze zwischen beiden so sehr scharf ausgebildet, dass der Gedanke gar nicht aufkommen kann, es sei das erste Mineral etwa ein Umwandlungsprodukt des zweiten.

Ein anderer Syenitgranit aus dem Thal von Gèdre de Bareilles, welches sich vom Col de Pierrefitte nach Arreau hinabzieht, weist ebenfalls sehr schöne Flüssigkeitseinschlüsse in seinen Quarzen auf. Eigenthümlich sind in der ganz lichtgrünlich und glasähnlich werdenden Hornblende schwärzliche, mitunter bräunlich durchscheinende Körper, welche stellenweise in grösserer Menge versammelt sind; bei einigen derselben ist der Umriss regelmässig, und zwar ein in die Länge gezogenes Rhomboid, bei anderen unregelmässig eiförmig, keulenförmig an einem oder beiden Enden verdickt oder sackartig gekrümmt; oft sind es lange, tiefschwarze Stäbchen von grosser Dünne; die grösste Länge dieser Gebilde, deren Natur vollkommen unentschieden bleiben muss, beträgt 0,15 Mm. Diejenigen, welche eine Längsaxe besitzen, liegen, sie mögen regelmässig oder unregelmässig gestaltet sein, damit fast sämmtlich parallel. Daneben finden sich in der Hornblende kleine, nur 0,005 Mm. im Durchmesser haltende Hohlräume und dieselben oben erwähnten, nadelförmigen, farblosen, klinobasischen Krystalle, welche auch der Quarz dieses Gesteins enthält, aber keine Flüssigkeitseinschlüsse. In polarisirtem Licht zeigt es sich sehr deutlich, dass die scheinbar einfachen Hornblende-krystalle förmlich mosaikartig aus einzelnen kleinen, wie es scheint, gänzlich unregelmässig mit einander verwachsenen Individuen zusammengesetzt sind.

Der grobkörnige, oligoklasreiche, weissen Glimmer führende Granit aus dem Val de Burbe bei Bagnères de Luchon unterscheidet sich in mikroskopischer Hinsicht durch nichts von

den gewöhnlichen Pyrenäengraniten; sein Quarz beherbergt eine ganz unfassbare Menge von kleinen und rundlichen Flüssigkeitseinschlüssen, von denen auch die winzigsten ein deutlich erkennbares Bläschen besitzen; die Flüssigkeitseinschlüsse werden nach Bruchtheilen von Tausendstel Millimetern gemessen; man vermag sich kaum vorzustellen, wie klein darin das Bläschen ist, und doch bewegt sich dies unzählige Mal noch deutlich darin hin und her. In diesem Gesteinspräparat erschien die grösste Anzahl von Wasserporen, die sich mir je dargeboten hat, und damit hängt offenbar das milchige Aussehen der Quarzkörner zusammen. Auch hier liegen diese Einschlüsse stellenweise zu Haufen zusammengedrängt, so dass die Quarzmasse fast einem mit Flüssigkeit getränkten Schwamm gleicht, während andere Stellen im Quarz ganz porenfrei sind.

In einem Quarzkorn, welches durch seinen Umriss als ein rohes, parallel der Hauptaxe durchschnittenen Dihexaëder charakterisirt war, verliefen parallel mit den vier Rändern ausgezeichnete Streifen und Ränder von zusammengruppirten Wasserporen, wogegen die Mitte dieser Krystalle sehr arm daran war. Die Feldspathe, namentlich die Oligoklase, mit ihrer Zusammensetzung aus unglaublich feinen Lamellen wurden in diesem Dünnschliff so schön pellucid, wie ich sie noch nie beobachtet; trotzdem gelang es nicht, einen Flüssigkeitseinschluss darin zu entdecken, während der angrenzende Quarz davon wimmelt. Es ist jedenfalls merkwürdig, dass der Quarz, wie es scheint, immer der einzige oder wenigstens weitaus hauptsächlichste Träger der Wasserporen bei den granitischen Gesteinen ist. Hohlräume enthält zwar der Feldspath, diese sind, aber nach ihrer Umgrenzung zu urtheilen, leer, wie sie sich so häufig finden.

Merkwürdig und in genetischer Hinsicht nicht eben leicht zu erklären sind jene eigenthümlichen, an zahlreichen Punkten der Pyrenäen zu beobachtenden, leistenförmig hervorragenden Rippen auf der Oberfläche von Granitblöcken (*bandes saillantes, veines saillantes*). Fast nie vereinzelt, sind sie meist in grosser Anzahl zusammen vereinigt, hier parallele Systeme darstellend, welche einander recht- oder schiefwinkelig durchkreuzen, dort Verästelungs-Erscheinungen darbietend, dort in wildester Unordnung als netzartiges Gewirre einander durchflechtend, ohne jemals die mindeste Verwerfung zu zeigen, und

gewöhnlich bald nach beiden Richtungen hin sich auskeilend. Diese Rippen sind durchschnittlich 1—3 Zoll dick und ragen mitunter zu einer Höhe von 5 Zoll empor. Das seltsamste aber ist, dass sie aus vollkommen demselben Material bestehen, wie die Blöcke, auf welchen sie sich erheben. Diese eigenthümlichen Bildungen, welche ich in sehr vielen der durchwanderten Pyrenäenthäler auffand, wurden schon vor 1801 von dem trefflichen Beobachter RAMOND in der westlichen Gegend des Pic de Néouvielle wahrgenommen und in seiner *Voyage au Mont Perdu* beschrieben.*) CHARPENTIER behandelte sie 20 Jahre später unter der Bezeichnung „filons de granite dans le granite.“***) ANGELOT beobachtete sie in der Umgegend von Caunterets und berichtete darüber in der Sitzung der Société géologique vom 6. Juni 1842 als über etwas Neues.****) Gleich darauf liess sich auch ALLUAUD d. Aelt. darüber vernehmen.†)

Die erste Stelle, wo ich sie fand, war die Umgegend des Dorfes Cazaux im Pique-Thal, unterhalb Bagnères de Luchon, wo viele und grosse Blöcke von Granit an der Strasse umherliegen. Man sieht nicht den mindesten petrographischen Unterschied zwischen dem Granit der hervorstehenden Rippen und dem des Gesteins; die Rippen sind 2 Zoll erhaben und an den breitesten Stellen $2\frac{1}{2}$ Zoll breit (vergl. Taf. II. Fig. 1). Ungemein schön erscheinen diese Leisten auf den unzähligen Granitblöcken, welche, von den südlichen Hochgebirgen stammend, oberhalb Ste Marie in dem Paillole-Thale (einem oberen Arme des Campaner-Thals) zerstreut sind. Noch ausgezeichneter aber sind diejenigen, welche ich auf der Wanderung von Sallent in Spanien über Panticosa und den Port de Marcadau nach Caunterets in Frankreich antraf. Geht man von dem armenigen Dorf Panticosa nach den noch 2 Stunden oberhalb im wildesten Hochgebirge gelegenen Bädern, so stösst man im Eingange in die finstere Schlucht Escalar auf Granitblöcke, auf denen ein überaus groteskes Gewirre von bisweilen 5 Zoll hohen und ziemlich schmalen Rippen hervortritt; auch hier ist

*) *Voyage au Mont Perdu*. S. 24; auch Taf. 1, Fig. 3.

**) *Essai s. l. constit. géol. d. Pyr.* S. 158.

***) *Bull. de la Soc. géol.* (1) XIII. 380., vgl. auch (1) XIV. 52.

†) *Bull. de la Soc. géol.* (2) I. 1844. 378.

kein petrographischer Unterschied wahrzunehmen (vergl. Taf. II. Fig. 2). In dem an Wasserfällen reichen, französischen Marcadau-Thale, welches in seinem oberen Theile in einen schönen, quarzreichen, weissen Granit eingeschnitten ist, zeigen sich dieselben wieder, namentlich abwärts von dem malerischen Cataract am Pont d'Espagne.

RAMOND sah 1801 in diesen Bildungen eine Art von netzförmiger Krystallisation, welche derjenigen der Hauptmasse vorangegangen sei. Er sagt: „Les éléments du granite qui ont cristallisé les premiers se sont souvent réunis en grandes lames diversement croisées et entre lesquelles le résidu a cristallisé à son tour.“ ALLUAUD macht dagegen den ungerechtfertigten Einwand, dass dann die Rippen unter constanten Winkeln einander durchschneiden, dass sie feldspathreicher sein, und dass die Feldspathe parallele Lagen haben müssten. CHARPENTIER hielt sie 1823 von seinem neptunistischen Standpunkte der WERNER'schen Schule aus für eine Ausfüllung der durch die Einschrumpfung des abgesetzten und festgewordenen Granits hervorgebrachten Spalten mit dem Fluidum der granitischen Materie von oben her. Auch ANGELOT erklärt dieselben als Ausfüllungen von Spalten, aber im Sinne der mittlerweile zur Herrschaft gelangten plutonistischen Ansichten; allerdings „avec extrême réserve“ setzt er auseinander, dass das Magma von Graniteruptionen sich oben abkühlte, zu unregelmässigen Prismen zerbarst und nun die Spalten zwischen denselben durch Injectionen von unten mit einem granitischen Material ausgefüllt wurde, welches etwas besser der Verwitterung Widerstand leistet als die Prismen selbst, daher rippenförmig über diese hervorragt. ALLUAUD erhob verschiedene, zum Theil begründete, zum Theil nichtige Einwände gegen diese Erklärungsweise; sei dieselbe auf allgemeine Bedingungen zurückzuführen, so müsse sich diese Erscheinung viel häufiger finden, während sie bis jetzt nur in den Pyrenäen bekannt sei. Mit Recht vermisst er den Erweis, dass gerade die Granitgänge hervorstehen müssten; ebenso gut könne man voraussetzen, dass sie vertiefte Furchen hätten bilden müssen, indem sie mehr und leichter verwitterten. Nicht zutreffend ist es dagegen, wenn er behauptet, dass die Rippen sich nur auf einer Fläche der Blöcke und nicht auch auf der gegenüberliegenden finden, und wenn er daraus einen Gegenbeweis gegen die ANGELOT'sche

Ansicht ableitet, nach welcher sie freilich auf zwei correspondirenden Seiten erscheinen müssen; wie auch DE COLLEGGNO später gegen ALLUAUD noch besonders betonte*), läuft in der That die Nervatur auf der Oberfläche der Blöcke allerseits herum. Seine eigene Ansicht giebt ALLUAUD in etwas undeutlicher Weise dahin ab, dass diese Rippen Ausfüllungen oder Abgüsse seien von entsprechenden Vertiefungen eines präexistirenden Gesteins. In letzteren glaubt er breccienähnliche Granite erkennen zu dürfen, deren Fragmente herausgelöst seien, wodurch die Eindrücke geliefert wurden. Abgesehen davon, dass auf diese Weise wohl nie Vertiefungen entstehen können, welche nach Form und Verlauf jenen Rippen umgekehrt ähnlich sind, widerspricht diesem künstlichen Erklärungsversuch hauptsächlich der erwähnte Umstand, dass die Rippen nicht bloss auf einer Fläche vorhanden sind, sondern allerseits an den Blöcken herumlaufen.

Gewöhnlich gelten jetzt jene seltsamen Rippen als das Ausgehende von schmalen, weniger verwitterbaren Granitgängen in Granit; es darf aber nicht unterbleiben, auf mehrere Erscheinungen aufmerksam zu machen, welche dieser Deutungsweise keineswegs günstig sind. Zuvörderst die absolut genaue petrographische Uebereinstimmung zwischen dem Granit der Rippen und dem der Blöcke; anderswo ist stets der Ganggranit grob- oder feinkörniger als der durchsetzte, und vergebens sucht man überdies nach einem Grunde, weshalb gerade der erstere schwieriger zersetzbar sein sollte als der ganz gleichgeartete letztere. Neben den gerippten Blöcken in der Umgebung von Cazaux bot sich auch ein Block grobkörnigen Granits dar, welcher von einem deutlichen und gewöhnlichen Gang feinkörnigen (aber aus denselben und gleichgefärbten Gemengtheilen bestehenden) Granits von 3 Zoll Mächtigkeit durchzogen war; aber dieser Gang bildete trotz der Texturverschiedenheit keine hervorragende Rippe oder eingetiefte Furche. Um ein Geländer für den vom Pont d'Espagne abwärts nach Caunterets führenden Pfad herzustellen, hat man neuerdings eine Unzahl von den oben erwähnten Blöcken durchsprengt, und das ausgezeichnet frische Innere derselben zeigt überall die vollkommenste Gleichartigkeit in der minera-

*) Bull. de la Soc. géol. (2) I. 393.

lischen Zusammensetzung und im Korn. Keinerlei Spur einer Gangandeutung offenbart sich im Inneren solcher Blöcke, welche aussen die ausgezeichnetsten Rippen an sich tragen.

Wird man durch die Gleichmässigkeit der inneren Ausbildung einen Augenblick lang geneigt, in den Rippen bloss oberflächliche Erscheinungen zu sehen und die Vertiefungen zwischen ihnen als Gletscherschliffe zu betrachten, so muss diese Vermuthung wieder schwinden, wenn man den Verlauf der Rippen in's Auge fasst, welche keineswegs parallel gehen, sondern einander in einer Weise recht- und schiefwinkelig durchschneiden, wie es bei den durch Gletscherfurchen hervorgebrachten Rippen ganz und gar unmöglich ist.

Vielleicht bietet sich dennoch ein Ausweg zur Erklärung dieser sonderbaren Gebilde. Es ist eine den Steinbrechern wohlbekannte Thatsache, dass der parallelepipedisch abgesonderte, vollständig richtungslos körnige Granit sich gleichwohl häufig nach einer Richtung auffallend besser spalten und behauen lässt als nach anderen. Die englischen Steinhauer nennen diese Eigenschaft der äusserlich nicht angedeuteten Spaltbarkeit „the grain“, in den nördlichen Grafschaften auch „the bate“. CHARPENTIER, der Vater des Pyrenäenforschers, und PÖTZSCH gedenken dieses Verhältnisses an Graniten von Ehrenfriedersdorf und aus der Lausitz schon 1799 und 1803, und VOM RATH berichtet 1864, dass auch die Steinhauer von Baveno sich dasselbe zu Nutzen machen. Diese eigenthümlichen, im Inneren der gleichmässig gemengten Granite obwaltenden, äusserlich nicht angezeigten Richtungen, nach welchen die Cohäsion dennoch eine verschiedene ist, scheinen mit Contractionsverhältnissen im Zusammenhang zu stehen, die in der festwerdenden, wie immer beschaffenen, plastischen Masse vor sich gingen. Denkt man sich, dass solche Contractionsthätigkeiten nach verschiedenen, einander durchschneidenden Ebenen gewirkt haben, so würden dadurch gewissermaassen sich kreuzende Lamellen eines comprimirteren oder wenigstens abweichende Spannung besitzenden Granits entstanden sein, welche sich ebensowenig durch Korn oder durch Art der Gemengtheile von dem Granit, innerhalb dessen sie sich contrahirt haben, zu unterscheiden brauchen, dagegen als widerstandsfähigere Theile an der Oberfläche der Blöcke Rippen hervorzubringen vermögen. Dieser dahingestellte, freilich auf einer Hypothese

fussende Erklärungsversuch, welchen ich bereitwillig mit einem besseren vertausche, scheint wenigstens mit keiner der beobachtbaren Erscheinungen im Widerspruch zu stehen.

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass die dünnen Granittrümer gewöhnlich sehr glimmerarm sind und nur aus einem Gemenge von Feldspath und Quarz, kurz vor dem Auskeilen auch sehr häufig bloss aus Quarz bestehen. Sehr ausgezeichnet ist dies an den fingerdicken Trümmern zu sehen, welche die oben erwähnten, in dem Paillole-Thal liegenden Granitblöcke durchschwärmen und scharf von den Rippen zu unterscheiden sind. In dem an schwarzem Glimmer reichen Granit vom spanischen Dorf Panticosa beobachtet man viele weisse, lediglich aus Quarz und Feldspath bestehende, mehrere Zoll mächtige Gänge.

Der gewaltige, doppeltgehörnte Pic du Midi de Pau (oder d'Ossau, 9192 Fuss hoch) im Hintergrunde des Ossau-Thals besteht zum grössten Theil aus einem ausgezeichneten Felsitporphyr; schon in den unteren Theilen des Ossau-Thales hat man Gelegenheit, petrographische Studien über diese Gesteine an den Einfriedigungen zu machen, welche aus den Flussgeschieben um Wiesen und Gärten aufgeführt wurden. Das Hauptgestein des Pic besitzt eine grünlichgraue, dicht erscheinende Grundmasse, darin bis zu 4 Mm. grosse Feldspathe, von denen der grössere Theil überaus schöne und deutliche Zwillingsstreifung aufweist, kleinere, wegen des dunklen Untergrundes rauchgrau aussehende Quarze, silberweissen oder röthlichweissen Glimmer in ziemlicher Menge, stellenweise auch lange Hornblendesäulen. Dunkler Glimmer kommt in diesem Gestein nicht vor, welches wegen der grossen Zahl seiner ausgeschiedenen Gemengtheile eine aussergewöhnliche Varietät des Felsitporphyrs darstellt. Sie ist offenbar die porphyrische Modifikation des benachbarten Syenitgranits von Eaux-chaudes und Umgegend (S. 91). Zwischen Eaux-chaudes und Gabas fand ich ein Flussgeröll, welches auch ohne Zweifel von dem Massiv des Pic stammt und in einer sehr lichten, grünlichweissen Grundmasse fast nur den silberweissen Glimmer und Quarz, fast keinen Feldspath enthält, ebenfalls eine seltene Felsitporphyrvarietät. Bei dem kleinen, einsamen Weiler Gabas, dem letzten französischen Grenzorte in dieser Gegend fliesst der Gave de Broussette und der Gave de Bious zusammen, von

denen der erstere östlich, der andere westlich vom Pic du Midi herunterkommen. Wandert man das wilde Thal des Gave de Broussette aufwärts durch den allmählig verkümmern den Tannenforst, so gelangt man etwa $\frac{3}{4}$ Stunde oberhalb Gabas zu einem prachtvollen Contact von quarzführendem Felsitporphyr mit schwarzem, dünnschieferigem, wahrscheinlich silurischem Thonschiefer an den Felsen, welche rechts den Pfad begrenzen. Die Scheidung beider Gesteine ist überaus scharf, die Schiefer, welche senkrecht stehen und ostwestlich streichen, zeigen auch nicht die mindeste Veränderung. Der Porphyry ist einer der schönsten, welche ich kenne; eine ganz homogen erscheinende, lichtgraue, hornsteinähnliche Grundmasse umschliesst wasserklare, sehr scharf abgegrenzte, oft über erbsengrosse Quarzkörner und regelmässig gestaltete Quarzkrystalle, silberweisse oder etwas gelblichweisse, sehr stark glänzende, bis zu 3 Mm. lange und breite Glimmertafeln und ausserdem schneeweisse Feldspathkrystalle, weniger scharf von der Grundmasse abgetrennt, von denen ein Theil deutliche Zwillingstreifung zeigt; Hornblende oder schwarzer Glimmer ist nicht darin vorhanden. Der Porphyry geht weiter südlich in Granit allmählig über. Nach einer Stunde erreicht man die Case de Broussette, früher eine seit undenklichen Zeiten von der Gemeinde Laruns unterhaltene, hospizartige Zufluchtsstätte, kürzlich durch Brand zu einem elenden Trümmerhaufen verwüstet.

Die Quarzkörner des Felsitporphyrs von der Case de Broussette werden in einem Dünnschliff vollständig wasserklar und enthalten, unter dem Mikroskop gesehen, in ziemlicher Menge Flüssigkeitseinschlüsse, aber von fast unglaublicher Kleinheit, die winzigsten, die mir je vorgekommen; in solchen, welche nur 0,001 Mm. gross sind, wirbelt noch ein wohlerkennbares Bläschen umher. Schon mit der Lupe sieht man feine, trübe Streifen nach verschiedenen Richtungen die wasserklare Quarzmasse durchziehen; sie werden von solchen mikroskopischen Wasserporen gebildet, welche bandweise zusammengegruppirt sind. Neben diesen eine Flüssigkeit enthaltenden Höhlungen bemerkt man auch solche, welche leer sind. Die Feldspathe stellen im Durchschnitte eine graulichweisse und trübe, nur schwach durchscheinende Masse dar, in der keine Poren erkennbar sind. Die Grundmasse dieses lichtgrauen Felsitporphyrs besteht aus einer fast wasserklaren, homogenen

erscheinenden Substanz, in welcher mikroskopische, lichtgelbliche und lichtgrauliche, wenig regelmässige Krystalle und krystallinische Körner eingebettet sind. Im polarisirten Licht erglänzen bei jeglicher Stellung der Nicols diese Krystalle und Körner in den verschiedensten, namentlich schönen blauen, gelben und braunen Farben, der Untergrund aber, in welchem sie eingewachsen sind, ist bei parallelen Nicols licht farblos, bei gekreuzten tief dunkelschwarz und zeigt bei keiner Stellung derselben irgendwelche Farbenercheinungen. Zugleich erkennt man deutlich, dass er eine homogene, nicht individualisirte Masse ist. Er scheint demzufolge eine amorphe Substanz darzustellen. Da die mikroskopischen Krystalle nur ein feldspathartiges Mineral zu sein scheinen, so würde dieser Grundteig sehr kieselsäurereich sein. Es ist dies das erste Mal, dass ich in einem Felsitporphyrgesteine eine amorphe Grundmasse beobachtete, deren Erkennung als solche nur durch das polarisirte Licht möglich ist. Bemerkenswerth ist noch, dass die krystallführende, amorphe Grundmasse mit höchst unregelmässigen und bizarr gestalteten Verästelungen in die grösseren Quarzkörner hineinsetzt.

Zwischen Pierrefitte und Cauterets bemerkt man in den Thonschiefern Gänge von graulichweissem Felsitporphyr (Quarz, trikliner Feldspath, wenig Glimmer), von denen einige eine Mächtigkeit von über 50 Fuss gewinnen. In der Umgegend von Amélie-les-Bains in den Ostpyrenäen setzen Felsitporphyre mit weisser Grundmasse, triklinen Feldspathen, vielen Quarzkörnern und lauchgrünen Glimmerblättchen auf, die sich jünger als der rothe Triassandstein erweisen.

Die Grundmasse des südlich von der Hauptkette ganz in Spanien gelegenen Maladetta-Massivs besteht aus einem ziemlich feinkörnigen Granit mit weissem Orthoklas, wenigem gestreiftem Feldspathe, graulichweissem Quarz und dunkeltem Glimmer, also aus ächtem Pyrenäengranit (S. 93). Fast bis zur Rencluse, einem kleinen, gras- und wasserreichen Felsenkessel in 6634 Fuss Höhe unterhalb des Maladettagletschers, geht der silurische Kalk, Dolomit und Grauwackenschiefer an den Flanken des Massivs hinauf. Der Gipfel des Néthou, der Culminationspunkt der Maladettagruppe (10845 Fuss), welchen ich der frühen Jahreszeit wegen nicht erstieg, wird aber nach LEYMERIE aus einem porphyrartigen Gesteine, einem Mittelding

zwischen Granit und Felsitporphyr, zusammengesetzt; es ist eine schmutzig graue Grundmasse mit Quarzkörnern, fleischrothen, einfachen und schmalen Orthoklaskrystallen, kaum über 1 Centimeter lang, und einigen Hornblendekörnern. Gegen die Mitte des Rückens, welcher die beiden Gletscher scheidet, sah er in dem Maladetta-Granit Gänge von schmutzig weissem, hornblendeführendem Felsitfels, welche eine Dependenz des Gipfelgesteins zu sein scheinen.

Kaum kann es einen deutlicheren Beweis für die eruptive Entstehungsweise eines Gebirgsgliedes geben, als wenn innerhalb desselben Bruchstücke eines fremden Gesteins sich in einem höheren Niveau eingeschlossen finden, als es diejenige Masse einnimmt, von welcher dieselben zweifellos abstammen. Der Weg durch die tiefe und finstere Schlucht, Escalar genannt, welche von dem spanischen Dorf Panticosa nach den hochgelegenen Bädern zieht, führt anfangs durch dunkelblaugrauen Kalkstein, Quarzit, Thonschiefer und wieder Kalkstein, Alles höchst wahrscheinlich dem Obersilur angehörend. Dann kommt man hinter dem Kalkstein in Granit; die Grenze ist leider durch Strassenarbeit theils ausgebrochen, theils verschüttet, aber man gewahrt doch deutlich, dass der Granit über den Kalkstein übergreift; es ist ein ziemlich feinkörniger, oligoklasreicher Granit mit verhältnissmässig grossen, schwarzen Glimmerblättern, auch einzelnen Hornblendesäulchen; bei weiterem Aufsteigen wird der Granit etwas quarzreicher, der Glimmer grünlich. Darin finden sich nun prachtvolle und eigenthümlich beschaffene Einschlüsse von Kalkstein, welche offenbar von dem unterliegenden losgesprengt und mit in die Höhe geführt worden sind. Taf. II. Fig. 3 ist das drei solcher Bruchstücke umfassende Profil, welches sich an einer frischgebrochenen Stelle der Felswand zeigt. Die Kalksteinbruchstücke sind haarscharf gegen den umhüllenden Granit abgegrenzt, nicht der leiseste Uebergang zeigt sich zwischen beiden Gesteinen. Das Stück links ist 1 Fuss hoch, $\frac{3}{4}$ Fuss breit; die beiden Bruchstücke rechts haben ursprünglich offenbar zusammengehört und sind nun durch eine $1\frac{1}{2}$ Zoll breite Granitmasse von einander getrennt; die Gesamtbreite der beiden beträgt 3 Fuss. Das Innerste der Bruchstücke ist dunkelblaugrauer Kalkstein von ganz derselben kryptokrystallinischen Beschaffenheit wie der in der Tiefe anstehende; nach aussen

zu gewinnt er eine etwas krystallinische Textur, behält aber anfangs seine dunkle Farbe bei, bis diese allmählig lichter zu werden beginnt, wobei auch das Gefüge immer deutlicher krystallinisch wird (in der Figur durch Punktirung angezeigt). Der Saum der Fragmente ist dann ungefähr in einer Dicke von $\frac{3}{4}$ Zoll ganz weiss und ausgezeichnet grobkörniger Marmor. Man kann sich hier nicht der Ansicht erwehren, dass die Hitze des umgebenden Granitmagma den Kalkstein des ihn dunkel-färbenden Bitumens beraubt hat, und dass zugleich durch das im Granitmagma vorhandene heisse Wasser die Umkrystallisation des Kalksteins hervorgebracht wurde, Einwirkungen, welche nicht bis in die innersten Theile vorzudringen vermochten. Gleich neben diesen Einschlüssen setzt ein 8 Zoll mächtiger Gang eines hornsteinähnlichen Felsitporphyrs von dunkelgrüner Farbe mit ausgeschiedenen seltenen Orthoklasen und keinen Quarzen in dem Granit auf.

Was das Alter der pyrenäischen Granite anbetrifft, so ergibt es sich aus einer Summirung einzelner Beobachtungen, dass diese Gebilde nicht einer einzigen Periode angehören, sondern unter einander abweichendes Alter besitzen. Dass schon vor der Ablagerung der Silurschichten Granite an der Oberfläche existirt haben, beweisen die Granitbruchstücke, welche sich an mehreren Orten in den Conglomeraten dieser Formation finden (z. B. bei Belver im spanischen Sègre-Thal zwischen Puycerda und Urgel), während auf der anderen Seite Granitgänge die silurischen Schiefer durchsetzen und Granitmassivs dieselben krystallinisch metamorphosirt haben. Die Granitbruchstücke in den Puddingen des Buntsandsteins, welche sich an so vielen Punkten, z. B. im Thal von Baigorry, darbieten, sprechen für Granite, welche älter sind als Trias. So sieht man auch im Thal von Bareilles, welches von Arreau nach dem Col de Pierrefitte emporzieht, den Granit von rothem Sandstein bedeckt werden; gleichfalls bildet zwischen Bielsa in Spanien und dem Port gleichen Namens der Triassandstein, deutlich in der Farbe abstechend, den Gipfel der Pics, deren unterer und mittlerer Abhang aus Granit besteht. Auch in den Thälern des Tech und des Tet in den Ostpyrenäen erkannte NOGUÈS*) verschiedene Granite: die einen stellen das unterste

*) Comptes rendus, LV. 1862. 874.

Bodenfundament dar, die anderen haben diese alten Granite durchbrochen und die alten sedimentären Schichten dislocirt, sind aber älter als Trias. Dazu kommt nun noch, dass man auf Grund von Durchsetzungen und Contactmetamorphosen einen Theil der pyrenäischen Granite für jünger als Jura, einen anderen selbst für jünger als Kreide erachten muss. Selten wird sich in einem anderen Gebirge mit solcher Deutlichkeit, wie in den Pyrenäen, der Nachweis führen lassen, dass das Alter eines krystallinischen Eruptivgesteins in so weiten Grenzen schwankt.

Eine ausgezeichnete Stelle, welche über das Verhältniss gewisser Granitablagerungen der Pyrenäen zu Gliedern der mesozoischen Formationen Aufschluss giebt, fand ich auf meiner Wanderung von Oust nach Aulus im Garbet-Thal aufwärts, welches ein Seitenthal des Salat ist. Aufwärts von Oust nach Erce herrscht der Granit, dieselbe Varietät, welche im Salat-Thal nördlich bis Lacourt geht und östlich und westlich vom Salat-Thal grosse Verbreitung gewinnt; er ist reich an äusserst feinkörnigen, durch überaus zahlreiche Glimmerblättchen ganz schwarz erscheinenden Concretionen, welche scharfe Grenzen aufweisen. Hinter Erce nach Aulus zu hört nun der Granit auf, und es beginnt Kalkstein der Juraformation (Lias) unter folgenden eigenthümlichen Begrenzungsverhältnissen (vgl. Taf. II. Fig. 4).

Auf der linken Seite der Chaussee gestatten die frisch gebrochenen Felswände einen trefflichen Einblick in den Gebirgsbau. Der Granit (*a*) wird weich, zersetzt, kaolinisch, und durch diese Beschaffenheit, welche er sonst in seinem ganzen Territorium nirgendwo annimmt, wird man auf eine bald zu erwartende Gesteinsscheide vorbereitet. Bald darauf folgt nun auch ein kohligter Kalkschiefer (*b*), dessen Begrenzung gegen den Granit wegen einer Erniedrigung der Felswand nicht zu sehen ist. Die Schichten des schwarzen Kalkschiefers streichen h. $7\frac{3}{4}$ und fallen unter 51 Grad nach Westsüdwesten ein. Nun zeigt sich, nachdem auf eine Entfernung von 20 Fuss der Kalkschiefer angehalten hat, wieder Granit (*c*), und zwar mit einer Grenze, die so scharf ist, als der zersetzte Zustand beider Gesteine erlaubt. Der Granit hat ganz dieselbe petrographische Beschaffenheit, wie der jenseits des Kalkschiefers befindliche. Dieser Granit enthält nun in seiner Masse eine

überaus grosse Menge von Bruchstücken des schwarzen, glänzenden Schiefers der verschiedensten Dimensionen und Formen, namentlich solche von ausgezeichnet langer und dünner Gestalt. Dieser Schieferfragmente sind stellenweise so viele eingeknetet, dass eine förmlich durchflochtene Textur oder ein wahres Conglomerat von Schieferbruchstücken, durch Granit verkittet, zum Vorschein kommt; es ist ein ganz ähnlicher Anblick, wie ihn der westliche Abhang des Oberhohndorfer Berges bei Zwickau darbietet, wo Klumpen und Scherben von Schieferletten des Rothliegenden im Melaphyr eingeknetet sind. Die Grenze der grösseren Schieferbruchstücke gegen den einschliessenden Granit ist stets scharf; die Oberfläche der oft mehrere Fuss langen Schieferflatschen ist mitunter striemig gestreift, und sie sind am einen oder anderen Ende aufgebället.

In der Masse der kleineren und rundlichen Schieferbruchstücke finden sich kleine, etwas zersetzte Feldspathkörner und selbst Granitpartien ausgebildet, welche wohl offenbar metamorphische Gebilde sind, hervorgerufen im Contact im Granit: das die Graniteruption begleitende Wasser, der granitische Saft, wie sich SCHEERER ausdrückt, scheint den Schiefer stellenweise selbst zu Granit umgewandelt zu haben. Namentlich finden sich solche umgebildete Bruchstücke in der Mitte des Granits *c*. Lebhaft erinnern diese Gebilde an die Thonschiefer der Bruchhäuser Steine in Westphalen, welche auf ganz ähnliche Weise Felsitporphyrnötchen enthalten.

Hinter dieser Granitmasse folgt nun mit möglichst scharfer Grenze wieder derselbe Kalkschiefer (*d*) wie bei *b*, welcher in noch weiterer Entfernung allmählig in gewöhnlichen massigen, nicht schieferigen Kalkstein (*e*) von bläulichschwarzer bis dunkelbläulichgrauer Farbe, durchzogen von weissen Kalkspathadern, übergeht. Der Kalkstein hält darauf im Garbet-Thal an, wird stellenweise weiss und sehr grobkörnig-krystallinisch, noch grobkörniger als der von St. Béat; zwischen Erce und Aulus wird ausgezeichnete Marmor gebrochen. Erst da, wo vor Aulus die Chaussee die letzte Biegung macht, kommt unter dem Kalkstein Thonschiefer des Silurs zum Vorschein, welcher wieder sein gewöhnliches Streichen h. $7\frac{1}{4}$ zeigt und sehr steil nach Nordosten einfällt.

Der oben erwähnte Kalkschiefer und Kalkstein gehört der

Liasformation an, und den Lagerungsverhältnissen zufolge ist also hier Granit jünger als Jura. Der Kalkschiefer *b* ist offenbar eine von *d* losgerissene und von Granit eingeklemmte grössere Scholle. Auf Grund des oberflächlichen Zusammenhangs und der petrographischen Identität wird man aber nun die ganze Granitmasse, welche in der dortigen Gegend nördlich am Salat bis Lacourt, südlich bis Seix, westlich bis zur Vallée de Betmale geht, kaum anders als für jünger denn Lias erachten dürfen. *) Es ist hier besonders darauf hingedeutet, dass diese Granitvarietät vielleicht die gewöhnlichste der Pyrenäen ist (Pyrenäengranit, vgl. 93).

Zwischen Aulus und Videssos liegt der Port de Saleix, 5738 Fuss hoch, über den man aus dem Garbet-Thal in das Thal von Saleix steigt, welches in das von Videssos einmündet. Wandert man von Aulus über den Pass, so trifft man auf dem jenseitigen östlichen Abhange desselben, nachdem man etwa eine halbe Stunde hinabgestiegen, mächtige Granitgänge, die in dem dunkelgrauen oder bläulichgrauen Liaskalkstein aufsetzen. Im Contact zeigt sich eine sehr deutliche und schöne Kalksteinbreccie. Von den mächtigen Gängen zweigen sich auch Apophysen in den Kalkstein hinein, welche eine sehr

*) In dem Salat- und Garbet- (Erce-) Thal weist die grosse Carte géologique Unrichtigkeiten auf. Auf dem linken Salat-Ufer emporwandernd, überzeugte ich mich, dass der Granit, welcher hart am Ophit von Lacourt beginnt, längs des ganzen Ufers bis aufwärts nach Seix anhält, wo der Jurakalk anfängt. Die Karte hat den Granit nur aufwärts bis über den Punkt, wo der Arac in den Salat einmündet, d. i. bis in die Gegend des Dorfes Soueix; dann verzeichnet sie als die Ufer des Salat bildend das grüne Terrain *c'* der „*craie inférieure*“ bis nach Seix; dies muss also die carminrothe Farbe der Granite erhalten. Die alte Karte von CHARPENTIER hat ganz richtig von Lacourt bis nach Seix anhaltend auf dem linken Ufer Granit. CHARPENTIER hat richtig gefühlt, dass der südlich von Seix beginnende Kalkstreifen nicht zu den Calcaires de transition gehöre, und ihn deshalb als Calcaire primitif bezeichnet; es ist der oben erwähnte Jurakalk (vgl. Taf. I, Fig. 2). Auf dem Marsche von Seix nach Aulus ging ich das Garbet-Thal empor stets im Granit, bis nördlich von Erce derselbe Jurakalk erscheint, der auch nördlich von Seix einherzieht. Die Carte géologique lässt den untersten Theil des Garbet-Thals ebenfalls noch in die Kreide eingeschnitten sein, darauf soll halbwegs zwischen Oust und Erce Granit beginnen; dann oberhalb Erce richtig Jurakalk; wie erwähnt, ist von diesem Punkte abwärts bis Oust Alles Granit, wie auch CHARPENTIER schon angiebt.

scharfe Grenze gegen denselben aufweisen. Der Granit ist sehr quarzreich, ähnlich dem im oberen Thal des Gave de Marcadieu aufwärts von Cauterets. Hier finden sich auch in der unmittelbaren Nähe des Granits ausgezeichnete schwarze, säulenförmige Krystalle von Couseranit in dem Kalkstein; weniger verwitterbar als der Kalkstein ragen sie deutlich und scharf auf der Oberfläche der Kalksteinblöcke hervor, welche in grosser Anzahl neben dem Maulthierpfad umherliegen; durch Einwirkung von Säuren auf den Kalkstein kann man sie vollständig isoliren. Höchst wahrscheinlich ist, dass diese Couseranite in dem Kalkstein unter Einwirkung des Granits entstanden sind. Jene Gangbildungen sprechen entschieden dafür, dass hier der Granit jünger ist als der durchsetzte und metamorphosirte Liaskalk; die Granitgänge sind vermuthlich eine Dependenz jener grossen nördlich gelegenen Granitpartie, deren Begrenzungsverhältnisse gegen denselben Kalkstein zwischen Erce und Aulus so eben erörtert wurden.

Die elliptische Granitinsel, welche südlich von Aspet, westlich von Arbas, längs des Gar verläuft (5 Kilom.) und, auf der linken Flussseite nur schmal, auf der rechten sich südlich von Milhas weiter nach Osten (4 Kilom.) ausdehnend, rings von Jurakalk umgeben ist, ist auch höchst wahrscheinlich jünger als dieser; ebenso der Granit, welcher den Fuss des Pic de Gar bildet, dessen Gipfel aus Jurakalk besteht; vergl. darüber in der Folge. Noch andere Erweise für das postliasische Alter gewisser Granite sind die Contactmetamorphosen, denen der angrenzende Liaskalk unterlegen ist; diese Verhältnisse werden in dem späteren Abschnitte über die metamorphischen Gebilde der Pyrenäen zur Sprache kommen.

Gewisse Granite der Pyrenäen scheinen nach den an ihnen gemachten Beobachtungen selbst jünger zu sein als Glieder der Kreideformation. DUFRENOY beobachtete ein Beispiel der Penetration von Granit in das Terrain cretacé bei St. Paul de Fenouillet in den Ostpyrenäen. DUROCHER konnte dies Vorkommen nicht mehr auffinden, nahm aber ein anderes bei der Kupfergrube von Fos wahr, ungefähr 2 Lieues von St. Paul de Fenouillet. *) Diese Grube baut auf der Grenze zwischen Granit und den schwarzen Mergelschiefern der unteren Kreide.

*) Ann. des mines, (4) VI. 1844. 76.

Beim Befahren einer der Strecken sieht man auf das deutlichste, dass der Granit in die Mergelschiefer injicirt ist und nach verschiedenen Richtungen Arme darin ausstreckt. DUFRENOY berichtet, dass am Fuss des Pic de Bugarach sich Gänge von Granit in den zur unteren Kreideformation gehörigen Kalksteinen befinden, welche an der Grenze des Granitmassivs krystallinisch-körnig erscheinen.*) Dasselbe findet statt bei St. Martin de Fenouillet**), und COQUAND bestätigte später diese Beobachtungen.***) Die Hügel um St. Martin de Fenouillet bestehen aus feinkörnigem Granit mit schwarzem Glimmer; geht man von diesem Granit aus in der Richtung nach der Brücke von Fou über die Gly, so findet sich zuerst ein ziemlich fester Dolomit, ungefähr 12 Meter mächtig; sodann überschreitet man einen ungefähr 37 Meter mächtigen, mit den gehobenen Dolomitschichten parallelen Lagergang eines granitischen, von dem Hauptgranit etwas abweichenden Gesteins; dann wieder krystallinischen Dolomit und Kalkstein, welcher seine körnige Textur um so mehr verliert, je weiter man sich vom Granit entfernt; an der Brücke von Fou ist er schon ganz dicht. Die Kalkstein- und Dolomitschichten fallen unter 75 Grad, und sowohl diese steilgeneigte Stellung als der erwähnte Granitgang schliessen die Möglichkeit aus, dass diese Kreideschichten sich um den etwa präexistirenden Granit abgesetzt haben. Bei Lesquerde, ebenfalls im Gly-Thale, sah ROZET ähnliche Gänge von Granit im Kreidekalk und ausserdem zwei grosse Kalkblöcke als Einschlüsse im Granit.†)

Zwischen Bagnères de Bigorre und Tarbes liegt die Eisenbahnstation Montgaillard; von hier aus in der Richtung nach Lourdes findet sich auf der Wasserscheide zwischen dem Adour und dem Échez das Dorf Loucrup (nicht Lourcrup, wie CHARPENTIER hat), und gleich westlich davon durchschneidet die Chaussee eine Granitablagerung, welche ringsum von dunkelgrauem oder schwarzem Kalkschiefer der Kreideformation umgeben ist. Der Granit ist grösstentheils, an der Chaussee wenigstens vollständig, in stark zersetztem Zustand, der Feld-

*) Ann. des mines, (2) VIII. 1830. 542.

**) Mém. pour servir à une descr. géol. de la France, II. 432.

***) Bull. de la Soc. géol. (1) XII. 1841. 321.

†) Comptes rendus, XXXI. 1850. 884.

spath meist zu Kaolin umgewandelt, die einzelnen Mineralkörner sind aufgelockert, so dass stellenweise ein sandiger Grus entsteht. Grobkörnige Varietäten haben sich besser conservirt; diese sind auch quarzreich, führen nur silberweissen Glimmer in grossen Blättern und scheinen oligoklasfrei zu sein. Bisweilen lässt die Lagerung der Glimmerblättchen selbst in dem weichen Grus schliessen, dass gneissartige Varietäten vorliegen. Höchst wahrscheinlich hat dieser Granit sein Nebengestein durchbrochen und ist demzufolge von überaus jugendlicher Entstehung; die Grenze zwischen Granit und Kalkschiefer ist zwar nicht deutlich zu gewahren, aber man kann nicht füglich an die Präexistenz einer Granitkuppe, um welche sich die Schichten des cretaceischen Kalkschiefers abgesetzt hätten, noch weniger an eine Umwandlung dieser in Granit denken. In der Nähe des Granits an der Chaussee streicht der Schiefer h. 8 und fällt mit 35 Grad gegen Südwesten ein; das Emporrichten ist gegen den Granit zu.

Wir können die pyrenäischen Granite nicht verlassen, ohne noch der zuerst von FONTAN und DUROCHER*) gemachten, wichtigen Beobachtung zu gedenken, dass die heissen Schwefelquellen, an denen die Pyrenäen so überreich sind, fast stets auf der Grenze von Granit und Gliedern des Uebergangsgebirges entspringen, und daran einige Bemerkungen zu knüpfen. Es ist in der That eine auffallende Erscheinung, dass die weltberühmten Schwefelthermen von Cauterets, von Barèges, von Eaux-chaudes, Bagnères de Luchon, Ax, Amélie-les-bains sämmtlich da entquellen, wo das sedimentäre oder krystallinisch metamorphosirte Thonschiefergebirge oder dessen Kalksteine an den Granit anstossen. Hinzufügen lassen sich zu diesen von DUROCHER aufgeführten Beispielen noch die weniger bekannten und benutzten, aber ebenso beschaffenen Quellen von Llo zwischen Sallagosa und Rivas, die von Las Escaldas nördlich von Puycerda, die von Graus d'Olette im Tet-Thal, alle in den Ostpyrenäen, die von Panticosa in den spanischen Centralpyrenäen, die von Cadéac zwischen Arreau und Vielle-Aure im Aure-Thal, welche in auffallender Constanz ebenfalls an geologisch vollkommen gleichen Orten entspringen. Eine genügende Erklärungsweise dieses seltsamen Gebundenseins der

*) Annales des mines, (4) VI. 1844. 15.

Schwefelquellen an die Granitgrenze scheint sich zur Zeit noch nicht geben zu lassen *); noch sei aber auf die eigenthümliche Erscheinung hier namentlich aufmerksam gemacht — welche DUROCHER nicht besonders hervorgehoben hat —, dass unter den vielen Schwefelquellen keine einzige sich findet, welche auf der Scheide von Granit und Jura- oder Kreideschichten entspringt, obschon beide Gesteine auf weite Strecken hin aneinander grenzen. Wenn auch an manchen Punkten durch das Dazwischentreten von krystallinisch umgewandelten Schiefen die Grenze von Granit und den klastischen Schiefen mehr oder weniger verwischt ist, so ist gerade das Vorkommen dieser offenbaren Contactquellen dazu angethan, beide Gebirgslieder als etwas genetisch vollkommen Getrenntes auseinanderzuhalten.

Ophit.

Ein in weiteren Kreisen wenig bekannt gewordener und fast vergessener, aber in hohem Grade verdienstvoller Forscher, der Abbé PALASSOU, hat zu Ende des vorigen und im Anfang unseres Jahrhunderts in seinen selbst in unseren Tagen noch schätzbaren Schriften über die Pyrenäen ein in unzähligen

*) Im Bull. de la Soc. géol., (2) X. 1853. 424 nannte DUROCHER diese Schwefelquellen „gîtes de contact“, welche mit den metallischen Contactlagerstätten zu vergleichen seien, und stellte die künstliche Hypothese auf, dass im Innern der Erde (vergleichbar dem Steinsalz) Schwefelnatrium in fester Form als Gestein auf der Grenze von Granit und Schiefer lagere, und dass die aufsteigenden Quellen sich innerhalb desselben mit dem Schwefelalkali beladen. DELESSE ersetzte (S. 429) diese Hypothese durch eine andere, allerdings weniger kühne, aber kaum weniger unwahrscheinliche: Auf der Grenze zwischen Granit und Schiefer lagern Schwefelmetalle, wie überhaupt die Erzlagerstätten der Pyrenäen vorzugsweise Contactbildungen sind; die Zersetzung der Granite liefert kieselsaures Alkali, und die Schwefelmetalle werden nun entweder unmittelbar durch die alkalische Lösung zersetzt und erzeugen Schwefelalkalien, oder die Schwefelmetalle werden zu schwefelsauren Salzen umgewandelt, diese durch die organischen Substanzen der Gewässer reducirt, und der dabei in Freiheit gesetzte Schwefel giebt mit der alkalischen Solution Schwefelalkalien. Nimmt man aber selbst mit DELESSE solche Contact-Erzlager an, so würde es gleichwohl sehr schwer sein, mit Hülfe derselben die Bildung des in den Schwefelquellen fast allein herrschenden Schwefelnatriums zu erklären, da durch die Zersetzung des Granits gerade vorzugsweise kieselsaures Kali geliefert wird.

kleinen Ablagerungen auftretendes, weithin durch die Gebirgskette zerstreutes Gestein mit dem Namen „Pierre verte“ oder „Ophite des Pyrénées“ bezeichnet.*) CHARPENTIER hat in seinem Essai sur la constitution géologique des Pyrénées (S. 484 ff.) unter Beibehaltung des Namens eine für jene Zeiten ausführliche Beschreibung dieses Gesteins geliefert, in welcher es als mélange d'amphibole et de feldspath bezeichnet wird, von denen bald das eine, bald das andere Mineral vorwalte. Seitdem findet man gewöhnlich den Ophit der Pyrenäen in den Lehrbüchern der Gesteinskunde als Anhang zu dem Diorit aufgeführt.

Die Ophite stellen gewöhnlich an der Oberfläche isolirte, kleine Bergkuppen dar von bald mehr kegelförmiger bald mehr in die Länge gezogener Gestalt. Sie finden sich nur höchst selten in dem eigentlichen Hochgebirge der Pyrenäen, vorzugsweise in dem Hügellande am Ausgang der Thäler, auch wohl in dem Mittellaufe der Pyrenäenflüsse, da wo deren Thäler sich bassinförmig erweitern. Der höchste Punkt, von welchem Ophit bekannt ist, ist der Col de Lourde in der Umgebung von Eaux-bonnes, früher von PALASSOU aufgefunden, neuerdings von DES CLOIZEAUX besucht; CHARPENTIER hielt den Col de Marie-Blanche zwischen Escot im Aspe-Thal und Biella im Ossau-Thal für einen sehr hohen Ophitpunkt, indem er seine Höhe auf 600 Toisen schätzt; der Pass, welcher über Ophit führt, ist aber nur 992 Meter = 3161 Fuss hoch. Doch bringen auch Bäche in ihrem sehr hoch gelegenen Oberlauf, z. B. die Erce oberhalb Aulus Ophitgerölle mit sich, so dass er wohl auch in der Hochkette existirt. Ebenso führt der Gave d'Ossau oberhalb Laruns neben den Geröllen des schönen Felsitporphyrs aus der Umgegend des Pic du Midi d'Ossau gleichfalls solche von Ophit, welche somit aus hohen Regionen abstammen.

Die Ophite erscheinen sowohl auf der nördlichen französischen, als auf der südlichen spanischen Seite, z. B. in dem spanischen Gistain- und Cinca-Thal; auf dem nördlichen Abhang sind sie in ganz unverhältnissmässig grösserer Anzahl

*) Vgl. z. B. Journal des mines, 1798 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.

nachgewiesen worden, was zum Theil daher rühren mag, dass diese Gegenden vorzugsweise von Forschern durchstreift wurden. Ihre allgemeine Vertheilung ist, den Abhängen folgend, dem Streichen der Hauptkette parallel, und namentlich in den Westpyrenäen, in den Thälern von Lavedan, Ossau, Baigorry, erreichen sie ihre Hauptentwicklung.

Wir gedenken im Folgenden den Namen Ophit beizubehalten, um damit den eigenthümlichen Habitus dieser offenbar ebenso wohl petrographisch als geologisch zusammengehörenden und von PALASSOU mit richtigem Tact vereinigten Gesteine zu bezeichnen, welche eine Uebergangsreihe zwischen Hornblendefels und Diorit darstellen; auch LEYMERIE, der treffliche Kenner der Pyrenäengeologie, hat sich dafür erklärt*); NOGUÈS spricht sich neuerdings**) gegen den Namen aus, weil man verschiedene Gesteine darunter befasst habe: die meisten „Ophite“ der Pyrenäen, ein Theil derjenigen der Landes und der Corbières seien zwar Diorite, derjenige der Schlucht von Fitou (südlich von Sigean am Mittelmeer) sei aber ein „Eurite granitoide“, diejenigen von Gléon, St. Eugénie und einige der Corbières seien „Spilite.“ Derlei Gesteine hat aber weder PALASSOU, noch CHARPENTIER als Ophite bezeichnet, und wenn DUFRENOY dieselben auf der geologischen Karte mit derselben Orange-Farbe colorirte, die er auch für die eigentlichen Ophite anwandte, so darf man diesen Irrthum keineswegs dem Namen

*) Esquisse des Pyrénées de la Haute-Garonne. Toulouse. 1858. 71.

**) Comptes rendus, LXI. 1865. 443, und Bull. de la Soc. géol. (2) XXIII. 1866. 591. In letzterer Abhandlung werden ohne Weiteres, und zwar zum allerersten Mal, selbst die Lherzololithlagerstätten der Pyrenäen, welche CHARPENTIER so scharf trennt, zum Ophit gerechnet, um dann hinterher die Entdeckung zu machen, dass „Ophit“ ein übelgewählter und zu verbannender Collectivname sei, weil ein Theil desselben aus Lherzololith bestehe. Nebenbei bemerkt, wird der Lherzololith, der bekanntlich zu ungefähr drei Vierteln aus Olivin besteht, an mehreren Stellen noch immer als mit „Pyroxenite“ identisch hingestellt. Der „Eurite granitoide“ von Fitou soll bestehen zum grossen Theil aus Oligoklas, wenig Orthoklas, gelblichweissem Quarz, wenig Hornblende und einigen Magnetiseisenkörnern (S. 602), und merkwürdiger Weise wird S. 605 dieser selbe Eurite als „roche pyroxène“ bezeichnet. Ferner werden selbst „Porphyres amygdaloides“ mit Achat- und Quarzmandeln (welche nie in den Ophiten PALASSOU's und CHARPENTIER's vorkommen) von NOGUÈS zu Ophiten gemacht und dann wird auf Grund dieser Beispiele dargethan, dass der Ophit die allerverschiedensten Gesteine begreife.

zur Last legen. Wäre dies Princip geltend, so würde keine einzige petrographische Bezeichnung Stand halten, denn wohl alle sind hier und da einmal falsch angewandt worden.

Gewöhnlich ist bei den Ophiten die dunkel grünlichschwarze Hornblende so vorwaltend, dass der Feldspath fast ganz zurücktritt und das Gestein als ein Hornblendefels erscheint; ausgezeichnet z. B. zwischen Portet und St. Lary im Vallongue, in den Geröllen ferner, welche oberhalb St. Béat das Flüsschen Sabach in das Garonne-Thal führt. Die Feldspathe gehören dem triklinen Systeme an und sind in Anbetracht ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften jedenfalls mehr oligoklasartiger als labradorartiger Natur; in den Handstücken ist die Zwillingsstreifung der Feldspathe gewöhnlich nur schlecht sichtbar, desto besser aber gewahrt man ihre Streifung in Dünnschliffen unter dem Mikroskope. Sehr feldspathreich ist im Gegensatz zu den anderen der Ophit von Pouzac bei Bagnères de Bigorre (vgl. darüber später), wo alle Abstufungen vorkommen zwischen einem Ophit, der nur aus Hornblende besteht, und einem solchen, in welchem Feldspath weitaus vorwaltet; ein Theil dieser Feldspathkrystalle erweist sich aber hier deutlich als Orthoklas, welcher mit triklinem vergesellschaftet ist; dies ist das einzige, mir aus den Pyrenäen bekannte Beispiel, wo Orthoklas sich in dem Ophit findet, der also hier nicht, wie gewöhnlich, ein Diorit, sondern Syenit ist.

Die Textur ist sehr wechselnd und schwankt allgemein zwischen körnig und dicht. Es giebt grobkörnige Ophite, bei welchen die deutlich einzeln unterscheidbaren Hornblendesäulen eine Länge von einem Zoll besitzen. Körnige und dichte Varietäten finden sich durcheinander bei einer und derselben Ablagerung. Im dichten Zustande gewinnen die feldspathreichen Ophite eine schmutzig grünlichgraue Farbe. Bisweilen erscheint die eigenthümliche Textur, dass die Hauptmasse des Ophits aus durcheinander gewachsenen, grösseren Hornblendekrystallen besteht, in welche weisse Feldspathpünktchen von grosser Feinheit so zahlreich eingewachsen sind, dass die Gesteinsmasse grauschwarz aussieht; namentlich auf dem frischen Bruch gewahrt man, dass die in verschiedenen Richtungen gelagerten und mit ihren Spaltungsflächen glänzenden Hornblendekrystalle durch eingewachsene Feldspathpartikel eine förmlich mosaikartige Zusammensetzung besitzen; so z. B. die Ophit-

blöcke zwischen der Kirche von Couledoux und Portet im Vallongue.

Diejenigen Ophite, welche in Handstücken so aussehen, als ob sie vollständig aus Hornblende beständen, erweisen sich aber unter dem Mikroskop als feldspathhaltig. Man sieht ziemlich wohlbegrenzte Krystalle, welche im polarisirten Licht prachtvoll farbig gestreift erscheinen, indem jede der Lamellen dieser polysynthetischen Krystalle eine von der benachbarten verschiedene Farbe trägt; dabei erlangen die einzelnen farbigen Striche oft eine Dünne von nur 0,001 Mm. Gemengt mit diesen triklinen Feldspathen sind vorwaltendere grüne Partien von der verschiedensten Schattirung, ganz lichtgrüne, gelblichgrüne, grasgrüne, lauchgrüne, bräunlich- und schwärzlichgrüne; es sind diese verschieden gefärbten Partien nicht stets deutlich gegen einander abgegrenzt, sie bilden unregelmässige Flecken, Wolken ineinander von mitunter mikroskopisch feinstrahliger Zusammensetzung und verwaschenen Rändern. Offenbar sind dies verschiedene Umwandlungsprodukte von Hornblende, ein Theil der schön grasgrünen dürfte aber auch dem Epidot angehören.

Zersetzungsprocessen ist der Ophit im Ganzen leicht zugänglich. Von den beiden Gemengtheilen wird der Feldspath zuerst angegriffen und auf der verwitterten, mit rostbraunen Flecken bedeckten Oberfläche stehen die Hornblendekrystalle alsdann knotenförmig hervor. Der ganz zersetzte Ophit, wie er z. B. bei Gerde (Bigorre) vorkommt, bildet eine schmutzig grünlichgraue oder gelblichbraune, etwas an der Zunge klebende, thonige Masse, welche viele winzige Talkschüppchen und Epidotknöllchen enthält und erdigen Bruch besitzt. CHARPENTIER nennt diese erdig zersetzten Gebilde „Ophite grossier.“ Hier und da beobachtet man vereinzelt Hohlräume in denselben, die mit Eisenocker zum Theil ausgefüllt oder mit einem drusigen Kalkspathüberzug bekleidet sind. Da die Hohlräume sich niemals in dem frischen Gestein zeigen, so wird man dieselben nicht als ehemalige schlackige Blasen betrachten können, sondern es ist wahrscheinlich, dass dieselben ihre Entstehung der Herauswitterung einzelner Krystalle oder Gesteinspartien verdanken; sie stehen weit von einander ab und sind nie über einen halben Zoll gross; diese hohlraumführenden verwitterten Ophitmassen finden sich nur* selten, jedoch stets

da, wo die Auslaugungsprocesse am energischsten sind, am Fuss der Ophithügel, z. B. im Vallongue, zwischen Salies und Montsaunès. Mitunter ist das Zersetzungsgebilde des Ophits auch ganz serpentinantig, z. B. hart bei St. Pé an der Kapelle von St. Marc. Auch bei den zahlreichen Ophiten der Umgegend von Bagnères de Bigorre fand ich bisweilen vollständig serpentinähnliche Umwandlungsprodukte, z. B. bei Gerde auf dem rechten Ufer des Adour. PALASSOU beobachtete einen Uebergang von Ophit in eine serpentinähnliche Masse bei Bernet unweit Issor, welches übrigens nicht, wie CHARPENTIER anführt, im Barétous-, sondern im benachbarten Lourdios-Thal gelegen ist.

Die accessorischen Gemengtheile der Ophite sind zum grössten Theile nicht ursprüngliche Gebilde, sondern secundäre Erzeugnisse. Schön grüner Epidot fehlt fast in keinem, zumal nicht in den deutlich körnigen Ophiten; er erscheint nicht nur als Bekleidungs- und Ausfüllungsmaterial von kleinen Klüftchen und durchzieht als oft nur papierdünne Aederchen das Gestein, sondern bildet auch inmitten desselben Körner und überaus schön glänzende, wohlbeschaffene Krystalle, die aber wegen ihrer Kleinheit eine krystallographische Bestimmung nicht zulassen. Die ganze Art und Weise des Auftretens des Epidots ist eine solche, dass man ihn nur als ein Zersetzungsprodukt erachten kann, wengleich man manchmal findet, dass sich Epidot mitten zwischen frisch erscheinenden Feldspathnadeln und unangegriffen aussehenden, glänzend schwarzen Hornblendesäulen angesiedelt hat. Er scheint sowohl von der Hornblende, als vom Feldspath geliefert zu werden; einigemal sah ich Hornblendesäulen deutlich in ein Aggregat von Epidotstrahlen übergehen, Feldspathe finden sich mitunter grün gefärbt durch eingemengte Epidotkörnchen. So sehr wahrscheinlich auch die Umwandlung von Hornblende in Epidot ist, so schwer ist es, sich diesen chemischen Process deutlich zu machen, bei welchem es nothwendig ist, dass eine grosse Menge von Magnesia bis auf eine verschwindende Portion aus der Mischung austritt, eines Stoffes, der gerade am schwierigsten beweglich ist. Diese Neubildung von Epidot ist ein in den Ophiten so viel verbreiteter Process, dass Beispiele von Vorkommnissen anzuführen vollständig überflüssig ist.

Eisenglanz ist ebenfalls überaus verbreitet in den Ophiten,

gewöhnlich in der Form kleiner Eisenglimmerblättchen, welche richtungslos eingewachsen sind, sich namentlich aber auf den Klüften finden; manchmal sind sie so klein, dass man sie nur mit der Lupe erkennen kann. Bei Peyrouse und St. Pé im Thale des Gave de Pau und bei Pouzac unweit Bagnères de Bigorre fand ich grössere Blätter, an dem zweiten Orte bis zu $\frac{1}{4}$ Quadratzoll Oberfläche; CHARPENTIER beobachtete grössere Eisenglimmerblätter am Tuc de Barbut bei Mersencac und am Col de Marie-blanque zwischen dem Ossau- und Aspe-Thal, sehr kleine Krystalle von Eisenglanz beim Gehöfte Urnos unweit Carricagaistoa und zwischen Urdos und La Bastide im Baigorry-Thal. Magneteisen ist bedeutend seltener, Eisenkies habe ich seltsamer Weise nur zweimal (bei Pouzac u. St. Pé) in kleinen Körnchen und Krystallen wahrgenommen, von denen manche schon in Brauneisenstein umgewandelt sind; PALASSOU und CHARPENTIER haben ihn gar nicht aufgefunden. Kupferkies bot sich dar in feinen Körnchen und Schnürchen bei Lacourt im Salat-Thale.

Glimmer, dessen häufige Gegenwart man in einem Hornblendegestein voraussetzen sollte, erschien nur zwei Mal. In denjenigen Ophitgeschieben, welche der Garbet aus den Hochgebirgen oberhalb Aulus mitbringt, beobachtet man beim Zerschlagen in sehr ausgezeichnete Weise schwarzen Glimmer als Umwandlungsprodukt von Hornblende. Das Innere ist ziemlich zersetzt, der Feldspath zum Theil trübe, zum Theil aber noch ziemlich frisch und mit sehr deutlicher Streifung, gemengt mit langen Hornblendesäulen, die sich in allen Stadien der Umwandlung zu frischen und stark glänzenden braunschwarzen Glimmerblättchen befinden. Ausserdem fand ich winzige braunschwarze Glimmerblättchen in einem der vielen Ophite aus der Umgegend von Bagnères de Bigorre, der fast zu gleichen Theilen aus Hornblende, Epidót und triklinem Feldspath besteht. CHARPENTIER erwähnt auch Glimmer, aber merkwürdigerweise weissen Glimmer (während sonst gewöhnlich Hornblende von Magnesiaglimmer begleitet, vertreten oder in diesen umgewandelt wird) im Ophit von Lurbes im Aspe-Thal und in einem anderen aus dem Baigorry-Thal. Talk ist ebenfalls als Zersetzungsprodukt sehr häufig im Ophit, namentlich in jenen, welche die Serpentinisirung erleiden, schön an der Kapelle von St. Marc unweit St. Pé. Asbest erschien gleichfalls als Schnürchen

im dichten Ophit von St. Pé, GRATELOUP beobachtete ihn in demjenigen von Mont-Peroux. CHARPENTIER führt Adern von Prehrit mit sattelförmigen Krystallen von einigen Punkten auf, welche ich nicht besuchte: Cervetto in einem Seitenthal des spanischen Gistain-Thales (schön apfelgrün), das Ufer des Baches Casten-Errecca im Baigorry-Thale (grünlichgelb), das Thal Bourdalet de Loubie zwischen Bruges und dem Ossau-Thale. GRATELOUP sah in den Ophiten der Umgegend von Dax Adern bis zu 10 Linien Dicke von verworren strahligem Desmin, hier und da mit Krystallen in ihren Höhlungen; CHARPENTIER nahm in den Umgebungen von St. Girons, von Rimont, von La Bastide de Sérrou Adern einer weisslichen oder gelblichen Substanz wahr von strahlig-faseriger Textur, bisweilen erdig, welche sich vor dem Löthrohr wie Desmin verhielten. Ganz dieselben Kluftausfüllungen, welche ihrem Verhalten vor dem Löthrohr und gegen Säuren zufolge zeolithischer Natur sind, fand ich sehr schön an einem Ophit zwischen Portet und St. Lary im Vallongue. Quarz erscheint niemals ursprünglich in der Ophitmasse eingewachsen; mitunter, aber auch nur selten, zeigt er sich als secundäres Zersetzungsprodukt, indem er kleine Aederchen bildet, oder indem seine winzigen Krystalle die Kluftflächen bekleiden.

In einigen pyrenäischen Ophiten, namentlich in denjenigen, welche weniger Hornblende und mehr triklinen Feldspath enthalten, bemerkt man auch ein diallagähnliches, jedenfalls augitartiges Mineral. Der Ophit von Lacourt im Thale des Salat ist ein graulichgrünes, etwas verschwommen feinkörniges Gestein, dessen Klüfte sehr stark mit grasgrünen, strahligen Epidotnadelchen bedeckt sind, welches Mineral sich auch innerhalb der Gesteinsmasse angesiedelt hat. Darin sieht man, zumal nach einer Aetzung mit Säuren, kleine, millimetergrosse, graulich- und bräunlichgrüne Krystalle, welche eine verhältnissmässig breite, etwas metallisch glänzende Spaltungsfläche aufweisen, von der Säure gar nicht angegriffen werden und vor dem Löthrohr im Ganzen leicht schmelzen; man gewahrt auf diesen glänzenden Spaltungsflächen kleine, matte Pünktchen und das Mikroskop weist nach, dass dies Partikeln von Hornblende sind, welche so häufig in den Gabbros mit dem Diallag verwachsen ist. Auch in den Ophiten von St. Pé, sowie demjenigen oberhalb St. Béat an der Garonne fand ich dieses

diallagähnliche Mineral, dessen Individuen allzuklein und mit der Gesteinsmasse zu fest verwachsen sind, um Material zu einer Analyse darzubieten. Ein Dünnschliff des Ophits von Lacourt zeigt unter dem Mikroskop: 1) eine im gew. Licht trübe, lichtgraulich und homogen aussehende Masse, über deren Natur das pol. Licht sofort Aufklärung verschafft; man sieht alsdann, zumal bei parallelen Nicols, dass sie ein Aggregat von neben einander gelagerten Feldspathkrystallen ist, deren gegenseitige Grenzen, wenn sie auch nicht mehr ganz scharf sind, vortrefflich zum Vorschein kommen; ja man kann sogar bei manchen die durch schmale, verschieden gefärbte Linien angezeigte trikline Zwillingsverwachsung sehr deutlich beobachten; 2) verschieden grün gefärbte Partien, gewöhnlich unregelmässig begrenzt, oft mit etwas verwaschenen Rändern; es ist, wenn man zugleich die Handstücke betrachtet, nicht zweifelhaft, dass diese Partien Hornblende in verschiedenen Stadien der Zersetzung sind; dann und wann sind die Umrisse dieser Partien regelmässiger und besser erhalten und lassen sich in der That auf Hornblende beziehen; 3) das diallagähnliche Mineral wird bei grosser Dünne fast farblos, erscheint ganz frisch und unzersetzt und ist von vielen Sprüngen durchzogen; darin liegen ganz deutliche Hornblendepartien, die, von dieser der Verwitterung schwer zugänglichen Masse umhüllt, besser Stand gehalten haben, als die selbstständigen Hornblendepartikelu des Gesteins; 4) eine schön grasgrüne Substanz bildet in der trüben Feldspathmasse No. 1 kleine Aederchen von oft nur 0,001 Mm. Dicke und kleine Nestchen; beide sind deutlich strahliger Epidot; im pol. Licht sehen die kleinen Epidotnestchen sehr zierlich aus, bei denen jedes der excentrischen Nadelchen verschieden gefärbt ist; 5) schwarze, völlig undurchsichtige Körnchen, wohl Magneteisen.

Mehrere Ophite brausen mit Säuren, was auf einen Gehalt an Carbonaten, namentlich an Kalkcarbonat, verweist, z. B. einige aus dem Vallongue und derjenigen zwischen Lourdes und Betharram; immer ist das Brausen aber nur sehr schwach. Kalkspath in Krystallen, Mandeln oder Adern ist jedoch ausnehmend selten.

Die Ophite im frischen Zustande, zumal die hornblendereichen sind sehr harte und zähe Gesteine, welche dem Hammer einen bedeutenden Widerstand entgesetzen. Die Ver-

witterung schafft aus ihnen endlich einen ockerigen, thonigen, zwischen den Fingern zerreiblichen Grus, die wenigen feldspathreichen liefern eine schmutzige kaolinische Masse. Diese Gesteine sind stets vollständig ungeschichtete Massen, nach allen Richtungen von Klüften durchzogen, welche eine irregulär-polyedrische Absonderung hervorbringen. Einigermaassen regelmässige, säulenförmige Zerklüftung wurde weder von Anderen, noch von mir irgendwo bemerkt. An einigen Punkten, z. B. ausgezeichnet bei St. Girons und Rimont (nach CHARPENTIER auch um den Weiler Mitchellenia im Baigorry-Thal, nach PALASSOU und GRATELOUP in den Umgebungen von Dax und in der Chalosse) ist in dem Ophit eine Kugelbildung entwickelt, welche schon der erste Forscher treffend beschreibt. Mehrere Zoll bis mehrere Fuss grosse Kugeln, gewöhnlich wohlgerundet, werden durch eine meist ziemlich zersetzte Ophitmasse verbunden. Sie bestehen aus zwiebelförmig einander umhüllenden Schalen eines ebenfalls durch Verwitterung angegriffenen Ophits und umschliessen im Inneren einen Kern festeren Gesteins; zwischen den Schalen findet sich gewöhnlich eine dünne Eisenoxydhydratschicht; Alles Verhältnisse, die es höchst wahrscheinlich machen, dass Entwicklung, Gestalt und Schalentextur der Kugeln das Resultat der Zersetzung sei. Auch die Ophite von Pouy d'Euse und St. Pandelon in der Chalosse lösen sich bei der Verwitterung in concentrische Schalen auf.

Ein einziges Mal fand ich einen fremdartigen Einschluss im Ophit, eine Erscheinung, von welcher CHARPENTIER nichts erwähnt. Es ist der Ophit, welcher gleich oberhalb St. Béat, wo beim Dorfe Lez ein Flüsschen in die Garonne mündet, einen kleinen Hügel mit einer Thurmuine bildet; derselbe enthielt einen deutlichen und scharfbegrenzten Einschluss ($\frac{1}{2}$ Fuss lang und breit) porcellanjaspisähnlichen, offenbar silicificirten Schiefers, welcher höchst wahrscheinlich von den im Süden gelegenen devonischen und silurischen Schiefen abstammt; er ist dunkelbläulichgrau, ziemlich deutlich schiefbrig und so hart, dass er am Stahle Funken giebt.

Es kann nicht in der Absicht liegen, hier eine Aufzählung der einzelnen, überaus zahlreichen Ophitvorkommnisse der Pyrenäen zu geben, ein Bemühen, welches dennoch auf Vollständigkeit keinen Anspruch machen könnte. Zudem habe ich die Pyrenäen westlich vom Ossau-Thale gar nicht besucht

und das Ostende des Gebirges nur flüchtig durchstreift. Es seien daher auch im Folgenden nur diejenigen Ophite aufgeführt, welche ich selbst besucht habe, und zwar in der Reihenfolge von Osten nach Westen.

Die östlichsten Ophite, welche ich antraf, liegen im Ariège-Thal, einer südlich von Foix, gerade nördlich von Montgaillard (im Jura), einer zwischen Montgaillard und Mercus (der östlichste, welchen CHARPENTIER erwähnt, auf der Grenze von Uebergangsgebirge und Jura); sodann an dem rechten Gehänge des Ariège-Thales zwischen Ax und Cabannes zwei Ophitpunkte, unterhalb der Kirche von Lordat und unterhalb des Dorfes Vèbre*). Geht man von Sem, östlich von Vicdessos, auf dem gepflasterten Malthierpfade aufwärts den Berg von Rancié und wendet sich um den nördlichen Vorsprung, so trifft man auf dem Wege nach Lercouil im Thal des Sigurier einen charakteristischen Ophit im Jurakalk, den weder CHARPENTIER, noch DUFRENOY auf ihren Karten angeben. Oestlich von St. Girons nach Castelnau de Durban zu liegt eine Reihe von Ophiten, z. B. bei Baliar, bei Rimont, die ich nicht besuchte.

Auf dem linken Ufer des Salat oberhalb St. Girons erscheint, 1 Stunde entfernt, bei dem Dorfe Lacourt ein ausgezeichneter Ophit (Taf. I, Fig. 2). Von St. Girons hält flussaufwärts bis in die Nähe des Dorfes schwärzlichgrauer Jurakalk an, dann folgt bis zu den ersten Häusern Kalksteinconglomerat; hinter denselben zeigt sich plötzlich ein hornblendereicher Ophit, der, auf den Spalten mit grünem, oft concentrisch-strahligem Epidot überzogen, als unregelmässig zerklüftete Felswand 150 -- 200 Schritt weit im Dorfe anhält, bis sich alsdann, leider ohne sichtbare Grenze, hinter einer Häusergruppe Granit einstellt, welcher anfangs etwas kaolinisirt, später ganz frisch wird und nun das Salat-Thal aufwärts bis Seix zu verfolgen ist. Dieser Ophit findet sich also auf der Grenze von Jurakalk und Granit. Die Hauptmasse des Dorfes liegt auf

*) DUFRENOY hat auf der grossen Karte das gelbe μ des Ophits noch südlich von Narbonne (4 Punkte, östlich von Durban (7 Punkte), bei Fitou (2 Punkte), bei Gincla im obersten Agly-Thal, nordwestlich von Rouze unterhalb Querigut (2 Punkte); diese sind alle noch östlicher als das Ariège-Thal, aber zum Theil keine ächten Ophite (vergl. S. 118).

der rechten Flussseite und ist durch eine Brücke verbunden; etwas oberhalb des Dorfes erhebt sich ein kleiner Hügel mit einer Burgruine, der auch aus Ophit besteht. Das Salat-Thal abwärts von St. Girons weist noch mehrere Ophite auf, von denen ich nur die untersten besuchte, bei Salies unfern der Vereinigung von Salat und Garonne und gegenüber bei Marsoulas längs des Lous; der erstere, einer der lehrreichsten des ganzen Gebirges, ist leicht von St. Martory, einer Eisenbahnstation zwischen Toulouse und Montréjau zu erreichen.

Ausserordentlich reich an Ophiten ist das bei Castillon in den Lez mündende Vallongue (Vallis longa), z. B. bei Argein, zwischen Augirein und St. Lary, zumal aber zwischen St. Lary und Portet, wo der neue Strassenbau zahlreiche Stöcke und Gänge von Ophit, alle sehr hornblendereich und feldspatharm, im Jurakalke entblösst hat. Gleich hinter den nördlichsten Häusern von Castillon, noch bevor die Brücke über den Lez nach Audressein führt, liegt rechts an der Chaussee ein ausgezeichneter Ophitstock, den CHARPENTIER und DUFRENOY nicht kannten. Südlich von Castillon findet sich bei Bordes eine Ophitmasse. Geht man von Portet nach der hoch über dem Ger-Thal gelegenen Kirche von Couledoux, so trifft man auf Blöcke eines sehr hornblendereichen Ophits, welchen ich anstehend nicht finden konnte. Die Karte DUFRENOY's hat zwischen Portet und St. Béat noch mehrere Ophite im Jurakalke; davon stammen die schönen Ophitgeschiebe, welche das gleich oberhalb St. Béat bei Lez in die Garonne sich ergiessende Flüschen Sabach herabbringt, in dessen Thalmündung auch ein kleiner Ophitkegel mit einer Thurmuine liegt (Taf. I, Fig. 3). Sie bilden die geradlinige Fortsetzung der Ophite des Vallongue, und so findet sich zwischen St. Béat und Castillon im Jurakalk eine höchst ausgezeichnete Reihe; auf der Karte DUFRENOY's sind hier 13 Ophite neben einander gruppiert.

Im Garonne-Thal fand ich Ophit nur in der Umgegend von St. Béat (hier auch bei Cazaunous, nördlich vom Pic de Gar im Jura); aufwärts das Garonne-Thal, sowie das Thal der Pique, welche beide ich bis zu ihrem Ursprung verfolgte, steht kein Ophit mehr an. Gleichfalls erscheint kein Ophit in den hochgelegenen Seitenthälern der Pique, in denen des Arboust, des Oueil, des Astos d'Oo und des Lys, welche bis zu ihren Quellen, dem Col de Peyresourde, dem Col de Pierre-

fitte, dem Port d'Oo und den Gletschern des Crabioules durchstreift wurden. Ebenfalls fehlt Ophit in dem Thal der Neste d'Aure, welche ich von ihrem Ursprung hoch oben im Schnee des Port de Cambiel an kennen lernte*).

Ophitreich ist die Gegend von Bagnères de Bigorre, am Ausgange des Campaner-Thales in die Ebene von Tarbes, während in den oberen Verästelungen dieses weltberühmten Thales, in den Thälchen von Gripp und Paillole, sowie in dem Thal von Lesponne sich kein Ophit findet. Auf der rechten und linken Seite des Adour liegt hier eine ganze Menge von Ophiten, zum Theil im Jura, zum Theil in der Kreide, unter denen namentlich der nördlich bei Pouzac erscheinende Ophit bemerkenswerth, welcher von interessanten metamorphischen Contactgebilden umgeben ist. Geht man von Bagnères de Bigorre an dem Mont Olivet (bearnisch Montaliouet) vorbei in's Thal von Cot-de-Ger, so bemerkt man in dem Jurakalk der stumpfen Bergpyramide Bédât zahlreiche Gänge von Ophit, welche von einer Breccie mit eckigen Ophitfragmenten begleitet werden. Ganz Aehnliches bietet sich an dem benachbarten Mont Monné dar, wo zunächst an die Kalkstein-Ophitbreccie ein eisen-schüssiger Kalkstein grenzt, der weiterhin in graulichweissen Kalk übergeht.

Auf dem Wege von Lourdes nach Pau entlang dem Gave de Pau passirte ich mehrere recht ausgezeichnete Ophite. Gleich südöstlich von dem überaus anziehend gelegenen Städtchen Lourdes, welches von einem schroffen Felsen mit dem alten malerischen und schicksalreichen Castell beherrscht wird, findet sich ein kleiner Ophitberg. Abwärts von Lourdes ist die Chaussee zuerst in Alluvium mit mächtigen Blöcken eines quarzreichen, bloss Magnesiaglimmer führenden Granits, dann in schwarze und dunkelgraue, dünnplattige Schiefer (nach DUFRENOY zur unteren Kreide gehörend, von CHARPENTIER mit Uebergangsschiefer verwechselt) eingeschnitten, welche zum Dachdecken verwandt werden und h. $5\frac{1}{2}$ streichen, dabei unter 40 Grad gegen Süden fallen. Rechts liegt alsdann, wenige

*) Die grosse Karte hat einen Ophit an den Quellen der Salabe, einem Wasser, welches sich mit der Ourse de Ferrère vereinigt (an welcher Mauléon Barousse liegt); der Ophit liegt südlich vom Pic de Montaspet, mitten im Uebergangsgebirge.

Minuten hinter den letzten Häusern von Peyrouse eine Ophitkuppe, deren Form man gleich die fremdartige Gesteinsbeschaffenheit ansieht. Die Strasse führt hart an den rauhen, zackigen Felsblöcken des Fusses vorbei; das Gestein ist nach unten zu sehr deutlich krystallinisch, hornblende- und epidotreich, dabei recht feldspatharm, nach dem Gipfel zu wird es dichter. Dieser Ophit scheint sich als ein Rücken noch eine Strecke weit entlang dem Gave fortzuziehen. In der Nähe des Ophits sind die Schiefer viel steiler geneigt, sie haben dasselbe Streichen, fallen aber unter 80 Grad ein. Bevor man nach dem folgenden Städtchen St. Pé gelangt, stehen rechts an der Strasse, nahe bei der Brücke von Rieulhes, wieder Ophitmassen an, eine der vorigen ähnliche Varietät darstellend. Nach dem Gave zu finden sich neben diesem Ophit Kalksteinfelsen, die aus einem schönen weissen oder gelblichweissen, grobkörnigen Marmor bestehen, während die anderen Kalksteine dieser Gegend krypto- oder höchstens mikrokrystallinisch und meist grau sind. Man ist versucht, diese abweichende Beschaffenheit mit der Nachbarschaft des Ophits in Verbindung zu bringen, der höchst wahrscheinlich als gangförmiger Stock die Kalksteine durchsetzt. Vor St. Pé steht nun wieder der schwarze Schiefer, hinter dem Orte der Kalkstein der Kreideformation an. Weiter gegen Westen liegt am Gave, $\frac{3}{4}$ Stunden von St. Pé das Seminarium von Betharram, ein vielbesuchter Wallfahrtsort, der mit seiner ungeheueren, einförmigen Front, seinen vielen vergitterten Fenstern, seinen seltsam geformten Thürmen und Kuppeln einen fast griechisch-orientalischen Eindruck macht. Der Hügel im Westen, an welchen sich das fremdartige Gebäude anlehnt, besteht ebenfalls aus Ophit. Von Lestelle abwärts nach Pau erscheint in dem mittleren und oberen Tertiärlande kein Ophit mehr.

Von Pau erreichte ich auf dem Wege zum Pic du Midi d'Ossau und nach Spanien über Rebénac das Thal des Gave d'Ossau bei Seignac, wo an dem rechten Winkel, welchen der bisher nordsüdlich fliessende Gave nach Westen bildet, Ophit in der Kreide sich zeigt; das Gave-Thal aufwärts liegt Izeste gegenüber ein anderer Ophit in der Kreide, hart an der Grenze des silurischen Uebergangsgebirges. In der Mündung des kleinen Thälchens, welches bei Aste auf dem rechten Ufer in das Ossau-Thal kommt, erhebt sich ein kleiner Ophitkegel

in den Silurschiefern, welchen CHARPENTIER und DUFRÉNOY mit Unrecht südlich von Aste setzen. Es ist dies der südlichste bekannte Ophitpunkt im Ossau-Thal, welches ich bis zu seinen Ursprüngen emporwanderte. In den Umgebungen von Aste fand DES CLOIZEAUX in den dolomitischen Kalksteinen schöne Albitkrystalle, ganz denen vom Col de Bonhomme ähnlich; trotz vielen Suchens gelang es nicht, dieses Vorkommniß aufzufinden. In den Thälern von Cauterets, von Barèges und von Gèdre fand ich, dieselben bis zu ihren Quellen verfolgend, keinen Ophit, auch nicht als Geschiebe in den Flüssen.

Wie oben erwähnt, wurde der Theil der Pyrenäen, welcher westlich von dem Ossau-Thal gelegen ist, nicht besucht. Dort finden sich in den Thälern des Aspe (z. B. bei Escot, Osse, Accous), des Barétous (z. B. bei Aramits), des Saison (z. B. bei Menditte und hoch oben bei Larrau im Uebergangsgebirge), so wie in den Bergen zwischen diesen Thälern und um St. Jean-Pied-de-Port sehr zahlreiche und ausgezeichnete Ophitvorkommnisse. Zwischen Bayonne und Bidart bespülen die Wellen des Atlantischen Oceans noch mehrere Ophitmassen (CHARPENTIER, 545). Sehr viele Ophite sind nördlich vom Adour in der sogenannten Chalosse zwischen Dax und Pouillon, sowie östlich davon in der Gegend von Bastennes am Luy de France versammelt. Die spanischen Gegenden, welche ich durchstreifte, boten keine Ophite dar, obschon dieselben auf dem südlichen Abhang keineswegs fehlen. CHARPENTIER beobachtete Ophit nahe bei der Vereinigung des Gistain- und Cinca-Thales, bei Cervetto im Val Sin, einem Seitenthal des Gistain-Thales, und im Grunde der Schlucht, welche aus dem Gistain-Thal nach dem Port de Sahun zieht. Ohne Zweifel werden fortgesetzte Untersuchungen auf dem Südabhange der Pyrenäen eine nicht geringere Zahl von Ophitmassen nachweisen, als auf dem nördlichen Abhange bekannt ist.

Ueberblickt man die Vertheilung der Ophite, so kann es nicht entgehen, dass dieselbe an sehr vielen Punkten eine reihenförmige, und zwar mit der Hauptdirection des Gebirgskamms, sowie mit der Hauptstreichungslinie der Schichten parallele ist. Die Ophite von Castelnau-Durban, Rimont, Lescure, Bains d'Audinac bei St. Girons, von Taurignan, Mercenac, Bonrepos und Salies im Salat-Thal, — der von Lacourt, von Castillon, die des Vallongue (St. Lary, Portet u. s. w.),

vom Col de Mendé und von St. Béat, — ferner die von Lourdes, Peyrouse, St. Pé, Betharram im Thale des Gave de Pau, von St. Paul im Luzon-Thal, von Bruges, von Seignac, von Ogeu und von Herrère in der Nähe des Gave d'Ossau — diese bilden drei ganz deutliche und unter einander parallele, fast nebeneinander gelegene Reihen, bei denen die einzelnen Ophitpunkte in grosser Regelmässigkeit auf einer gerade fortlaufenden Linie gruppirt sind. Es ergiebt sich aus Obigem, dass die Ophite im Bereiche der allerverschiedensten pyrenäischen Gebirgsglieder aufsetzen; die mineralogische Constitution der einzelnen Ablagerungen ist nicht im mindesten von der Natur des umgebenden Gesteins abhängig.

Die Bestimmung des Alters der Ophite wird dadurch sehr erschwert, dass meistens ihre Grenzen gegen das Nebengestein mit Ackerland und Waldwuchs oder mit Steingerölle bedeckt sind, und bei verschiedenen Forschern begegnen wir daher auch abweichenden Ansichten über das Alter dieser Gesteine. CHARPENTIER betrachtete sie, ohne eine bestimmte Meinung über ihre Entstehungsweise zu äussern, als sehr jugendliche Bildungen, jünger vielleicht als die Austiefung der meisten Pyrenäenthäler*); auch DUFRENOY setzt ihre Eruption in neuere Zeit, indem er diese für später erfolgt hält als die Bildung selbst des obersten Tertiärs**). Inzwischen müssen durch neuere Funde und Beobachtungen diese Ansichten manche Abänderung erfahren. Das erste Zutagetreten dieser Gesteine geht jedenfalls dem Absatz der unteren Kreide voraus. LYELL fand schon 1839 bei Poug d'Arzet unweit Dax in die Kreide eingeschaltete ophitische Tuffe, was später durch RAULIN bestätigt wurde***); auch noch anderswo erscheinen in den zur unteren Kreideformation gehörenden Conglomeraten Fragmente, deren ophitische Natur nicht bezweifelt werden kann. In der Umgegend von Campo im spanischen Essera-Thal finden sich vielfach gefaltete Schichten von dichtem, grauem Kreidekalk und einem Conglomerat, welches aus eckigen und abgerundeten Fragmenten und Geröllen ächten Ophits und Kalksteincäment besteht. DUFRENOY, welcher diesen Punkt früher besuchte,

*) Essai etc. S. 527.

**) Annales des mines, (3) II. 1832. 22.

***) Comptes rendus, LV. 1862. 669.

half sich, um diesem evidenten Beweis für das höhere Alter des Ophits gegenüber seine Ansicht von der grossen Jugend desselben festhalten zu können, 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“, wobei offenbar auf die FOURNET'sche Ansicht über die Entstehungsweise der Achatmandeln in den Melaphyren Bezug genommen ist. RAULIN fand in einer Mergelgrube der Gemeinde Mimbaste am Wege von Dax nach Orthez im Gehölz von Oro Ophitgerölle in einer Molasse mit miocänen Echinodermen. LEYMERIE entdeckte sogar bei Miromont unfern St. Gaudens Ophitfragmente in Conglomeraten, welche dem mittleren Jura anzugehören scheinen. In älteren klastischen Gesteinen, z. B. im Bunten Sandstein der Pyrenäen, hat sich aber nirgendwo ein Ophitgerölle gefunden. Auf der anderen Seite sehen wir die Ophite Jura-, Kreide- und Eocänschichten durchbrechen, dagegen finden sich Ophite im Bereiche der in vollständiger Horizontalität am Fuss der gehobenen Pyrenäen abgelagerten Miocänbildungen nur in solcher Weise, dass sie sich als älter darstellen. Die Hauptbildungszeit der Ophite scheint in das untere Tertiär zu fallen, ein Theil derselben muss aber älter sein; es ergibt sich so eine Altersverschiedenheit dieser Gesteine, wie man sie auch für die pyrenäischen Granite annehmen gezwungen ist*).

Schon den frühesten Beobachtern ist es aufgefallen, dass sehr viele der pyrenäischen Ophite in bemerkenswerther Regelmässigkeit von Gyps und eisenschüssigem Thon begleitet werden. Der Gyps ist gewöhnlich weisslich- oder gelblichgrau, mitunter ziegelroth, meistens feinkörnig und mit Adern von Fasergyps durchzogen, sehr häufig auch mit etwas Thon vermischt. Schichtung ist entweder gar nicht vorhanden oder in höchst verworrener Weise ausgebildet. An mehreren Punkten finden sich Eisenglanzblättchen in demselben, mitunter auch

*) Vergl. über das Alter der Ophite DE VERNEUIL und v. KEYSERLING, Bull. de la Soc. géol., (2) XVIII. 1861. 351. NOGUÈS ebendas. (2) XX. 1863. 13.

rothe um und um krystallisirte Eisenkiesel (Castelnau - Durban, Cerbetto-Thal, ein Seitenthal des Gistain-Thals in Aragon); CHARPENTIER beobachtete in dem letzteren Thal auch Adern und Knollen von Steinsalz in den Gypsen um den Ophit. Der Thon ist gelblich- oder grünlichgrau, sehr häufig und zwar in charakteristischer Weise durch beigemengtes Eisenoxydhydrat ziegelroth oder rothbraun, oft auch bunt durch abwechselnde Farben. Bisweilen ist der Thon sandig oder mergelig, dann gewöhnlich auch von Kalkspathadern durchzogen. Die Thone führen auch Knollen, grössere unregelmässige Massen und Adern von Gyps, kleine Lamellen von Eisenglanz, Trümer und unregelmässig knollige Massen von Rotheisenstein und Rotheisenrahm. Bei Bastennes südöstlich von Dax fand PALASSOU in den die Ophite begleitenden Thonen rothe krystallisirte Eisenkiesel; hier kommen auch in diesen Thonen jene schönen Aragonite vor, welche aus den Mineraliensammlungen bekannt sind. Violette, weinrothe, grüne und graue Mergel sind mit den Thonen verbunden. Diese Gesteine, Gyps und eisenschüssiger Thon finden sich nun, wenn auch nicht um alle, so doch um die meisten Ophite, und zwar gewöhnlich am Fuss der hügelartigen Erhöhungen des letzteren. So zahlreich aber auch diese Vorkommnisse sind, so wenig ist die Grenze zwischen jenen Gebilden und Ophit mit Deutlichkeit zu beobachten. In der Aufdeckung dieser Contactverhältnisse bin ich nicht glücklicher gewesen als PALASSOU, GRATELOUP, CHARPENTIER und spätere Forscher.

Bemerkenswerth ist noch, dass an sehr vielen Punkten auf der Grenze der Ophitablagerungen Gyps- und Soolquellen von mitunter beträchtlich hoher Temperatur entspringen, z. B. bei Salies am Salat, St. Marie und Siradan oberhalb Montréjau an der Garonne, Bagnères de Bigorre, unzählige in der Chalosse (Tercis, Dax, Gamarde, Préchacq, Donzaq, Pouillon).

Verlässt man bei der Station St. Martory die von Toulouse nach Montréjau führende Eisenbahn und wandert über das nur eine Viertelstunde entfernte Montsaunès nach Salies du Salat, einem am Flüsschen Salat gelegenen Flecken, so passirt man hinter Montsaunès gelbliche Kalksteine (mit Orbituliten, Hemipneustes) und graue Kalkmergel (mit *Galerites gigas*, *Ostrea vesicularis*) der Kreideformation, sodann Thone. Hart an die Thone angrenzend erscheinen zu beiden Seiten der

Strasse mächtige und ungeschichtete Massen von Gyps mit grauen und gelblichen Farben, welche in Steinbrüchen gewonnen werden und mit rothen und grünen Mergeln verbunden sind. In den Gypsmassen setzen deutliche Ophitgänge auf (vergl. das Profil Taf. II, Fig. 5, welches hier beigelegt ist, obschon es früher schon einmal von LEYMERIE mitgetheilt wurde, Bulletin etc. (2) XIX. 1862. 1109). Weiterhin gelangt man nun zu einem Hügel von Ophit, an dessen Fuss Salies malerisch gelegen ist, und auf dessen Gipfel sich eine Thurmruine und die kleine alte Kirche von Salies erheben.

Die Frage nach der Bildungsweise der die Ophite begleitenden Gypse und Thone, welche an diesem Orte in besonders charakteristischer Entwicklung auftreten, hat von jeher die französischen Geologen viel beschäftigt. Als im September 1862 die Société géologique de France in St. Gaudens tagte, wurde eine Excursion nach diesem wichtigen Punkte veranstaltet, über welche HÉBERT Bericht erstattete*). Er drückte sich darin mit folgenden Worten aus: „En examinant de près le système gypseux, frappé de couleurs vives des argiles, de la disposition zonaire des lits de gypse, disposition indiquant, selon nous, d'une manière certaine une mode de formation sédimentaire, nous n'avons pas hésité à déclarer, que ce système faisait partie du trias et qu'il ne pouvait avoir aucun rapport avec le terrain crétacé, en contact duquel il se trouvait placé par suite d'une dislocation du sol.“ DE ROUVILLE schloss sich dieser Auffassungsweise an. Vorerst möge darauf hingedeutet werden, dass bei derselben auf die Analogie zwischen den hier zusammen auftretenden bunten, mergeligen Thonen und Gypsen einerseits und den bunten Mergeln und Gypsen des Keupers andererseits ein entscheidendes Gewicht gelegt wird. Lediglich auf die Aehnlichkeit des Materials gestützt, ohne irgend weder eine stratigraphische, noch palaeontologische Begründung beizubringen, wird hier ohne Weiteres die Folgerung gezogen: „Weil hier Gypse und bunte Thone vorkommen, deshalb ist diese Bildung obere Trias“, und rasch wird eine dislocation du sol zu Hülfe genommen, welche durch absolut gar nichts erwiesen ist. Noch grösser erscheint HÉBERT diese Analogie dadurch, dass in der Gegend zahlreiche Salzquellen zum Vor-

*) Vergl. Bull. de la Soc. géol. (2) XIX. 1862. 1108 ff.

schein kommen, wie es schon die Namen Salies, Salat, Montsaunès andeuten *).

Es ist nicht schwer zu zeigen, dass diese Ansicht des ausgezeichneten Palaeontologen, gegen welche sich auch LEYMERIE gleich in St. Gaudens mit sehr entschiedenen Worten erklärte, unzulässig ist. Der Gyps findet sich, stets von Ophit begleitet, im Bereich aller geschichteten Formationen, welche die Pyrenäen überhaupt aufzuweisen haben, im Uebergangsgebirge, Lias und in der Kreide, und zwar erscheint nur da dieser charakteristische Gyps (welcher von den tertiären Süßwassergypsen scharf und leicht zu trennen ist), wo auch Ophit zu Tage tritt. Neuerdings hat noch NOGUES berichtet**), dass alle secundären Gypse, welche er in den Corbières kennt (in den Umgebungen von Pastouret, Gléon, Villesèque, Durban, St. Eugénie u. s. w., Gegenden, welche ich nicht besuchte), mit Ophiten verbunden sind, und dass niemals solcher Gyps ohne Ophit sich findet. Alle diese unzähligen durch die Pyrenäen verbreiteten Vorkommnisse von Thon müssten also auch Keuperbildungen sein, und HÉBERT hat eine Unmasse von speciellen „dislocations du sol“ nothwendig, um die Gegenwart aller derselben zu erklären. Bei der Meierei des Impériaux unweit Narbonne ist es evident, dass die mit dem Gyps verbundenen bunten Mergel, welche selbst mit auskrystallisirten Quarzen und Gypsspathen erfüllt sind, nicht der Trias angehören; denn sie enthalten charakteristische Fossilien des oberen Lias (*Ammonites bifrons*, *Turbo subduplicatus* u. s. w.).

Dazu kommt, dass man den Keuper als wesentliches Glied des Pyrenäenaufbaus nirgendwo kennt, und es wäre höchst seltsam, dass sich seine im Erdinnern vergrabenen Schichten nur auf Grund von Dislocationen an der Erdoberfläche sehen lassen sollten, sowie, dass nicht wenigstens auch einmal der unterteufende Bunte Sandstein durch diese Dislocationen mit in die Höhe gerissen erschiene.

Wir können nur mit LEYMERIE der Ansicht sein, dass die

*) Nur beiläufig sei hier der noch seltsameren Ansicht VIBLET's Erwähnung gethan, welcher, ohne sich auf eine nähere Begründung einzulassen (Comptes rendus, LVII. 1863. 332), den aphoristischen Ausspruch that, dass die Ophite ein umgewandeltes sedimentäres Triasgestein seien, welches mit den Gypsen und Mergeln dem Muschelkalk entspreche.

**) Bull. de la Soc. géol. (2) XX. 1863. 12.

Gypse, welche so constant den Ophit begleiten, einer Wirkung von Quellen ihren Ursprung verdanken, die im Gefolge der Ophiteruptionen hervorbrachen; vermuthlich mit Schwefelwasserstoff beladen, haben sie alsdann die angrenzenden Kalksteine in Gyps umgewandelt. Jedesmal, wenn ich diese bunten Thone und Gypse in der Umgebung der Ophite betrachtete, versetzte ich mich unwillkürlich auf die dampfenden Fumarolenfelder von Reykjaflíd und Krísuvík im fernen Island, die ich im Sommer 1860 besuchte; die rothen, gelben, grünlichen und bläulichen Thone, die oft stockförmig darin eingelagerten Gypse, entstanden durch die Zersetzung der Palagonittuff- und Basalttuffmassen des Bodens mittelst der Quellen und Gase der Solfataren, gleichen den pyrenäischen auf das täuschendste. ALBERT GAUDRY machte in St. Gaudens die treffende Bemerkung, dass, wenn auch die Thone von Salies den charakteristischen Keuperschichten (marnes irisées) ähnlich sehen, sie jedenfalls noch ähnlicher sind den metamorphischen Gesteinen, welche in Italien, Griechenland und auf Cypern die bedeutenden Massivs ähnlicher Eruptivgesteine begleiten. Bei den Ophiten mögen die Thone aus einer Zersetzung benachbarter Schiefer entstanden sein, oder es können auch die Peripherien der Ophitmassivs selbst, welche, wie es bei Pouzac der Fall ist, im Allgemeinen viel feldspathreicher gewesen zu sein scheinen, durch um dieselben hervorbrechende Schwefelwasserstoffquellen eine Umwandlung in Thon erlitten haben.

Durch BUNSEN'S und CH. STE. CLAIRE-DEVILLE'S scharfsinnige Beobachtungen hat es sich ergeben, dass bei der Solfatarenthätigkeit auf die Phase des Schwefelwasserstoffs und der schwefeligen Säure, wodurch der Gyps erzeugt wird, diejenige folgt, in welcher Kohlensäure und kohlen saure Verbindungen herrschen. Die Umgebung des grossen Geysirs in Island befindet sich augenblicklich in dieser Phase, wo durch die Doppelcarbonate der Alkalien Kieselsäure aus den Gesteinen aufgelöst und an der Erdoberfläche zum Absatz gebracht wird. In der Nachbarschaft der Ophite sind mitunter kieselige Bildungen zu beobachten, und man könnte versucht sein, die Entstehung derselben durch ganz ähnliche Quellen zu deuten, welche auf die gypsbildenden Schwefelwasserstoff-Emanationen gefolgt sind. Mehrorts bei Bagnères de Bigorre erscheinen so in der unmittelbaren Nachbarschaft der Ophite schwammige

Mühlsteinquarze (welche noch später erwähnt werden), während bei Montsaunès zwischen St. Martory und Salies auf weite Erstreckung hin die Mollusken und Polyparien der Kreide verkiegelt sind.

Einige Erscheinungen deuten offenbar darauf hin, dass der Gyps hier nicht als ein bestimmtes, ursprünglich als solches abgelagertes Glied aus der Reihe der Sedimentärformationen, sondern als eine secundäre Bildung zu betrachten ist. Bei Marsoulas östlich von Salies auf dem rechten Salat-Ufer enthält der Gyps isolirte Blöcke von dichtem Kalkstein, welche Theile des ehemaligen Kalksteins zu sein scheinen, die von der Umwandlung in Gyps nicht betroffen wurden; dafür spricht auch, dass an manchen Stellen ein allmäliger Uebergang zwischen Kalkstein und Gyps zu beobachten ist. An anderen Punkten finden sich hier Blöcke von Ophit, welche von dem Gyps umhüllt wurden; alle kleinen Spalten, welche sowohl diesen Kalkstein als die Ophitblöcke nach den verschiedensten Richtungen durchziehen, sind mit Fasergyps ausgefüllt. DUFRENOY berichtet auch, dass man bei Anana unweit Vittoria in Spanien inmitten des Gyps Ophitblöcke sieht, die kreuz und quer von kleinen Gypsadern durchzogen werden *). Bei Salies sind auch die Klüfte des an den Gyps angrenzenden Kalksteins mit oft sehr hübschen, offenbar durch Quellen gelieferten Gypskrystallen austapeziert.

Sehr zahlreiche Ophite treten in dem unteren Adourbecken, namentlich in der Umgegend von Dax versammelt auf, ebenfalls wieder in charakteristischer Vereinigung mit Gyps und Thon, auch mit Steinsalzlager und Steinsalzquellen. CROUZET und FREYCINET haben in ihrer „Étude géologique sur le bassin de l'Adour“ diese Vorkommnisse, welche ich leider nicht besuchte, besprochen **); sie sind der Ansicht, dass diese Gypse, thonigen Mergel und Steinsalzlager nebst den Kalksteinen, mit denen sie verbunden sind, ein Glied, und zwar das mittelste Glied, der Kreideformation ausmachen; diese Étage gypso-salifère lagere über dem Grès vert ou calcaire de Bidache und unter der Craie silicifère ou Craie de Tercis. Die Autoren versprechen im Eingang, die Hauptfrage, worauf es hier ankommt,

*) Annales des mines, (3) II. 1832. 26.

***) Annales des mines, (5) IV. 1853. 361.

weshalb stets Gyps und Steinsalz da und nur da erscheinen, wo auch Ophit auftritt, im Verlauf zu lösen, kündigen diese Lösung auch, noch mehrfach an, schliesslich erfolgt aber eine Erklärung, welche fast unverständlich bleibt und so mangelhaft ist, dass sie hier nicht wiederholt werden soll. DELBOS hat sich mit sehr scharfen Worten gegen diese Abhandlung von CROUZET und FREYCINET ausgesprochen und darzuthun versucht, es deute kein stratigraphisches Verhältniss darauf hin, dass die Dépôts gypso-salifères ein höheres Niveau einnehmen als die Bidache-Kalksteine, und Nichts beweise, dass sie eine selbstständige Etage ausmachten*). Jene beiden Autoren führen, indem sie ihre Étage gypsifère errichten, einige Gründe gegen die Ansicht an, dass die Gypse des Adourbeckens umgewandelte Kalksteine seien. Gleich der erste möge als Probe aller übrigen dienen, welche bereits von DELBOS Stück für Stück aus dem Wege geräumt wurden. Es sei schwer anzunehmen, dass Schwefelwasserstoff Kalkstein in Gyps umwandeln könne, da chemische Reactionen „ne revèlent rien de semblable“; dass diese Umwandlung an unzähligen Orten vor unseren Augen vorgeht, scheint Beiden unbekannt gewesen zu sein.

Lherzolith.

Der Lherzolith ist ein Gestein, welches bekanntlich aus drei deutlich von einander unterscheidbaren Mineralien zusammengesetzt ist, aus Olivin, Enstatit und Diopsid, wozu sich noch schwarze Körner von Picotit gesellen. Vor einem näheren Eingehen auf dies Gestein möge es gestattet sein, mit wenigen Worten der nicht uninteressanten Geschichte unserer Kenntnisse von demselben zu gedenken.

Die erste Erwähnung desselben geschah durch LELIÈVRE, welcher 1787 in einem an DEAMÉTHÉRIE gerichteten Briefe**) dasselbe in merkwürdig richtiger Weise für eine Varietät von Chrysolith (Olivin) erachtete; so ist der erste alte Entdecker unseres Gesteins im vorigen Jahrhundert der wahren Natur desselben näher auf die Spur gekommen, als die nachfolgenden Forscher. PICOT DE LAPEYROUSE, welcher das Gestein

*) Bulletin de la Soc. géol. (2) XI. 1854. 528.

**) Journal de physique, Mai, 1787.

später in seinen dem III. Bande der Mémoires de l'académie de Toulouse eingereichten „Fragments sur la minéralogie des Pyrénées“ (S. 27) ausführlicher beschrieb, glaubte es hingegen für eine Varietät von Epidot halten zu sollen. DELAMÉTHÉRIE ist es, welcher ihm den Namen Lherzolith mit Rücksicht auf eine seiner vorzüglichen Fundstellen verliehen hat*).

Darauf hat v. CHARPENTIER in seinem „Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées“ eine ausführliche Beschreibung des Gesteins geliefert. Auf Grund seiner Untersuchungen, welche sich der Prüfung und Zustimmung HAÛY's erfreuten, kommt er zu dem Resultat, dass dasselbe, sich vollständig als ein Augitfels (Pyroxène en roche) darstelle und er verwirft demgemäss den nach seiner Meinung überflüssigen Namen Lherzolith. Obschon er es eine homogene Substanz mit einem körnig-lamellaren Gefüge nennt, so hatte er doch bemerkt, dass das färbende Princip keineswegs gleichmässig in diesem Gestein vertheilt sei, dass man oft beobachte, wie eine Farbennuance sich plötzlich in eine andere umwandle, und wie ein Korn von den angrenzenden sehr deutlich durch seine Farbe absteche, ohne dass man eine Verschiedenheit in seinen anderen Eigenschaften erkennen könne; „cette diversité de couleur le fait prendre au premier abord pour une roche composée.“ Wenn CHARPENTIER hier der richtigen Erkenntniss sehr nahe war, so war es diesem trefflichen Beobachter auch bereits nicht entgangen, dass der schön grüne Pyroxen (der Diopsid) nicht so schwer schmilzt als der graue oder braune (der Enstatit), auch dass jener dem verwitternden Einfluss der Atmosphäre bedeutend weniger unterliegt als die anders gefärbten Varietäten. Ja, nachdem CHARPENTIER sich gegen jede Aehnlichkeit mit Hornblende oder Epidot ausgesprochen, macht er darauf aufmerksam, dass Olivin und Diallag diejenigen Mineralien seien, die mit dem Pyroxène en roche die grösste Aehnlichkeit darbieten, dass aber die Spaltungsrichtungen des letzteren nicht diejenigen der beiden ersteren seien, sowie dass das Gestein weicher und specifisch leichter (er hatte das spec. Gewicht zu 3,250 — 3,333 ermittelt) sei als der Olivin, dagegen härter und schwerer als der Diallag. Die Wahrheit liegt in der That in der Mitte; es ist eben ein Gemenge von

*) Vgl. Théorie de la terre, II. 281; Leçons minéralogiques, II. 206.

Olivin und einem diallagähnlichen Mineral, weshalb keiner dieser beiden Bestandtheile vollständig seine Eigenschaften zur Schau tragen kann. CHARPENTIER theilt auch eine von VOGEL angestellte Analyse des Gesteins — eine der frühesten Bauschanalysen, wengleich nur eine unfreiwillige — mit; sie lieferte: Kieselsäure 45,0, Thonerde 1,0, Kalk 19,5, Magnesia 16,0, Eisenoxydul 12,0, Chromoxydul 0,5, Manganoxydul Spur, Verlust 6,0 (100,0)*). Beachtenswerth ist, dass schon damals dem aufmerksamen Analytiker der Chromgehalt nicht entgangen war. Seitdem wurde, nahezu 40 Jahre lang, der Lherzolith in allen Lehrbüchern als ein körniger Augitfels aufgeführt, bis es sich im Jahre 1862 durch die Untersuchungen von DES CLOIZEAUX und DAMOUR ergab, dass er ein aus den oben angeführten Mineralien zusammengesetztes Gestein sei.

Der unschmelzbare Olivin, in den meisten Varietäten ungefähr $\frac{2}{3}$ der Masse bildend, ist durch seine bedeutende Härte und seine olivengrüne Farbe leicht von den anderen Gemengtheilen zu unterscheiden. Das allerdings schwer, aber in Splintern doch noch schmelzbare, gewöhnlich über den Diopsid vorwaltende Magnesia-Eisenoxydulbisilicat Enstatit ist von bald gelblichgrauer, bald grünlichgrauer, bald graulichbrauner Farbe, und seine grösseren Individuen besitzen ausgezeichnet faserige Spaltungsflächen. Der Querbruch des Enstatits ist muschelrig und glasglänzend, und die lichtereren, dünneren Partikeln desselben könnte man auf das blossе Ansehen hin mit Quarz verwechseln. CHARPENTIER erwähnt „amphibole lamelleuse“ als seltenen accessorischen Gemengtheil aus den Berggegenden Bedoviel, Escourgat, Bernadouze um das Suc-Thal; dies scheinen nach den Handstücken aus jenen Gegenden grössere Enstatit-Individuen gewesen zu sein. Der leicht schmelzbare Diopsid bildet Körner von schön smaragdgrüner Farbe. Nach der Analyse DAMOUR's ist es ein verhältnissmässig an Eisenoxydul (8,52 pCt.) sehr reicher Diopsid, welcher unter allen bisher untersuchten die grösste Thonerdemenge (4,07 pCt.) aufweist und auch der einzige ist, der einen Chromgehalt (1,30 pCt.) besitzt. Dazu gesellen sich bis stecknadelkopfgrosse, kleine, schwarze Körnchen eines Minerals, welches als ein chromhal-

*) Die Analyse findet sich im Journal des mines, No. 199. S. 71 ff.

tiger Eisenoxydul-Spinell zu betrachten ist*). CHARPENTIER war der erste, welcher dieses Mineral in dem Gestein auffand und es zu Ehren des um die Naturgeschichte der Pyrenäen hochverdienten PICOT DE LAPEYROUSE Picotit nannte; die undurchsichtigen, muschelig brechenden, das Glas ritzenden Picotitkörnchen bilden oft aneinandergereihte, kleine Schnüre von selbst 3 Millim. Mächtigkeit. SANDBERGER erwähnt zuerst in seinem trefflichen Aufsatz über den Olivinfels auch deutliche Oktaëder von Picotit im Lherzolith (N. Jahrb. f. Min. 1866. 387), welche ich ebenfalls mehrfach beobachtet habe. Andere accessorische Gemengtheile sind in den Lherzolithen höchst selten; kleine Körnchen und Aederchen von Kalkspath erscheinen in einigen Varietäten, an der Serre de Sem fand ich winzige Eisenkiespünktchen.

Behandelt man den gepulverten Lherzolith mit Salzsäure, so tritt durch die Zersetzung des Olivins ein starkes Gelatiniren ein; wenn man alsdann den Kieselsäureschleim durch Kochen mit Aetzkali löst, so bleiben die unangegriffenen, gelblichgrauen Körnchen des Enstatits, die smaragdgrünen des Diopsids, die schwarzen des Picotits zurück.

Am Teiche von Lherz tritt in den meisten Stücken der Enstatit nicht besonders deutlich mit seinen charakteristisch faserigen Spaltungsflächen hervor, oft zeigt sich auf der Fläche grosser Handstücke kein einziges Täfelchen davon; durch Behandeln mit Säuren kann man sich aber von seinem Vorhandensein überzeugen; man gewahrt dann auch, dass der Enstatit zudem hier etwas grünlich gefärbt ist, so dass seine Körner nicht so gut wie anderswo gegen den Olivin abstechen können. Schön grüner Diopsid tritt hier an manchen Punkten sehr deutlich hervor; meistens aber ist der Diopsid hier dunkler grün gefärbt und dadurch dem Olivin recht ähnlich. Diesen Umständen ist es auch wohl zuzuschreiben, dass man erst so spät den Lherzolith, der vorwiegend von diesem Fundorte in die Sammlungen gelangt ist, für ein zusammengesetztes Gestein erkannt hat. Die Lherzolithe zwischen Couledoux und Portet

*) Aus der Analyse DAMOUR'S berechnet sich folgendes Sauerstoffverhältniss:

$$\begin{aligned} (\text{Äl, Cr}) : (\text{Mg, Fe}) &= 28,64 : 9,65 \\ &= 2,97 : 1 \\ &= 3 : 1. \end{aligned}$$

sowie von der Serre de Sem tragen aber ihren zusammengesetzten Charakter weit besser zur Schau. Namentlich der erstere ist bedeutend grobkörniger als derjenige vom Teiche Lherz und zeichnet sich durch die sehr zahlreichen, schönen, faserigen Enstatittafeln aus, welche mitunter $\frac{2}{3}$ Zoll Länge erreichen und hier grünlichgrau (mit einem Stich in's Gelbe) gefärbt sind; die ausnahmsweise grossen Picotitkörner weisen darin einen ausgezeichnet muscheligen, fettglänzenden Bruch auf und sind nicht mit Magnet Eisen verwechselbar. In den Lherzolithen von der Serre de Sem bei Videssos treten alle drei Gemengtheile sehr gut gegen einander hervor, der Diopsid ist prachtvoll smaragdgrün, der Enstatit gelblichbraun, der Olivin schwärzlichgrün.

Die Hauptfarbe der Lherzolithen ist wegen derjenigen des vorwiegenden Gemengtheiles eine grüne, namentlich olivengrüne, von bald helleren, bald dunkleren Nuancen. Der frische Bruch zeigt wegen des vorherrschenden Olivins oft einen schönen Glasglanz. Die Textur ist sehr verschiedenartig; während es auf der einen Seite grob- oder mittelkörnige Varietäten giebt, deren einzelne Gemengtheile, oft erbsendick, deutlich von einander unterschieden werden können, finden sich andererseits sehr feinkörnige Varietäten; ja, es giebt deren von völlig homogen erscheinender Ausbildung, einem schwärzlichgrünen Kieseliefer ähnlich; solche treten z. B. bei Sem unweit Videssos auf, wo man Handstücke schlagen kann, bei denen der dichte, sehr wenig glänzende Lherzolith in mehr als zollbreiten Streifen den feinkörnigen durchzieht; beide Texturausbildungen sind durch allmälige Uebergänge verbunden.

Durchschnittlich widersteht der Lherzolith den Einflüssen der Verwitterung kräftig, und nur die Oberfläche der anstehenden Massen erweist sich durch dieselbe angegriffen, dabei zeigt sich die charakteristische Erscheinung, dass auf dem durch Hydratisirung des Eisengehaltes vom Olivin rostbraun gewordenen Untergrund die drei Mineralien, welche auch in Säuren unlöslich sind, deutlich hervortreten, namentlich die schön smaragdgrünen Körner des Diopsids, welcher jedenfalls noch weniger verwitterbar ist als der Enstatit. Auffallend bietet sich dies Verhältniss an den Blöcken und Felsklippen dar, welche den Teich von Lherz zunächst umgeben. Als Umwandlungsprodukt geht aus dem Lherzolith ein serpentartiges Ge-

bilde hervor; die Serpentinisirung findet sich in den verschiedensten Stadien; bald sind nur wenige Olivinpartieen zu einer graulichgrünen, ziemlich harten Masse verändert, bald ist die ganze Olivinmenge von der Umwandlung ergriffen; Enstatit und Picotit, vor Allem aber der Diopsid haben sich vor dieser Metamorphose gerettet und liegen deutlich erkennbar in der Serpentinmasse. Steigt man von Sem auf dem gepflasterten Maulthierpfad den Berg von Rancié empor und wendet sich um den nördlich noch im Videssos-Thal gelegenen Vorsprung, so trifft man, da wo sich der Blick auf Lercouil und in das Siguier-Thal wendet, auf fast von jeder Vegetation entblösste Felsen, die aus einem eigenthümlichen serpentinarartigen Gestein bestehen; es ist eine vollkommen homogene, schwach glänzende, grünlichschwarze Masse, in welcher spärliche und winzige, grünlichgraue Täfelchen eingesprengt sind. Kocht man das feine Pulver dieses Gesteins mit Salzsäure, so bildet sich eine beträchtliche Gallerte, und löst man diese durch Kochen in Kali auf, so erweist sich das Pulver aus den allerdeutlichsten gras- oder smaragdgrünen Diopsidkörnchen, aus gelblichgrauen oder grünlichgrauen Enstatitsplitterchen und schwarzen, muscheligen, fettglänzenden Körnchen von Picotit zusammengesetzt. Es ist demnach keine Frage, dass diese nunmehr in ihrem Aeusseren nicht im Mindesten an Lherzolith erinnernde Masse früher ein solcher gewesen ist, das Zersetzungsprodukt des sehr vorwaltenden Olivins hat die noch unversehrten Gemengtheile so umhüllt, dass dieselben gar nicht hervortreten und erst durch das erwähnte gewaltsame Mittel erkannt werden können.

Die Hauptablagerungen von Lherzolith in den Pyrenäen finden sich in den Umgebungen von Videssos in dem Département der Ariège (vgl. das Kärtchen auf Tafel III, welches die Vertheilung der Lherzolithen in dieser Gegend zur Anschauung bringen soll). Südöstlich von Videssos liegt das Dorf Sem angelehnt an den Berg „Serre de Sem“, welcher mit der die berühmten Brauneisensteinlagerstätten enthaltenden Montagne de Rancié zusammenhängt. Wenige Minuten von dem dem Fluss von Videssos zugekehrten, letzten Häusern des Dorfes, zu deren Aufbau vorzugsweise Lherzolithblöcke verwandt wurden, gelangt man zu einer mächtigen Masse von Lherzolith, welche beiderseits von bläulichgrauem Kalkstein eingeschlossen ist. Die Masse besitzt hier eine Breite von

140 Metern und die beiderseitigen Grenzen gegen den Kalkstein hin sind überaus deutlich und scharf; der Kalkstein ist kryptokrystallinisch und zeigt im unmittelbaren Contact mit dem Lherzolith keinerlei Veränderung seiner sonstigen Beschaffenheit. Während nach der im Südosten sich erhebenden Höhe zu der Lherzolith nicht weiter zu verfolgen ist, sieht man in der Richtung nach Nordwesten die gelbbraunen Felsklippen das Gehänge nach dem Videssos-Flusse hin bilden und in grösserer Tiefe unter dem Rasen verschwinden. Die Masse setzt jedoch zwischen Videssos und Arconac quer durch das Videssos-Thal hindurch; denn am entgegengesetzten linken Gehänge desselben gewahrt man in einiger Höhe über der Sohle die rostfarbenen, nackten Felswände wieder, welche von dem grauen Kalkstein stark abstechen und offenbar die Fortsetzung des von Sem ausgehenden Zuges sind; hier scheint aber die Masse eine grössere Breite gewonnen zu haben. Die Bergabhänge heissen, wie auch CHARPENTIER anführt, Porto-t-en-y und Lai-Rouges. In westlicher Richtung liegt auf dem linken Ufer des Suc, einem kleinen Seitenthälchen des von Videssos, ein kleines Plateau, der Planel d'Ax genannt, und auch da steht das Gestein, eine kleine Kuppe bildend, an.

Weiter nach Westen zu verschwindet der Lherzolith und findet sich erst eine ziemliche Strecke weit (CHARPENTIER sagt 3000 Toisen) aufwärts den Suc auf dessen anderem Gehänge wieder. Man trifft ihn, wenn man den südlichen Abhang des Thales bis zu der kleinen Bergweide Planel de Fraichinède emporgeklettert ist. Von hier aus lässt sich nun der Lherzolith in westlicher Richtung auf beträchtliche Entfernung hin verfolgen; sein westliches Ende erreicht er am Col d'Eret, *) welchen CHARPENTIER Passage d'Erce nennt; es ist indessen die Frage, ob dieser Zug wirklich ein zusammenhängender ist, da, wie auch das Kärtchen angiebt, an drei Stellen der Oberfläche der Lherzolith vermisst wird.

Gegen das westlichste Ende dieses Lherzolithzuges zu findet sich der Teich von Lherz (l'étang de Lherz), welcher dem Gestein seinen Namen gegeben hat, inmitten eines hochgelegenen, länglichen, nach Norden offenen Gebirgskessels in

*) Diesen Namen führt der Pass in dem ausgezeichneten Itinéraire des Pyrénées par ADOLPHE JOANNE, Paris. 1862.

4427 Fuss Höhe. Der Étang de Lherz ist keineswegs ein See, sondern ein kleiner, stiller Weiher, der bei meinem Besuch am 24. Juli des allerdings sehr regenarmen Sommers 1865 kaum 100 Schritte im Umfange mass. Das grünschwarze Gewässer, mit Seerosen und Binsen zum Theil bedeckt und von Salamandern, Fröschen und Blutegeln bewohnt, liegt inmitten einer sumpfigen Wiese und nackter rostbrauner Lherzolithfelsen; hohe und steile Kalksteinberge ohne Baum und Strauch, hier und da einen kleinen Grasfleck tragend, bilden die weitere Umgebung dieses trostlos öden Ortes. Der Name des Teiches ist ein sehr gewöhnlicher in den Pyrenäen (Lherz, Lhers, L'Hers, Lers, Ers, Erce, Ars) für solche Orte, an denen früherer Waldwuchs durch Feuer zerstört wurde (vom lat. ardere, daher auch Loustou, Ustou von ustum). Von dem Teich kann man gegen Norden das Thälchen von Courtignon abwärts nach Massat im Arac-Thal gelangen oder, nach Süden zu sich wendend, über den 5321 Fuss hohen Col d'Anéou (nach der Aussprache meines Führers, Col d'Agnet nach DUFRÉNOY), von dem sich eine ausgedehnte und prachtvolle Aussicht auf die Riesen der Hauptkette öffnet, nach dem kleinen Badeorte Aulus im Garbet-Thal hinuntersteigen. Wendet man sich gegen Osten, so wandert man über den Col d'Ercé (5187 Fuss), auf dem ein eisernes Kreuz die Grenze zwischen den Landschaften Foix und Couserans bezeichnet, in das Suc-Thälchen und dieses abwärts nach Videssos; der Col d'Ercé ist derjenige Pass, welchen CHARPENTIER Port de Lherz nennt: „l'étang de Lherz est situé sur le versant occidental du port.“ Biegt man von dem Teich in westlicher Richtung ab, so überschreitet man den Col d'Éret, welcher nach Erce in das Garbet-Thal führt; wie erwähnt, ist dieser Pass der „Passage d'Erce“ CHARPENTIER's, bei welchem der Lherzolithzug endigt.

Diese Lherzolithmassen finden sich als stockförmige Einlagerungen in jenem Zuge von Jurakalk, welcher südlich von einem Graniterrain als durchschnittlich $\frac{1}{2}$ Meile breites Band aus der westlichen Umgrenzung von Seix im Salat-Thal bis östlich über Videssos hinaus verläuft. Aus der beifolgenden Kartenskizze (Taf. III.) ist ersichtlich, wie die Lherzolithmassen in ihrer Gruppierung an die Nachbarschaft des Granits gebunden sind. Am Teich von Lherz wird der Lherzolith zunächst von einem breccienartigen Gebilde umgeben, welches

aus weissen Kalksteinbruchstücken und gelb- oder rothbraunem, eisenschüssigem Kalkcäment besteht.*) An der Serre de Sem kommt dasselbe zwischen Lherzolith und Kalkstein nicht vor.

Eine andere Verbreitung gewinnt der Lherzolith in den Umgebungen von Portet d'Aspet im oberen Vallongue (Vallis longa), welches sich nach Castillon hinunterzieht. CHARPENTIER fand hier am Berge Colas nordnordwestlich von Portet eine Lherzolithmasse (amas) von grosser Ausdehnung, welche den ganzen Theil des Bergkammes zwischen dem Col de Pasaschets und dem Col de Paloumeros bildet und auch weiter nördlich in den Berggegenden Coumme de Hèreche und Coumme de Gourneto ansteht. Dieses Lherzolithvorkommniss, welches auf der grossen geologischen Karte nicht angegeben ist, aufzusuchen, verhinderte mich ungünstige Witterung. Es ist wahrscheinlich, dass sich auch hier der Lherzolith zwischen Jurakalk und Granit findet; denn das von CHARPENTIER als Calcaire primitif angeführte Terrain besteht aus Jurakalk, in welchem auf beiden Seiten des gegen Westen gelegenen Ger-Thals sich südlich von Milhas eine Granitinsel einherzieht. Dagegen fand ich das andere, ebenfalls von CHARPENTIER erwähnte Vorkommniss in der Berggegend Et-Cot-de-Moulinos gleich südöstlich von Portet; hier erscheint ebenfalls der Lherzolith im Jurakalk, allein in der Nachbarschaft tritt nicht Granit, sondern ein hornblendereicher Ophit auf. Auf meiner Wanderung von der hoch über dem Ger-Thal gelegenen Kirche von Coule-doux (einer aus zahlreichen einzelnen Gehöften bestehenden Gemeinde) nach Portet glückte es mir auch, die losen Blöcke von Lherzolith aufzufinden, deren schon CHARPENTIER gedenkt; sie finden sich hart an dem über Berg und Thal ziehenden schmalen Saumpfad, namentlich in der Gegend, welche Serre de la Ruho heisst; mehrere vereinzelte Bauernhäuser und Sennhütten sind aus Lherzolith aufgebaut, allein leider führten meine Fragen nach der Bezugsquelle dieses Materials zu keinem Ergebniss. DES CLOIZEAUX fand 1861 noch eine andere Ablagerung von Lherzolith in den Pyrenäen auf: am südlichen Abhang des Col de Lurdé in den Umgebungen von Eaux-bonnes nach der Ebene von Soussouéou zeigt sich inmitten eines

*) Dieses Gebilde erwähnen auch MARROT, Annales des mines (2) IV. 1828. 308, und CHARPENTIER.

grauen, compacten, auf den Bruchflächen feinkörnigen Kalksteins eine Kuppe von Lherzololith, ganz ähnlich demjenigen vom Teich Lherz, bloss viel dunkler und nur wenige krystallinische Flächen auf seinem Bruch darbietend. In der Nähe liegt auch eine Ophitkuppe, und der Kalkstein ist mit zahlreichen schwarzen und grauen Quarzen, (welche oft als Couseranit verkauft werden, unter welchem Namen sie mir auch in Barèges angeboten wurden), sowie mit Eisenkies-Zwillingen und Kupferkiesnestern innig erfüllt, welche offenbar metamorphischer Entstehung sind.*) LEYMERIE berichtet kurz, dass er Lherzololith auf der südöstlichen Flanke des Felsens von Appi, nicht weit von dem Granit des Pic de Tabe (oder Pic de Barthélémy), gefunden habe**); in dieser Gegend grenzt übrigens ebenfalls der Jurakalk an Granit.

Bezüglich der Entstehungsweise des Lherzololiths kann es sich nur darum handeln, ob derselbe ein Eruptivgebilde oder ein Produkt der Umwandlung des Kalksteins ist. Die Möglichkeit einer pyrogenen Bildung des Lherzololiths scheint durch die Versuche von DAUBRÉE erwiesen, welcher nach der leicht erfolgenden Schmelzung des pyrenäischen Lherzololiths in einem irdenen Tiegel Massen erhielt, die dem natürlichen Gestein zum Verwechseln ähnlich waren (Comptes rendus, Sitzung vom 19. Febr. 1866). Gleichwohl muss ich bekennen, dass der Verband zwischen Kalkstein und Lherzololith, welcher übrigens nur an sehr wenigen Punkten deutlich ersichtlich ist, nirgends diejenigen Verhältnisse dargeboten hat, welche als Kriterien des eruptiven Auftretens gelten. Es liegt wohl näher, sich die Lager und Stöcke von Lherzololith als grossartige, an die Nachbarschaft des granitischen Eruptivgesteins geknüpfte Contactbildungen etwa aus dolomitischen Kalksteinen zu denken, da ähnliche oder dieselben Mineralien, wie sie den Lherzololith zusammensetzen, schon als Contactprodukte in körnigen Kalken aufgefunden wurden (z. B. die olivinähnlichen Magnesia-silicate Chondroit, Boltonit, Batrachit, Monticellit, ferner die Augitmineralien Diopsid, Kokkololith, Malakolith, überdies Spinell) und dieselben auch mehrorts mit einander zusammenvorkommen (Batrachit mit schwarzem Spinell, Chondroit mit Spi-

*) Bull. de la Soc. géol., (2) XIX. 1862. 417.

**) Ebendas., (2) XX. 1863. 449.

nell, Monticellit mit Augit u. s. w.). Dennoch stellen sich dieser Erklärungsweise manche Schwierigkeiten entgegen, selbst wenn man an der alsdann erforderlich gewesenen überaus massenhaften Zufuhr neuer Stoffe (Kieselsäure, Eisen, Chrom), sowie an dem Verschwinden von ungeheuren Mengen kohlen-sauren Kalks, von dem auch nicht der mindeste Rest in dem Lherzolith zurückblieb, keinen Anstoss nimmt; der bläulichgraue und graulichweisse Kalkstein, welcher z. B. sowohl am Teich von Lherz, als an der Serre de Sem den Lherzolith zunächst umgiebt, ist keineswegs deutlich krystallinisch körnig, sondern vollkommen kryptokrystallinisch; an letzterem Punkte ist die hier vorzugsweise deutliche Grenze vollständig scharf, und es verlaufen nicht etwa, wie wohl zu erwarten wäre, einzelne Lherzolithmineralien in den Kalkstein hinein. Zudem ergaben Versuche, dass der im directen Contact mit Lherzolith sich findende Kalkstein nur äusserst geringe Spuren von Magnesia-carbonat enthält.

Silur und Devon.

Die silurische und die devonische Formation der Pyrenäen, welche sowohl in stratigraphischer, als in räumlicher Beziehung innig zusammenhängen, seien vorderhand im Folgenden kurzweg als Uebergangsformation bezeichnet (vgl. die Anm. auf S. 72).

Die Hauptgesteine, welche das pyrenäische Uebergangsgebirge zusammensetzen, sind: Thonschiefer, Grauwacke, Grauwackenschiefer, Kalksteine, Kalknierenschiefer, Kalksteinbreccien und Quarzit. Am weitesten verbreitet scheinen Thonschiefer von schwärzlichen, graulichen und grünlichen (selten bläulichen) Farben und aschgraue oder schwärzlichgraue Kalksteine von gewöhnlich dichter Textur. Im Allgemeinen sind im Silur die Kalksteine nur in sehr geringer Menge ausgebildet, das Devon enthält aber sehr zahlreiche, mächtige und ausgedehnte Ablagerungen kalkiger Massen, ein Gegensatz, auf welchen schon DUBOCHER für seine untere und obere Uebergangsformation aufmerksam machte (*Annales des mines*, [4] VI. 1844. 22). Eigentliche Sandsteine sind noch nirgendwo als Glieder des Uebergangsgebirges nachgewiesen worden.

Neben den gewöhnlichen Thonschiefern finden sich aus-

gezeichnete, mehr granlich- oder grünlich-, als bläulichschwarze Dachschiefer. Die bedeutendsten Gewinnungspunkte der Dachschiefer sind: Labassère südsüdwestlich von Bagnères de Bigorre in dem Oussouet-Thälchen, wo von ungefähr 200 Arbeitern täglich an 50000 der vortrefflichsten Schieferplatten hergerichtet werden; die ausgedehnten Schieferbrüche südlich von Lourdes auf der Strasse nach Argeliez und in den Thälern von Castelloubon und Surguère, deren Platten weniger dünn und ebenflächig sind. Béost oberhalb Laruns im Ossau-Thal und Génos in dem reizenden Thal der Neste de Louron. Feingefältelte Thonschiefer mit Hinneigung zu Thonglimmerschiefern sind keineswegs selten in den Pyrenäen, namentlich in den unteren Abtheilungen des Silurs. Die ausgezeichnetsten und merkwürdigsten Biegungen und Windungen der Thonschieferschichten sah ich im Barèges-Thal, am Ausgange von Luz nach St. Sauveur zu, da wo der nach Gavarnie dirigirende Wegweiser steht; ihr Durchschnitt zeigt Figuren, wie die Jahresringe knorriger alter Baumstämme, und die Aehnlichkeit mit denselben wird noch durch die gelbbraune Farbe ihres verwitterten Zustandes erhöht. Geht man von der Kapelle von Notre Dame de Mongarry im spanischen Thal der Noguera Pallaresa nach Frankreich herüber, so gewahrt man an den Thonschiefern um den Port d'Orle und den Pic May de Bulard gleichfalls höchst bizarre Windungen der Schichten.

Eine ähnliche Ausbildung des kalkigen Thonschiefers, wie sie die bekannten „Schistes rubannés“ von Moutiers in der savoyischen Tarentaise darbieten, welche BROCHANT schon früh (Journal des mines, No. 137, pag. 345) trefflich beschrieb, beobachtet man zur Seite des Saumpfades, welcher zum Port de Venasque emporführt, etwa in der Mitte zwischen dem Hospiz und der Passhöhe, nur sind die Faserkalktrümer, welche wie dort die Schieferlagen rechtwinklig durchschneiden, weniger zahlreich und weniger einander genähert. CHARPENTIER erwähnt als andere Fundpunkte solcher Schiefer den Pic de Lard im Thal von Castillon (er liegt bei Sentein im Biros-Thal) und die Berggegend Eau de Maillet im Héas-Thal.

Grauen Wetzschiefer fand ich als wenig mächtige Einlagerung im (silurischen) Thonschiefer bei Génos, da wo der über den Col de Peyresourde in das Arboust-Thal führende Weg das Thal der Neste de Louron verlässt, ferner zwischen

dem Port de la Picade und dem Port de Venasque, so wie um Viella im spanischen Val d'Aran. Oben auf der Höhe des Passes von Peyresourde (4823 Fuss) gewahrte ich auch jene bedeutendere Einlagerung von Kieselschiefer, deren CHARPENTIER S. 329 gedenkt. Schwarzer Kieselschiefer erscheint übrigens an mehreren Punkten als Einlagerung im Thonschiefer. Wenn man auf dem Wege von Seix nach Conflens angesichts des malerischen angeblich von Carl d. Gr. angelegten Château de la Garde den Wildbach Alet auf dem Pont de la Taoulo überschreitet, so erblickt man in der Nähe ebenfalls eine ziemlich bedeutende Kieselschiefereinlagerung. In der Nähe trifft man auch auf Einlagerungen eines grünlich-grauen, felsitschieferähnlichen Gesteins. Alaunschiefer beobachtete ich, ebenfalls in Thonschieferschichten, im unteren Arboust-Thal gleich oberhalb Bagnères de Luchon, ferner bei Bouan und Semsat zwischen Ussat und Les Cabannes im Ariège-Thal; auch die eisenkiesreichen Schiefer, welche mit Kalksteinen verbunden, zwischen Pierrefitte und Luz anstehen, geben zur Bildung von Alaun Anlass, der massenhaft aus ihnen ausblüht. Diese Alaunschiefervorkommnisse sind an den erwähnten Orten silurisch. CHARPENTIER beobachtete ausserdem noch Alaunschiefer links von dem Wildbach Ausesso (Aucèse, wie JOANNE schreibt), welcher von dem Port d'Ustou nach St. Lizier führt, bei Antras und Mortis unfern Sentein im Biros-Thal, sowie östlich von Rivernert in der Umgegend von St. Girons.

Grauwacke und Grauwackenschiefer sind mit den Uebergangsthonschiefern verbunden. In der grobkörnigen Grauwacke bemerkt man Bruchstücke von Feldspath, Quarz, Granit, auch von Thonschiefer und schwarzem Kieselschiefer. Das Vorkommen von Granitbröckchen ist deshalb beachtenswerth, weil es beweist, dass schon zur Zeit der Ablagerung der (silurischen) Uebergangsschichten Granite an der Oberfläche existirten, während ein grosser Theil der pyrenäischen Granite viel jüngerer Entstehung ist. Wie DUROCHER anführt (Annales des mines, [4] VI. 1844. 20) geht im Andorra- und Sègre-Thal grobkörnige Grauwacke in einen Pudding mit groben Geröllen und Knauern über.

Quarzit von gewöhnlich dichter Textur und graulich- oder gelblichweissen Farben kommt an manchen Punkten, und

zwar vorzugsweise als eine den (silurischen) Thonschiefern untergeordnete Einlagerung vor, oft bei verwitterter und zerstörter Oberfläche als mauerförmige, unverwüstliche Grate hervorstehend. Als ich von Gèdre im Barèges-Thal über den Col de Cambielle (8265 Fuss) nach Aragnouet im Thale der Neste d'Aure wanderte, fand ich in den, aus Thonschiefer bestehenden Bergwänden, welche, nördlich von dem Cambielle, südlich vom Pic des Aiguillons sich herabsenkend, den Pass seitlich begrenzen, eine mächtige Schicht von festem Quarzit, dessen rundkörnige Zusammensetzung deutlich zeigte, dass er ein verkieselter ehemaliger Sandstein ist. *) Ein mächtiger Quarzitzug zeigt sich im Ariège-Thal oberhalb Les Cabannes, welcher sich, dem Silur angehörend, wie eine Mauer quer durch das Thal erstreckt und nur der Strasse und dem Fluss einen engen Durchpass giebt; er enthält Kalkspath, Eisenglanz, Brauneisenstein, Kupferkies, Eisenkies. In manchen pyrenäischen Quarziten sind Blättchen von Glimmer und, wie in den Kalksteinen, Thonschieferfasern nicht selten. Oben auf dem Col d'Aspin, über welchen man von Arreau im Aure-Thal in's Val Paillole und das Campaner-Thal hinuntersteigt, liegen grosse Blöcke, bestehend aus länglichen Mandeln von rosenrothem oder pfirsichblüthrothem, feinkrystallinischem, hornsteinartigem Quarzit, um welche sich, ein prachtvolles Beispiel durchflochtener Textur, blaugraue zarte Schieferlamellen herum-schmiegen. Schichten eines ganz ähnlichen Gesteins setzen zwischen Pierrefitte und Luz durch das Thal des Gave de Pau, und da deren Streichen fast von Osten nach Westen ist, so könnten die Blöcke vom Col d'Aspin wohl ihrer östlichen Fortsetzung angehören.

Der pyrenäische Uebergangskalkstein, gewöhnlich,

*) Die grosse Karte von DUFRENOY und ÉLIE DE BEAUMONT ist in dieser Gegend nicht ganz richtig; das Thal des Gave de Cambielle ist oberhalb Gèdre nicht in Granit, sondern in gewöhnlichen Thonschiefer eingeschnitten; beim Herabsteigen nach Le Plan, dem obersten Dorfe im Thale der Neste d'Aure, kommt man allerdings über Granit; derselbe reicht aber nicht bis Aragnouet, wie die Karte angiebt; gleich östlich von Le Plan steht gewöhnlicher Thonschiefer mit seinem ost-westlichen Streichen an. Im weiteren Verlaufe der Neste d'Aure lässt CHARPENTIER sich den Glimmerschiefer bis nach Vielle Aure ziehen, welcher dort nicht existirt.

wie erwähnt, aschgrau oder schwärzlichgrau und von dichter Textur, wird mitunter körnig, wobei sich indessen meist nur eine deutlich feinkörnige, selten eine mittelkörnige Textur entwickelt. Bei Trébons im Oueil-Thal boten sich solche, ihren stratigraphischen Verhältnissen nach zum Obersilur gehörige Kalksteine dar. Auch die sonnverbrannten, weissen und lichtgrauen dolomitischen Kalksteinfelsen, welche demjenigen auf-fallen, der vom Port de Venasque den spanischen Abhang nach dem Essera-Thal hinabsteigt, und welche wegen ihrer Farbe Penna blanca heissen, zeigen, gleichfalls ein Glied des Obersilurs bildend, diese Beschaffenheit; westlich kann man sie im Thal des Astos de Venasque, östlich über den Port de la Picade bis zur Eremitage d'Artigue Tellin und in das Val d'Arau verfolgen; CHARPENTIER traf ihre noch weiter nach Osten gelegene Fortsetzung an dem Punkte, wo die Quellen der Garonne und der Noguera Pallaresa einander gegenüber-liegen, in den Bergen, welche die Kapelle der Notre Dame de Montgarry umgeben, sowie um den Port de Salau an (welcher aus dem Salat-Thal in das der Noguera Pallaresa führt).

Charakteristisch ist derjenige Kalkstein, welchen BRONGNIART, CHARPENTIER und DUFRÉNOY „Calcaire (Calschiste) amygdalin“ genannt haben, und welcher in der Folge als Kalknieren-schiefer bezeichnet werden soll. Er bietet ein ausgezeichnetes Beispiel durchflochtener Textur dar, indem um mehr oder weniger zugerundete Knollen, Linsen oder Nieren von Kalkstein sich Schieferfasern allseitig herumschmiegen, wodurch jene in der That isolirten Mandeln ähnlich werden. Diese Gebilde, welche einen sehr schönen Marmor liefern, heissen gewöhnlich, wenn der Schiefer, der die Kalksteinnieren um-flicht, röthlich ist „Marbre de griotte d'Italie“, ist der Schiefer grünlich „Marbre Campan“. Die Brüche des letzteren, vorzugsweise berühmten Campaner Marmors liegen bei dem kleinen Weiler Espiadet in dem obersten Paillole-Thale, welches sich abwärts bei Ste. Marie mit dem Gripp-Thal zu dem Campaner-Thale vereinigt. Ich besuchte die Brüche auf der Wanderung von Arreau im Aure-Thale über den Col d'Aspin (4770 Fuss) mit seiner wunderbaren Aussicht tief hinunter in das Thal und auf den fernen Schnee des Pic du Midi de Génos und die Gletscher des Clarabide nach Bagnères de Bigorre. Der Marmor besteht aus grünem, bisweilen etwas kalkigem Schiefer

mit rothen und weissen, im Durchschnitt Wolken bildenden Kalknieren, hält sich aber an der Luft nicht besonders gut, weil die Schieferfasern rasch verwittern und die einzelnen Kalksteinlinsen dadurch aufgelockert werden. Die Brüche halfen Versailles, Klein- und Gross-Trianon schmücken, und aus ihnen stammen auch zwölf Säulen, welche das königl. Schloss in Berlin zieren; lange Zeit hindurch verlassen, hat man sie neuerdings wieder aufgenommen. Dieser Kalknieren-schiefer bildet, wo immer er sich in den Pyrenäen findet, ein höchst charakteristisches und stets leicht zu erkennendes Glied des oberen Devons; der „marbre de Campan“ aber muss scharf von den übrigen auch mitunter zu Marmoren verwandten Kalksteinen geschieden werden, welche weiter abwärts vom Dorfe Campan an bis nach Bagnères de Bigorre als nackter und zerrissener Höhenzug den Adour begleiten und der Juraformation angehören.

Andere Brüche eines ähnlichen oberdevonischen Marmors, welcher mehr die als griottes bezeichnete Varietät des Calcaire amygdalin darstellt, liegen bei Sarrancolin unterhalb Arreau im Aure-Thale, namentlich da, wo bei den Dörfern Ilhet und Beyrède rechts und links Schluchten in dieses Thal einmünden. In den ersten Brüchen ist vorzugsweise der Schiefer rothbraun und der nierenbildende Kalk grau, oder ersterer fleischroth, letzterer gelblich; unter Ludwig XIV. wurden sie schwunghaft ausgebeutet, dann aufgelassen und 1845 wieder in Betrieb gesetzt. Erwähnt sei noch, dass in dem devonischen dichten Kalkstein von Sarrancolin eine ausgezeichnete Kalksteinbreccie vorkommt, bei welcher Bruchstücke eines gelben, braunen oder fleischrothen, oft grüngefleckten, dichten Kalksteins durch einen gelbrothen, blutrothen, mitunter von weissen Kalkspathadern durchzogenen Kalkstein cämentirt werden. Zahlreiche Schleifwerke, auf denen diese Marmore von Espiadet und Sarrancolin verarbeitet werden, finden sich zu Bagnères de Bigorre, von denen namentlich das grossartige Etablissement von M. Géruzet sehenswerth ist.

Auch das Oueil-Thal, welches sich von dem Arboust-Thale abzweigt, enthält in seinem oberen Theile, zumal bei Bourg d'Oueil, denselben rothen und grünen Calcaire amygdalin. Ebenfalls erscheint derselbe in mehr oder minder ausgebildeter Weise, aber stets denselben stratigraphischen Horizont einnehmend,

bei Cierp im Pique-Thal, oberhalb St. Béat im Garonne-Thal, im Esbint-Thal an der Roque de Balam, zwischen Ax und Les Cabannes im Ariège-Thal, bei Sirach im Prades-Thal, kurz in den meisten pyrenäischen Querthälern vom Ossau-Thal bis Perpignan. Auf der spanischen Seite beobachtete CHARPENTIER denselben Uebergangsmarmor im Grunde der Schlucht von Sahun im Thale der Essera, ein wenig nördlich vom Saumpfad, welcher von Venasque nach St. Juan de Gistain führt.

Die vom Schiefer umflochtenen, mandelähnlichen Kalksteinlinsen und -Nieren enthalten nun in sehr häufigen Fällen einen Cephalopodenrest, eine Clymenia, einen Goniatiten oder auch wohl ein Orthoceras, welche offenbar als Anziehungspunkte für den kohlen sauren Kalk innerhalb des Schieferschlamms gedient haben. Mitunter gewahrt man in den durchgeschlagenen oder angeschliffenen Stücken deutlich die Linien der Spiralwindungen, sehr häufig sind dieselben nur durch etwas verschieden gefärbte, concentrische Ringe angedeutet, in weitaus den meisten Nieren ist aber keine Spur eines organischen Körpers zu erkennen; beim Schlag mit dem Hammer lösen sie sich aber mitunter zwiebelförmig auseinander und lassen einen festeren Kern zurück, und überdies finden so unmerkliche Uebergänge zwischen den gänzlich unregelmässig gestalteten Nieren und denjenigen statt, deren Form deutlich auf einen Goniatiten oder eine Clymenia zurückzuführen ist, dass an der ursprünglich organischen Natur auch der ersteren kein Zweifel obwalten kann. DUFRENOY *) bemerkt richtig, dass die Fossilien in dem Marbre griotte im Allgemeinen viel besser erkennbar seien als in dem Marbre Campan, dessen Nieren so häufig unter Verwischung jeder Form durch und durch in Kalkspath umgewandelt sind. In den Marmorschleifwerken von Bagnères de Bigorre, wo die verschiedenen Varietäten der Kalksteinnierschiefer zur Verarbeitung gelangen, hat man viele Gelegenheit, über die Form und organische Structur der Nieren Beobachtungen anzustellen, zumal in dem Etablissement des Herrn Gêruzet, dem grössten dieser Art in Frankreich. In den Steinbrüchen gestatten dies namentlich die lange der Luft ausgesetzt gewesenen Blöcke, deren Schieferlamellen sich allmählig aufgelockert haben.

Schon oben wurde angeführt, dass die Uebergangsgebilde

*) Annales des mines, (3) III, 1833, 123 ff.

in den atlantischen Pyrenäen hauptsächlich die oberen nördlichen, in den mittelländischen Pyrenäen hauptsächlich die oberen südlichen Abhänge zusammensetzen. In den Thälern überschreitet man oft unzählige Uebergangsschichten, welche alle, dasselbe Streichen und Einfallen besitzend oder dachförmig gegeneinander gestellt, durch Faltungen erzeugte Repetitionen derselben Schichten sind. Diese Dislocationen des Uebergangsgebirges sind aber viel älter als die eigentliche Haupthebung der Pyrenäen, welche damit gar nichts zu thun hat.

Auf der grossen Karte von Frankreich von DUFRENOY und ÉLIE DE BEAUMONT erscheinen noch, wie auf der von CHARPENTIER, die Uebergangsformationen als ungetheiltes Ganzes mit einer gleichmässigen Farbe angelegt. DUROCHER versuchte 1844*), das pyrenäische Uebergangsgebirge auf Grund abweichender Streichungs- und Fallverhältnisse in zwei Abtheilungen zu bringen, deren untere von Ostnordosten nach Westsüdwesten streichen und selten weniger als 60 Grad fallen, deren obere von Westen (etwas nördlich) nach Osten (etwas südlich) streichen und zwischen 30 und 60 Grad fallen soll; erstere parallelisirte er mit den cambrischen, letztere mit den silurischen Schichten Nordfrankreichs. Abgesehen davon, dass DUROCHER den ächt devonischen Charakter der oberen Uebergangsschichten, wie es in jenem Jahre kaum anders möglich war, verkannt hat, ist diese Begründung der Zweitheilung nicht zureichend; die angeführten Streichungs- und Falldifferenzen würden an sich offenbar geringfügig und weitaus nicht charakteristisch genug sein; überdies beschreibt oft das Streichen derselben Schicht, welche man, durch ihre Fossilreste sicher geleitet, weit verfolgen kann, Curven, deren Arme grössere Differenz zeigen als die von DUROCHER angenommenen cambrischen und silurischen Schichten; dieselben fossilhaltenden Schichten, die im Val d'Aran nordwestlich streichen, streichen z. B. im Pique-Thal südwestlich; an zahllosen Punkten gewahrt man, dass die obere und untere Abtheilung DUROCHER's gerade die grösste Concordanz in der Lagerung zeigen, und davon, dass die beiden Beispiele einer Discordanz, welche von ihm citirt werden, mindestens sehr zweifelhaft sind, davon habe ich mich auf meinen Wan-

*) Annales des mines, (4) VI. 1844. 15 ff.

derungen im oberen Aure- und Lavédan- (Barèges-) Thal zur Genüge überzeugt.

Jüngere stratigraphische und paläontologische Untersuchungen, welche namentlich von LEYMERIE*) im Dép. der Hochgaronne angestellt wurden, haben die Trennungen in Silur und Devon ermöglicht. Die Umgegend von St. Béat im Garonne-Thal, von Cierp und Bagnères de Luchon im Pique-Thal ist der Punkt, wo der treffliche Forscher zuerst seine Scheidungen versucht hat. Ein Besuch St. Béats und des Val d'Aran bis zu den Quellen der Garonne, die Wanderung das Pique-Thal aufwärts über Cierp nach Bagnères de Luchon und zahlreiche Excursionen von diesem reizenden Badeorte nach den Pässen der Hauptkette, in das Arboust-, Oueil- und Oo-Thal, die Hin- und Rückwege über die Cols von Pierrefitte und Peyresourde in das Aure-Thal verschafften mir ebenfalls Gelegenheit, beide Formationen in ihrem gegenseitigen Verhältniss zu studiren, die Untersuchungen LEYMERIE's in ihrem ganzen Umfang zu bestätigen und hier und da zu erweitern. Mit den Beobachtungen, welche sich in dieser ausgezeichneten Region anstellen lassen, sei hier der Anfang gemacht, um darauf andere, ähnliche oder etwas abweichende Lokalitäten zu besprechen und daran einige allgemeinere Bemerkungen über das pyrenäische Silur und Devon zu knüpfen.

Das Städtchen St. Béat, durchflossen von der jungen Garonne, liegt so eng eingezwängt zwischen zwei hohen und steilen Bergen, dass die Häuser zwischen den Felswänden und dem wildbrausenden Flusse kaum Platz finden. Der westlich nach Marignac zu gelegene Berg, der Mount Arri, besteht wie der gegenüber auf dem rechten Garonne-Ufer sich erhebende Cap det Mount aus einem lichtgrauen, stellenweise auch weissen, krystallinischen Jurakalk; nach Marignac zu findet man in dem beim Schlag mit dem Hammer sehr bituminös riechenden Marmor kleine Nester von Schwefel, sehr schöne Eisenkieskrystalle bis zu $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, Lamellen von Talk und Glimmer und Schnürchen von Serpentin. Der Cap det Mount wird im Süden von einer Marmorbreccie begrenzt, in welcher sich seit uralten Zeiten ein Steinbruch befindet. Wandert man von St.

*) Bull. de la Soc. géol., (2) VII. 210 und Esquisse géognostique des Pyrénées de la Haute-Garonne. Toulouse, 1858.

Béat die Garonne auf dem rechten Ufer aufwärts (vgl. das Profil Taf. I. Fig. 3, dessen nördlichster Theil schon früher von LEYMERIE mitgetheilt wurde), so erscheint in kurzer Frist das Seitenthälchen der Sabach und in dessen offener Mündung ziemlich isolirt ein kleiner Bergkegel von dioritartigem, feinkörnigem Gestein, auf dessen Gipfel sich eine Ruine erhebt, und zu dessen Füßen das Dörflein Lez liegt. Der Fuss des südlichen Gehänges des Sabach-Thälchens, zu welchem man nun fortschreitet, besteht aus Buntsandstein; es ist ein rother, mitunter stark thoniger und dann deutlich geschieferter Quarzsandstein und ein durch Sandstein verkittetes Conglomerat von groben Quarzgeröllen.

Alsdann beginnen die Uebergangsschichten; zuerst folgen anfangs gelbliche, hauptsächlich aber licht bläulichgraue, halbkrySTALLINISCHE bis dichte Kalksteine, lichtgrüne, zartblättrige Schiefer, Schiefer mit Nieren und Adern von grauem und grünlichem Kalk und mit jaspis- oder hornsteinähnlichen Flatschen von grünlicher, blassrother und blutrother Farbe. Auch zeigen sich in diesem Schichtencomplexe einzelne Bänke eines ächten Kalknierenschiefers (Calcaire amygdalin, Marbre Campan, Marbre griotte). Hier am Gehänge des Garonne-Thals konnte ich, wie LEYMERIE, in diesen Schichten keine organischen Ueberreste finden; es bilden aber diese Schichten offenbar die Verlängerung derjenigen, welche sich nach Westen bei Marignac und im Pique-Thal bei Cierp zeigen (vgl. Taf. I. Fig. 1), wo die Kalknierenschiefer, ebenfalls südlich an den Buntsandstein angelehnt, bedeutend entwickelt sind und Goniatiten, Clymenien, Encriniten, Orthoceratiten führen. Auch in den die östliche Verlängerung bildenden Kalknierenschiefen, welche an der Höhe des Berges von Argut-dessus anstehen, trifft man Nieren, welche deutliche Goniatiten darstellen.

Diese Schichten, welche südlich von Lez zunächst an den Bunten Sandstein angrenzen, bilden nun offenbar hier die obersten Uebergangsschichten, und zwar gehören sie nach ihrer Fauna dem Devon an. Es ist ein wohlcharakterisirtes Oberdevon. Diese Schiefer streichen oberhalb Lez h. 7, die Hauptrichtung des gesammten pyrenäischen Uebergangsgebirges, und stehen fast senkrecht.

Nun folgen die Garonne aufwärts immer ältere Schichten: zuerst wenig mächtiger, bläulichgrauer Kalkstein mit Orthoce-

ras, welcher in seiner westlichen Verlängerung in dem nach Marignac hinabsteigenden Thal und im Pique-Thal ausser *Orthoceras bohemicum* auch Encriniten (*Seyphocrinites* nach LEYMERIE), Trilobiten, *Cardiola interrupta* und Graptolithen führt, Fossilien, welche in ihrer Gesamtheit auf obersilurisches Alter deuten. Ein unteres Devon ist also in dem Garonne- und Pique-Thal nicht vorhanden. Südlich von jenem bläulichgrauen Kalkstein sind noch lichtere Kalksteine damit verbunden, welche zum Theil etwas dolomitisch sind.

Damit endigen die fossilhaltigen, vorzugsweise kalkigen Schichten, und es folgt weiter nach Süden ein sehr mächtiges, fossilfreies Schiefersystem, bestehend zuerst aus Thonschiefern und schönen Dachschiefern, welche bei Argut-dessous in Brüchen gewonnen werden, dann aus Kalkschiefern, mitunter Quarzknollen und Quarzschnüre enthaltend, und Grauwackenschiefern. LEYMERIE rechnet ohne Bedenken den Thon- und Dachschiefer noch zum Obersilur (zu den *Orthoceras*-Kalksteinen) und lässt es für die Kalk- und Grauwackenschiefer unentschieden, ob man sie zum oberen oder unteren zählen soll; ob aber jene oberen Schiefer wirklich noch zum Obersilur gehören, kann bei dem vollständigen Mangel an organischen Ueberresten nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Alle diese Schiefer streichen wie die oberdevonischen nördlichen Kalknierenschiefer genau oder nahezu h. 7 und stehen ebenso fast senkrecht wie jene.

Bald ist nun der Pont du roi erreicht, eine hölzerne Brücke über die Garonne, welche hier in einem sehr engen Hohlweg zwischen dem Pales de Burat (6875) und dem Tentenade (5260) rasch einherströmt, seit uralten Zeiten die Grenze zwischen Frankreich und Spanien; der Engpass, welcher nach Süden in das spanische Garonne-Thal führt (das Val d'Aran), ist in einen bläulichgrauen Kalkschiefer von homogener Beschaffenheit eingeschnitten. Dann erscheinen aufwärts Thonschiefer und Grauwackenschiefer, allmählig übergehend in Glimmerschiefer und gneissartige Gebilde, welche den metamorphischen Hof des Granitmassivs von Bosost darstellen.

Ganz ähnlich sind die Verhältnisse im unteren Thale der Pique, eines fast parallellaufenden Nebenflusses der Garonne, welchen ich von Cierp aufwärts nach Bagnères de Luchon und bis zu seinen Quellen verfolgte (vergl. Taf. I. Fig. 1). Bei Cierp

zeigt sich dasselbe schmale Band von rothem Sandstein wie bei Lez oberhalb St. Béat, und südlich lagern sich daran wohlcharakterisirte Kalknierenschiefer, deren Schichten sehr deutliche und so auffallende Biegungen zeigen, dass schon PALASSOU sich veranlasst sah, dieselben in seinem „Essai sur la minéralogie des Mont-Pyrénées“ abzubilden. Mitunter sieht man in diesen oberdevonischen Gebilden die Goniatiten und Clymenien ganz vortrefflich. Bei Signac, die Pique aufwärts, kommen unter den Kalknierenschiefern graue Kalke hervor, welche bisweilen reich an Encrinitenbruchstücken sind; es sind dies dieselben Kalksteine, welche durch *Cardiola interrupta* und *Orthoceras bohemicum* als Obersilur charakterisirt sind; im Pique-Thal aber sind die Orthoceren selten, welche östlich bei Margnac häufiger erscheinen. Bei Signac fand LEYMERIE in den Encrinitenkalken einen 6 Centim. langen Trilobiten, sehr ähnlich der *Calymene Tristani* BRONGN., bei Bachos Binos, ebenfalls im Pique-Thal, schöne Scyphocriniten; BOUBÉE hat früher in diesen Schichten auch Graptolithen beobachtet. Etwas oberhalb Guran endigen nun diese fossilhaltigen Schichten, und es folgen mächtige, fossilfreie Silur-Schiefermassen, welche auf beiden Gehängen des Thales aufwärts bis Luchon und Montauban anhalten. Es herrscht hier ein dunkelblaugrauer bis schwarzer, dünnschieferiger Thonschiefer, der oberhalb Guran h. 7 streicht und 70 Grad gegen N. fällt, also dieselbe Richtung verfolgt, wie die Schichten des oberdevonischen Kalknierenschiefers und der azoischen Thonschiefer oberhalb Lez im Garonne-Thal. Er ist nicht im mindesten metamorphosirt, vielfach von Quarzadern durchzogen und ganz dem rheinischen Devonschiefer ähnlich; hier und da sind tiefschwarze, kohlige Schieferschichten eingeschaltet; secundäre Schieferung ist mitunter sehr deutlich ausgebildet. Oberhalb Guran bei dem Weiler Pradviel fand ich in der Nähe eines kleinen Granitstockes, deren hier auf beiden Gehängen einige erscheinen, in dem Thonschiefer die schon von CHARPENTIER erwähnten Chistolithe, hübsche kleine Säulchen, von denen aber der grösste Theil mehlig verwittert ist. Gleich bei Luchon beginnt nun auf der Nordseite des Granitmassivs der Schiefer des Pique-Thales seidenglänzend und glimmerschieferartig zu werden, gerade wie es oben für die Schiefer des benachbarten spanischen Val d'Aran bemerkt wurde.

Die glimmerschiefer- und gneissartig umgewandelten Schiefer, welche offenbar vor der Metamorphose silurische oder cambrische Schichten repräsentirten, zeigen sich auch sehr schön, wenn man von Bagnères de Luchon aus durch die Allée des soupirs das hier mit dem Pique-Thal sich vereinigende Arboust-Thal emporwandert. Auf wohlgepflegter Chaussee steigt man aufwärts, und je mehr man sich erhebt, desto reizendere Blicke bieten sich in den malerischen, üppigen Kessel von Luchon und auf seine weichgeformten Berggelände dar; bald zur Rechten, bald zur Linken rauscht der mit hohen und kühnen Brücken überspannte, schäumende Fluss. Eine kurze Strecke oberhalb Luchon sieht man, wie die krystallinischen Schiefer, welche immer mehr und mehr einen klastischen Habitus gewinnen, bedeckt werden von einem dunkel bläulich-schwarzen, gefältelten, stellenweise glänzenden Schiefer, welcher reich an Kohlenstoff und feinen Eisenkiespünktchen ist; viele zum Theil mächtige Quarzgänge setzen in ihnen auf. Diese durch ihre Farbe ausgezeichnete und sowohl nach oben, als nach unten sich scharf abgrenzende Etage, welche namentlich deutlich an dem Absturz unterhalb Cazaril beobachtet werden kann, steht auf der Grenze zwischen dem unteren und oberen Silur. Nun folgen graue, feinkörnige Kalksteine, auf welche am rechten Ufer des Arboust und unterhalb Trébons Steinbrüche betrieben werden, und welche in Verbindung mit etwas seidenglänzenden, dunkelgrauen Thonschiefern - höchst wahrscheinlich dem oberen Silur angehören; diese zuerst von LEYMERIE ausgesprochene Ansicht wird dadurch unterstützt, dass FOURCADE neuerdings in diesen sehr petrefactenarmen Schichten *Orthoceras bohemicum* BARR. gefunden hat. Auch die schwarze Grauwacke, welche man beim Eingange des Oueil-Thales in das des Arboust beobachtet, wird von LEYMERIE, wie es scheint, mit Recht noch zum oberen Silur gerechnet.

Das Oueil-Thal ist ein Seitenthal des Arboust-Thales, welches sich zum Pic du Montné (6840 Fuss) und zum Col de Pierrefitte (5754 Fuss), über welchen ich nach Arreau in's Aure-Thal hinüberstieg, hinaufzieht; dasselbe aufwärts herrscht nun das Devon, welches sich auch nach Süden in das Arboust-Thal verbreitet. Es sind zuunterst lichte, weisslichgraue und gelblichgraue Kalkschiefer, und darüber liegen Kalksteine, welche durch Schieferlamellen eine ausgezeichnete durchflochtene Textur

und lebhaft abstechende Farbenverschiedenheit aufweisen, ächte Kalknierenschiefer (*calcschistes amygdalins*); diese letzteren entsprechen vollständig den bunten Marmoren von Campan (Espiadet), welche in noch weiterer westlicher Verlängerung liegen. Die Schieferstreifen sind gewöhnlich grünlich, die Kalksteinnieren weisslich, fleisch- oder rosenroth gefärbt. Unbestimmbare, nur in ihren Durchschnitten erkenntliche, aber als solche nicht un-deutliche Reste von Clymenien und Goniatiten kommen in diesen durchflochtenen Kalksteinen vor. Ausgezeichnet sind diese Gebilde in den Steinbrüchen am Gehänge des Oueil-Thales, unfern St. Paul, bei Jurviel und Bourg d'Oueil zu sehen; mit den Kalkschiefern entsprechen sie ohne Zweifel dem oberen Devon, dessen untere Schichten, wie es auch im Pique- und Garonne-Thal der Fall ist, hier zu fehlen scheinen. Hier, ebenso wie bei Espiadet, hat aber das Oberdevon eine viel mächtigere Entwicklung gefunden als oberhalb Cierp und oberhalb St. Béat.

Die azoischen Schichten des unteren Silurs, Thonschiefer mit Quarzsnüren, zeigen sich in der südlichen Umgebung von Bagnères de Luchon in nicht oder nur wenig umgewandeltem Zustande, gleich nachdem man oberhalb des Hospiz von Luchon die Pique überschritten hat, und halten auf dem Saumpfade bis zur Höhe des Ports de Venasque an. Vor dem Hospiz herrschten im Pique-Thal, auf die krystallinischen Schiefer folgend, die schwarzen, kohligten Schichten des Obersilurs; dieselben gehen vom Hospiz aufwärts die Pique noch bis zum Pas de l'Escalette; auf dem Portwege führen sie weisse Chiasolithen. Dieselben Obersilur-Schichten kommen auf dem südlichen Abhänge des Port de Venasque wieder zum Vorschein, indem sie den südlichen Flügel eines gewaltigen Sattels bilden, dessen unterste innerste Schichten den nördlichen Abhang und den Port selbst zusammensetzen. Die oberen Etagen dieses Obersilurischen Schichtensystems enthalten nach dem Essera-Thal und der Maladetta zu die lichtgrauen, weissgeaderten dolomitischen Kalksteine, welche die nackten, sonnenverbrannten Felsen der Penna blanca bilden; sie entsprechen höchst wahrscheinlich den eben erwähnten Kalksteinen von Trébons im Arboust-Thal. Geht man weiter zum Port de la Picade, so gewahrt man über den (d. i. südlich von den) orthocerasführenden Kalksteinen noch schwarze Grauwacke,

welche vielleicht mit jener am Ausgange des Oueil-Thales in das Arboust-Thal identisch ist, die auch dort den Kalkstein überlagert. Die silurischen Kalke, Dolomite und Grauwackenschiefer gehen, wie früher bemerkt (S. 107), an den Flanken des granitischen Maladetta-Massivs ungefähr bis zur Rencluse hinauf. Diese Schichten lassen sich weiter östlich in das Val d'Aran, über den Port de Paillas, zur Kapelle von Notre-Dame de Montgarry, bis zu den Bergen um den Port de Salau verfolgen. Zwischen dem Pique-Thal und dem spanischen Val d'Aran ragt das Massiv des Baccanère auf (7000 Fuss), welches fast gänzlich aus Schiefeln, Kalkschiefern und Kalksteinen des Obersilurs aufgebaut ist; ebenfalls der eine der grossartigsten Fernsichten der Pyrenäen darbietende Pales de Burat (6875 Fuss), welcher gerade dem Pic de Tentenade gegenübersteht, von ihm nur durch den Engpass der Garonne und den Pont du roi getrennt; in den Kalksteinen, welche seinen Gipfel zusammensetzen, findet man deutliche, aber wenig bestimmbare Orthoceratiten. Jenseits der Garonne, nördlich von St. Béat erhebt der Pic de Gar seine zerrissenen und zackigen Gipfel; der Fuss des Massivs besteht aus Granit, dann folgen krystallinische Schiefer, darauf nach oben Thonschiefer mit einer Kalkbank, in der sich Orthoceras, Orthis und *Cardiola interrupta* finden, darüber lagern eine schmale Schicht Bunten Sandsteins und alsdann die Jurakalke, welche den Gipfel bilden; ein deutliches Devon ist hier zwischen den Schiefeln und Kalken des Silurs und der Trias nicht ausgebildet.*

Ganz ähnliche Beobachtungen, wie sie sich zwischen St. Béat und Bosost im Garonne-Thal, wie sie sich zwischen Cierp und Bagnères de Luchon im Pique-Thal anstellen lassen, bieten sich auch dar, wenn man von Tarascon die Ariège aufwärts über Les Cabannes nach dem Badeort Ax wandert. Das vorwiegend aus Kalksteinen zusammengesetzte Terrain zwischen Tarascon und Cabannes, welches DUFRENOY auf der grossen Karte von Frankreich mit der für die untere Kreide geltenden grünen Farbe bezeichnet hat, gehört offenbar, wie LEYMERIE zuerst berichtigte, zur Juraformation; es bildet in der That die östliche Fortsetzung des Jurastreifens, welcher sich von Vicdessos bis in die Gegend von Seix im Salat-Thal

hinzieht*). Südlich von diesen Jurabildungen erscheinen nun in der Nachbarschaft von Cabannes, am Fusse des Pic de Barthélémy ausgezeichnete Ablagerungen, welche ohne Zweifel dem oberen Devon angehören. Es sind Kalksteine, Kalkschiefer und Kalknierenschiefer, vollkommen ähnlich denjenigen von Cierp, des Oueil-Thales und von Espiadet, ganz dieselben schönen, grünen und rothen Griottes-Marmore; namentlich deutlich sind diese ächten Oberdevon-Schichten, welche hier abermals h. 6—7 streichen, an dem kegelförmigen Felsen zu sehen, auf dessen Gipfel die Ruinen des Schlosses von Lordat stehen. Um die Aehnlichkeit vollständig zu machen, lassen sie auch ganz dieselben confusen Windungen erkennen, wie sie sich so ausgezeichnet bei Cierp darbieten. Jene wenig mächtige Ablagerung von rothem Sandstein aber, welche sich sowohl südlich von St. Béat, als südlich von Cierp zwischen dem Jura und Oberdevon eingeschaltet findet, scheint hier südlich von Cabannes nicht vorhanden zu sein. Unter den Devon-schichten kommen weiter südlich gewöhnliche Thonschiefer und Dachschiefer zum Vorschein, welche in Streichen und Fallen völlige Concordanz mit jenen aufweisen. Diese Schiefer-schichten, in welchen ich allerdings ebensowenig wie LEYMERIE Fossilreste finden konnte, stellen offenbar das Silur dar. Allmählig gewinnen diese ursprünglich ächt klastischen Schichten einen krystallinischen Habitus; es zeigen sich Glimmerthonschiefer, Fleckschiefer und Knotenschiefer, zuletzt selbst glimmerschieferartige Gebilde. Es ist dies der krystallinische Hof, welcher sich um den Granit von Ax findet; nachdem diese Zone der metamorphosirten, ehemaligen silurischen oder cambrischen Schiefer, in denen hier und da Granitgänge aufsetzen, passirt ist, tritt man in das Gebiet des Granits ein; er ist wie bei Luchon ein sehr feldspathreiches Gestein, dessen weisser Glimmer sehr häufig eine Tendenz zu blumig-blättriger Gruppierung zeigt, und hier entspringen demselben, um die Analogie

*) Auch jener grün bezeichnete Zweig, der sich von Tarascon in westnordwestlicher Richtung bis weit über Rabat hinauszieht und von dem eben erwähnten durch das Granitmassiv von Gourbit getrennt wird, gehört dem Jura und nicht der Kreide an. LEYMERIE hält dafür, dass auch die grünen Schichten DUFRENOY'S nördlich vom Granit von Mercus über Fraichinet, Nalzen, Montferrier und Belestas Jura sind; Bull. de la Soc. géol., (2) XX. 1863. 258. 263.

zwischen dem Ariège-, Pique- und Garonne-Thal gänzlich durchzuführen, viel benutzte heisse Schwefelquellen (S. 113).

Ueberlagert von Liaskalk im Norden und aufruhend auf den hier die Wasserscheide bildenden, mächtigen Silurschichten im Süden erscheint der charakteristische rothe oder grüne Devon-Marmor auch im Salat-Thal gleich oberhalb des Château de la Garde, wo Alech und Salat sich vereinigen (vgl. Taf. I. Fig. 2). Kurz, als schmales Querband verläuft er wohl durch die meisten Pyrenäenthäler östlich vom Ossau-Thale.

In den unteren Sedimentbildungen der ostpyrenäischen Thäler des Tech und Tet, welche ich nicht besuchte, hat NOGUÈS*) jüngst zwei Etagen unterschieden, eine untere, vorzugsweise aus mehr oder weniger umgewandelten Schiefen bestehende und eine obere, vorzugsweise kalkige; erstere rechnet er zum Silur, letztere zum Devon. Das Devon enthält neben den Kalken und Kalkschiefern an mehreren Punkten Grauwacken. Zwischen Corneilla und Fillols im Tech-Thal besteht der Bergrücken aus fossilführender Grauwacke von gelblichgrauer Farbe; darin fand NOGUÈS: *Stromatopora concentrica* GOLDF., *Fenestella antiqua* GOLDF., *Calamopora polymorpha* GOLDF., *Rhynchonella pugnus* SOW. Ueber den Charakter dieser Fauna vgl. unten.

Das Uebergangsterrain, welches sich in den nördlichen Ostpyrenäen zwischen Durban und Tuchan im Osten, Alet und Bains de Rennes im Westen erstreckt, ist der Hauptsache nach devonisch, wofür sich auch d'ARCHIAC entschieden hat**). Es sind schwarze und graue Schiefer, Kalkschiefer, untergeordnete, dichte, bläulichgraue Kalksteine und dann wiederum jene charakteristischen durchflochtenen Gebilde, bestehend aus röthlichbraunen Kalksteinnieren, umgeben von Thonschiefer, gerade wie die Griottes von Campan und von Caunes in der Montagne noire. Clymenien sind hier in den Kalknieren bis jetzt mit Sicherheit noch nicht nachgewiesen worden.

Wandern wir nunmehr wieder zurück nach den Hochpyrenäen, um noch einige Localitäten, welche entweder durch ihre Fossilreste oder dadurch, dass sich dort Silur und Devon trennen lassen, bemerkenswerth sind, zu betrachten. Das Thal,

*) Comptes rendus, LVI. 1863. 1122.

***) Bulletin de la Soc. géol., (2) XIV. 1857. 502.

in welchem der Gave de Pau fließt, lässt zwischen Pierrefitte und Luz eine ausgezeichnete Reihenfolge von schwarzen, graphitischen, abfärbenden, eisenkies- und alainreichen Schiefern sowie von Kalksteinen erkennen, welche sowohl einzeln, als in ihrer Verbindung so sehr jenen kohligten Schiefern und Kalksteinen gleichen, welche man im Arboust- und obersten Pique-Thal als Glieder des Silurs erkannt hat (vergl. oben), dass man sie unbedenklich damit identificiren kann. Auch die Schiefer, welche südlich von Luz das Thal des Gave de Pau (oder die Vallée de Baréges, wie es uneigentlicher Weise heisst) bilden, scheinen dem Silur anzugehören. Auf der Höhe zwischen dem Gave de Héas und dem Gave des Pragnères, zwei Gewässern, welche auf der rechten Seite des Gave de Pau mit diesem zusammenfließen, befindet sich eine Berggegend, Plein de Brada, welche man am besten von dem Dorfe Gèdre aus (im Süden gelegen) durch zweistündiges starkes Steigen erreicht; dort stehen Schiefer und plattige, sehr zähe Kalksteine von bläulichgrauer Farbe in 70 — 80 Grad geneigten und h. 8 streichenden Schichten an. Hier ist es, wo DE PINTEVILLE 1844*) in dem Ausgehenden einer Kalksteinbank Fossilien fand, welche sich als ächt devonisch erweisen. Leider verhinderten mich an diesem Orte heftige Regengüsse, das Sammeln von Petrefacten fortzusetzen. Die Fossilreste, welche DE PINTEVILLE beobachtete, sind stark verdrückt, nur undeutlich zu erkennen, und die genaue Bestimmung derselben muss nach DE VERNEUIL, welcher dieselben untersuchte, zweifelhaft bleiben; letzterer erkannte (avec doute) *Strophomena (Leptaena) depressa*, (avec plus de doute) *Terebratula prisca (Spirigerina reticularis)* und eine *Orthis*; diese beiden seien indessen vielleicht nur entstellte Strophomenen. Ausserdem fanden sich zwei ungleichklappige Bivalven, welche verschiedenen Species, namentlich von *Nucula*, gleichen, ferner ein *Encrinur*, vielleicht *Ctenocrinus typus (Cynthocrinus pinnatus)*, endlich sehr viele Polyparien, die einer einzigen Species anzugehören scheinen.

Im Ossau-Thal geht bis oberhalb Araudy die Kreide, und darunter liegen nach Süden ausgedehnte Uebergangsgebilde. Es folgen aufwärts den Gave in den unteren Strichen des Gehänges gewöhnliche Thonschiefer, glimmerige, etwas seiden-

*) Bulletin de la Soc. géol., (2) I. 1844. 137.

glänzende Schiefer, auch Schiefer mit otrelitartigen Blättchen; beim Dorfe Bagès-Beost streichen die dünnschieferigen Thonschiefer h. 10 und fallen nach Nordosten mit 59 Grad. Verlässt man bei Laruns das Ossau-Thal und wendet sich die Schlucht des Valentine aufwärts, welche nach den Bädern von Eaux-bonnes emporzieht, so erscheinen im Anfange der Schlucht noch Thonschiefer, zu welchen sich in grösserer Höhe dunkle Kalkschiefer und Kalke gesellen, aus denen auch die Quellen entspringen. In den höheren Strichen der südlich sich erhebenden Montagne de Gourzy und der nördlich liegenden Montagne verte (oder d'Aas) herrschen die Kalksteine allein. Auch von Laruns nach Süden zu das Ossau-Thal aufwärts nehmen die Kalke schon im Thalgrunde überhand und bei Eaux-chaudes erscheint kein Schiefer mehr; in dem hier etwas sich verbreiternden Gave-Thal kommt in der Thalsole unterhalb des Kalksteins Syenitgranit zum Vorschein, und wie gewöhnlich in den Pyrenäen ist die Grenze des massigen und des geschichteten Terrains der Punkt, wo die heissen Schwefelquellen entspringen. Noch weiter südlich nach Gabas zu werden nun die unteren Gehänge des Thales von demselben Granit gebildet, über welchen wie eine weite Decke sehr deutlich der graulich-schwarze, splitterige Kalkstein ausgebreitet ist. Mit grösster Wahrscheinlichkeit gehören die nördlichen, liegenden Schieferetagen dem Silur, die hangenden südlichen Kalke dem Devon an. Leider sind Fossilreste überaus spärlich und dazu sehr schlecht erhalten. GASTON SACAZE hat in dieser Gegend des oberen Ossau-Thales mehrere Fossilien gesammelt*), von denen unten noch die Rede sein wird; vom Gipfel des Pic de Ger brachte er ein Petrefact, ähnlich *Campophyllum flexuosum*, mit, in den südlichen Kalkmassen um den Pic d'Ossau fanden sich *Calamopora polymorpha*, *Campophyllum flexuosum* und ein Brachiopod, ähnlich *Uncites gryphus*. BOURJOT sammelte bei Eaux-chaudes einen Bellerophon und Spiriferen, ähnlich *Sp. speciosus*, *Sp. macropterus*, *Sp. mucronatus*. Ich war nicht so glücklich, die geringe Zahl der bekannten Fossilien zu vermehren, was nicht Wunder nehmen kann, wenn ein so fleissiger, ansässiger Sammler wie GASTON SACAZE aus dieser Gegend nur so dürftige Ausbeute erhielt.

*) Mitgetheilt im Bull. de la Soc. géol., (2) II. 1855. 69.

Von dem pyrenäischen Silur ist bis jetzt nur das Obersilur durch Fossilien charakterisirt; in den vorwiegend schieferigen Etagen, welche dieses unterteufen, hat sich noch kein organischer Ueberrest gefunden. Bei Marignac und oberhalb Cierp erscheint *Cardiola interrupta* BROD., oberhalb St. Béat, bei Marignac und im Arboust-Thal Orthoceren, unter denen *O. bohemicum* wohl erkennbar ist; oberhalb Cierp Graptolithen; bei Signac (Bachos Binos) *Scyphocrinus elegans* und ein Trilobit, ähnlich *Calymene Tristani* (nach LEYMERIE). *Cardiola interrupta* ist eine ächt Obersilurische Species; in England erscheint sie in der Wenlock- und Ludlowgruppe, d. i. im ganzen Obersilur, und scheint hier höher hinaufzugehen als in Böhmen, wo sie nur in der unteren Kalkstein-Etage E BARR., der Basis des Obersilurs, auftritt. In dieser Etage E kommt mit der *Cardiola* auch *Orthoceras bohemicum*, sowie *Scyphocrinus elegans* vor; die beiden ersteren finden sich auch zusammen bei S. Juan de las Abadesas (St. Jean des Abesses) auf dem spanischen Abhang der Ostpyrenäen. Unter den silurischen Orthoceren von St. Béat und Marignac giebt es auch solche, welche dem *Orthoceras styloideum* sehr nahe stehen, welches in Böhmen unsere *Cardiola* begleitet.

Die devonischen Schichten erweisen sich an verschiedenen Localitäten durch den Typus ihrer Faunen als offenbar verschiedenalterig. Von den Fossilresten, welche GASTON SACAZE in dem oberen Ossau-Thal und seinen Seitenschluchten leider ohne genaue Bezeichnung der Fundstelle sammelte, sind *Pleurodictyum problematicum* (unteres rheinisches, nassauisches, belgisches, englisches Devon), *Orthis hipparionyx* SCHNUR (unteres Devon von Prüm und Siegen), *Spirifer paradoxus*, *Rhynchonella sub-Wilsoni* ächt unterdevonisch. Sollte die Bestimmung der *Orthis Beaumontii* richtig sein, so würde dieselbe (z. B. in der unteren rheinischen Grauwacke) auch auf Unterdevon verweisen. *Orthis striatula* und *Spirigerina reticularis* können nicht zur Orientirung dienen, da dieselben sowohl im Silur, als im Devon vorkommen, erstere sogar bis in das belgische Oberdevon hinaufgeht. *Cyathophyllum turbinatum* E. H. ist auch devonisch, vorzugsweise mitteldevonisch. *Calamopora polymorpha*, *Campophyllum flexuosum* und das *Uncites gryphus* ähnliche Fossil, die sich in den Kalken um den Pic du Midi d'Ossau finden, sind auch mitteldevon, *Uncites gryphus*

bezeichnet in der Eifel das oberste Mitteldevon, auch im Paffrather und Elberfelder Kalk; jedenfalls devonisch sind auch die Spiriferenarten (ähnlich *Sp. speciosus*, *macropterus*, *micronatus*) von Gourry bei Eaux-chaudes. Zeugen für Unter- und Mitteldevon liegen also jedenfalls vor. Oben wurde erwähnt, dass die liegenden Schieferetagen vorzugsweise silurisch zu sein scheinen, womit auch übereinstimmt, dass GASTON SACAZE in den Thonschiefern von Laruns die unter dem Namen Myrianites bekannten Gebilde entdeckte. Das Oberdevon scheint aber in dieser Gegend des Ossau-Thales vollständig zu fehlen.

Was die ächt devonische Fauna von Gèdre anbelangt, so lässt es sich, selbst wenn man die Bestimmungen, welche DE VERNEUIL „avec doute“ vornahm, als richtig annimmt, nicht sicher entscheiden, ob dieselbe dem Unter- oder Mitteldevon angehört; es scheint indessen, dass dieselbe einen mehr unterdevonischen Charakter trägt. *Strophomena depressa* und *Spirigerina reticularis* mit ihrer grossen Lebensdauer können zwar nicht orientiren, *Ctenocrinus typus* findet sich aber im Unterdevon, und auch von *Nucula* und *Orthis* fällt innerhalb des Devons die Hauptentwicklung in die untere Abtheilung; jedenfalls ist die Fauna nicht oberdevonisch, und sie bildet einen vollständigen Gegensatz zu der gleich zu erwähnenden Goniatiten- und Clymenienfauna des pyrenäischen Oberdevons.

Die Fossilreste dagegen, welche NOGUÈS im Tech-Thal fand, kann man schon mit grösserer Wahrscheinlichkeit als mitteldevonisch betrachten. *Fenestella antiqua* kommt freilich schon im unteren Devon des nördlichen Devonshire (Gruppe von Linton) vor, *Calamopora polymorpha* aber im Mitteldevon Süd-Devonshires und des rheinisch-westphälischen Kalkzuges, *Rhynchonella pugnus* Sow. im Mitteldevon der Eifel, von Aachen, Vicht, Stolberg; auch *Stromatopora concentrica* ist mitteldevonisch.

Das Oberdevon ist nun in den Pyrenäen an mehreren Localitäten ausgezeichnet charakterisirt durch die durchflochtenen Kalknierenschiefer (*calschistes amygdalins*, *griottes*) mit ihren zwar kaum speciell bestimmbaren Goniatiten und Clymenien. Bereits sind in Europa viele Punkte bekannt, wo gerade derlei Gesteine, welche überall dieselben Eigenthümlichkeiten darbieten, einen höchst wichtigen oberdevonischen Horizont abgeben; so ist es in Westphalen, wo der Nierenkalkstein (Kramenzel) mit seinem unteren Sandstein über dem

Flinzschiefer oder direct über dem Elberfelder Stringocephalenkalk liegt, und wo gerade so bunte, rothe und grüne Schiefer erscheinen, wie in den Pyrenäen; so ist es in Nassau, wo die oberdevonischen Cypridinen und Goniatiten führenden, kalkigen Schiefer und Kalke bekanntlich vollkommen den westphälischen Nierenkalken entsprechen, welche auch Cypridinen enthalten, während diese bis jetzt in den pyrenäischen Gesteinen noch nicht aufgefunden wurden; so ist es in Belgien, so bei Gattendorf nördlich von Hof im Fichtelgebirge, oberhalb Saalfeld in Thüringen, bei Ebersdorf südlich von Glatz u. s. w. Diesen Vorkommnissen stellen sich die pyrenäischen Gegenden des Garonne-Thals oberhalb St. Béat, des Pique-Thals bei Cierp, des Oueil-Thals, von Espiadet, des Salat-Thals, des Ariège-Thals zwischen Ax und Cabannes u. s. w. vollständig parallel zur Seite, und die getreue petrographische Uebereinstimmung, welche derselbe uralte geologische Horizont an weit unter einander entlegenen Stellen besitzt, ist eine ebenso merkwürdige als wichtige Thatsache.

So dürftig demnach auch die bisherigen Untersuchungen in den Pyrenäen zur Zeit noch sind, so führen sie doch schon zur Unterscheidung eines wohlcharakterisirten untersten und obersten und zur nicht unbegründeten Aufstellung eines mittleren Devons. Bis jetzt aber hat man die verschiedenen Faunen noch nicht einander regelmässig überlagernd angetroffen, sondern sie existiren unabhängig von einander an isolirten Localitäten; so ist im Garonne-, Pique-, Arboust-, Oueil-, Ariège-Thal nur das Oberdevon entwickelt, und es fehlen hier die mittleren Glieder, während umgekehrt im obersten Ossau-Thal und bei Gédre das Oberdevon vermisst wird. Was das gegenseitige Verhältniss von Silur und Devon anbelangt, so kann man DE VERNEUIL's Meinung aus dem Jahre 1855 nicht mehr beipflichten, dass die Devonschichten in den Pyrenäen entschieden vorwalten, und dass nichts die Annahme hindere, dass diese direct auf den „massifs primordiaux“ aufruhten. Im Pique-Thal und im Garonne-Thal kann es nicht zweifelhaft sein, dass die mächtigen Systeme von Schieferschichten, die das Liegende der Cardiola- und Orthoceraskalke darstellen, silurisch oder cambrisch sind, ebenso wie im Ossau-Thal die das Unterdevon unterteufenden Etagen. Zieht man die petrographische Beschaffenheit dieser Gebilde

in Betracht, und stellt man sie mit anderen vollkommen ähnlichen in eine Reihe, so gelangt man zur Ueberzeugung, dass in den Pyrenäen grosse Strecken silurisch sind, auch wenn bis jetzt weder in ihnen silurische, noch über ihnen unterdevonische Fossilreste gefunden wurden.

Trias.

Die Trias ist in den Pyrenäen nur durch ihr unterstes Glied, einen rothen, glimmerhaltenden Quarzsandstein vertreten, welcher sich auf beiden Abhängen der Kette findet. Namentlich in den atlantischen Pyrenäen zwischen Tolosa, St. Jean de Luz, St. Jean-Pied-de Port und dem Pic du Midi d'Ossau bildet der rothe Sandstein südlich von den vorzugsweise devonischen Uebergangsschichten mehrere einzelne, nicht unbeträchtliche Massen, welche dort zum Theil die Wasserscheide ausmachen. So nehmen in dem rothen Sandstein ihren Ursprung die spanischen Thäler der Bidassoa, des Ulzama, von Heugui, des Erro, von Roncesvalles, des Yrati, des Echo, von Canfranc, die französischen von Baigorri (des Nive), des Cize, des Saison, des Uhaitxa, des Aspe. So zieht sich ferner ein Sandsteinterrain aus dem Westen von Andoain $8\frac{1}{2}$ Meile lang in nordwest-südöstlicher Richtung bis nach Burguete und dehnt sich nördlich $5\frac{1}{2}$ Meile bis nach Bidarray an der Nive und Urdax aus. Während, wie erwähnt, der rothe Sandstein in diesem Theile der Pyrenäen gegen Norden gewöhnlich von Uebergangsschichten begrenzt wird, auf welchen er aufrucht, bilden im Süden Lias und Kreide die Grenze, unter welche er einschiesst. In der tief eingeschnittenen Schlucht von Ordessa, welche sich vom Mont Perdu nach Torla im Val de Broto herabzieht, kommt unter der bedeckenden Kreide der rothe Sandstein zum Vorschein. Weiter gegen Osten formt auf dem spanischen Abhang der Centralpyrenäen ungefähr aus der Gegend von Bielsa im Thal der Cinca bis zu dem der Noguera Ribagorzana der Bunte Sandstein einen nahezu 8 Meilen langen und sehr schmalen (nur $1\frac{1}{2}$ Kilom. breiten) Streifen, zwischen (silurischen) Uebergangsschichten (nördlich) und Kreide (südlich) verlaufend, welchen man überschreitet, wenn man von Venasque das Essera-Thal abwärts nach San Pedro wandert (vgl. Taf. I. Fig. 1). Noch weiter nach Osten findet sich

in der spanischen Cerdaña zwischen den Quellenflüssen des Llobregat in der Gegend nördlich von Baga ein ähnlicher, ebenso schmaler, aber viel kürzerer, nur $1\frac{1}{2}$ Meilen langer Streifen von Buntem Sandstein, ebenfalls nördlich von Uebergangsschichten, südlich von Kreide begrenzt. Im östlichsten Theile der Pyrenäen scheint im Gegensatz zu dem westlichsten auf beiden Abhängen der rothe Sandstein gänzlich zu fehlen.

Auf dem französischen Abhange der mittleren Pyrenäen erkennt man den rothen Sandstein an vielen Punkten, allein er bildet dort nicht wie im Westen und Süden des Gebirges zusammenhängende Massen, sondern nur einzelne isolirte Fetzen, welche, in ostwestlicher Richtung aneinander gereiht, ursprünglich ein zusammenhängendes Band dargestellt zu haben scheinen. Die westlichste dieser Partien ist der Berg Aureoussou mit Umgebung, südwestlich von Sarrancolin, die Wasserscheide zwischen dem Aure-Thal und dem Paillole-Thal (der oberen Fortsetzung des Campaner-Thals), wo der Bunte Sandstein dem devonischen Campaner Marmor aufruht; man passirt die ovale Sandsteinpartie auf dem Wege von Arreau nach Sarrancolin. Das kleine Thal von Bareilles, welches von dem Col de Pierrefitte herabsteigend bei Arreau in das Aure-Thal einmündet, führt auch in seinem unteren Theile durch rothen Sandstein, dessen grobe Puddinge hier trefflich entwickelt sind. Weiter nach Osten beobachtet man gleichfalls auf dem hohen Bergrücken zwischen Sost und Cierp, welcher das Sost-Thal von dem Pique-Thal trennt, rothen Sandstein über Devon-schichten. Auch im Thale des Ourse de Sost oberhalb Sost, welches man emporsteigt, um sich über den Col de la Palle in das Oueil-Thal und nach Bagnères de Luchon zu begeben, überschreitet man ein schmales, 1 Kilom. breites Band Bunten Sandsteins. Unten im Thal von Cierp (Taf. 1. Fig. 1) und etwas oberhalb von St. Béat, beim Dorfe Lez an der Garonne (Taf. I, Fig. 3), trifft man den Buntsandstein in sehr deutlicher Weise als schmale Einschaltung zwischen den südlichen devonischen Kalknierenschiefern und dem nördlichen Jurakalk. Ebenfalls erscheint weiter nach Osten an der Basis des hohen Pic de Gar eine schmale Sandsteinschicht zwischen den Silur-schichten und dem Jurakalk, welcher die Hauptmasse des Pic bildet. Trefflich sieht man in den Strassen des Dörfchens Frontignan nordwestlich vom Pic de Gar den rothen Sand-

stein von den Jurakalkschichten überlagert (Taf. I. Fig. 1). Getrennt durch das Gers-Thal bietet sich im Vallongue der Bunte Sandstein wieder an zwei Punkten dar, auf dem nördlichen und auf dem südlichen Gehänge: auf jenem bei Balaguer, eine hohe, ringsum von Jurakalk umgebene Kuppe bildend, auf diesem bei dem Berge von Larrau (nördlich von Sentein), dessen Gipfel er ausmacht, die Uebergangsschichten im Norden überlagernd und im Süden unter Jurakalk einschiessend. Die östlichste der Sandsteinpartieen auf dem nördlichen Gehänge der Mittelpyrenäen ist zugleich die längste; sie zieht sich als schmaler, 2 Kilom. breiter Streif aus der östlichen Umgegend von St. Girons südlich von Rimont und Castelnau-Durban bis südlich von La Bastide de Sérou, also zwischen den Flüssen Salat und Ariège in einer Länge von 3 Meilen einher auf der Grenze zwischen Uebergangsgebirge (Devon) im Süden und Jurakalk im Norden.

Der Buntsandstein der Pyrenäen wird gebildet aus gewöhnlich feinen Körnern von Quarz und Glimmerblättchen von meist silberweisser Farbe, welche durch ein rothes, thoniges und eisenschüssiges Cäment zusammengehalten werden; das Cäment der meisten Sandsteine ist auch etwas kalkig, da sie fast alle, meist zwar nur sehr schwach, mit Säuren brausen; der Thon und kohlen saure Kalk des Bindemittels rühren offenbar von zersetztem Feldspath her. CHARPENTIER erwähnt Körnchen von zersetztem Feldspath in den Sandsteinen des Baignorri-Thals und vom Berge Aureoussou; dieselben kaolinisirten Feldspathbröckchen fand ich in dem des Thales von Gèdre de Bareilles vor Arreau. Vielleicht ist auch ein Theil der Kaliglimmerblättchen eine Neubildung aus zersetzten Orthoklasen; denn die meisten bekannten krystallinischen Gesteine der Pyrenäen, welche zu den Sandsteinen das klastische Material hätten darbieten können, enthalten nur sehr spärlichen weissen Glimmer. Der Sandstein lässt sich sehr leicht in Platten spalten, deren Oberfläche glimmerig ist. An einigen Punkten erscheinen in dem rothen Sandstein mächtige Schichten eines weissen oder wenigstens lichtgrauen oder lichtgelben Sandsteins, der ein thoniges, eisenfreies Cäment besitzt. Feinerkörnige und glimmerreichere Abänderungen bilden einen ausgezeichneten, rothen Sandsteinschiefer, aus welchem ebenfalls sehr häufige und umfangreiche Einschaltungen bestehen. Bei

Lez oberhalb St. B at im Garonne-Thal finden sich in dem rothen Sandstein dünne Schichten eines grünen, etwas glänzenden Thonschiefers.

Die untersten Schichten dieser Formation werden sehr häufig aus groben Puddingen gebildet, welche aus Bruchstücken von Quarzit, Kieselschiefer, Hornstein, quarzigem Glimmerschiefer, Granit und Kalkstein gebildet und durch ein thonig-sandiges, eisensch ssiges Bindemittel zusammengehalten werden. Mitunter wird diese liegende Etage von sehr feinkörnigen Sandsteinen, ohne einen Uebergang in der Korngrösse zu zeigen, überlagert. CHARPENTIER sah ausgezeichnete Puddinge in den Thälern von Baigorry, des Barillos, des Soule; vortrefflich beobachtet man sie auch gleich oberhalb St. B at im Garonne-Thal und bei Cierp im Pique-Thal. Charakteristisch sind die Puddinge im unteren Theil des Thals von Bareilles in der Gegend von Jezeau vor Arreau; es ist ein durch ein kieseliges Bindemittel verkittetes Conglomerat von Bruchstücken von Quarz, Kieselschiefer und Thonschiefer; bisweilen ist es etwas zellig, und die kleinen Hohlräume sind mit winzigen Quarzkrystallen  berdrust.

In dem rothen Pyren enssandstein hat man keine bestimm- baren Fossilreste aufgefunden; dennoch ist seine geologische Stellung als Triasglied, als ächter Buntsandstein nicht zweifelhaft, und er ist auch von den ausgezeichnetsten Kennern der Pyren engeologie, wie von DUFRENOY und LEYMERIE, stets dafür gehalten worden. Seine petrographische Beschaffenheit stimmt ganz mit der des ächten Triassandsteins überein, Sandstein von ganz gleichem Aussehen ruht in jenem grossen Cap sedimentärer Gesteine um das krystallinische Massiv zwischen Lod ve und Rodez über dem Steinkohlengebirge und wird in der Provence zwischen Toulon und Antibes vom Muschelkalk bedeckt. COQUAND*) hat allerdings geglaubt, diesen Sandstein noch zum Uebergangsgebirge zählen zu müssen, weil die Thonschiefer-schichtchen, welche er stellenweise enthält, jenen Thonschiefer-fasern im Aeusseren gleichen, durch welche der ihn oftmals unterteufende, devonische Kalknierenschiefer gebildet wird, und weil er durch gleichförmige Lagerung mit dem letzteren verbunden sei: „il est donc indispensable de supprimer dans les

*) Bulletin de la Soc. géol., (1) IX. 1838. 225.

Pyénées la formation du grès rouge ou du grès bigarré.“ Findet freilich in manchen Fällen eine concordante Auflagerung des Sandsteins auf die Kalknierenschiefer statt, so mangeln doch auch nicht Beispiele, wo eine deutliche Discordanz zwischen beiden Gliedern ersichtlich ist, wodurch ihre gegenseitige Unabhängigkeit entschieden erwiesen ist. CHARPENTIER citirt ein Vorkommniß, an dem sich mit grösster Evidenz erkennen lässt, dass der rothe Sandstein die Uebergangsschichten in nicht paralleler Weise bedeckt. Südlich von Bielsa im oberen spanischen Cinca-Thal fällt der Thonschiefer ungefähr unter 70 Grad nach Süden ein, während die darauf liegenden Schichten des rothen Sandsteins nur mit 40 Grad nach Süden fallen. Auf dem rechten Ufer der Essera zwischen Villanova und Castegon liegt der Bunte Sandstein in concordanter Lagerung unter den Kreideschichten; beide Systeme streichen h. $7\frac{1}{2}$; dagegen bedeckt der Bunte Sandstein selbst in deutlich discordanter Weise hier die Uebergangsschichten. Oberhalb Cierp im Pique-Thal gewahrt man ganz vortrefflich, dass der Bunte Sandstein an den höchst ausgezeichneten Biegungen und Faltungen keinen Anthēil nimmt, welche die devonischen Kalknierenschiefer (Griotte-Marmor) darbieten; seine Schichten sind einfach ebenflächig an die gewundenen des Kalkschiefers angelehnt.

Im Thal von Bareilles, welches nach dem Col de Pierrefitte hinaufführt, sieht man den Sandstein den Granit bedecken (wovon auch CHARPENTIER aus der Gegend zwischen Bielsa und dem Port gleichen Namens ein Beispiel anführt). Im Verein mit der Gegenwart der Granitbruchstücke in den Puddingen verweist diese Ueberlagerung auf die Praeexistenz gewisser pyrenäischer Granite vor der Triasformation.

Meine Untersuchungen über die stratigraphischen und palaeontologischen Verhältnisse von Jura und Kreide sind bei der kurzen Zeit, welche für den Besuch der Pyrenäen bemessen war, noch zu unvollständig, um sie der Oeffentlichkeit zu übergeben, zumal in Anbetracht der bedeutenden Resultate, welche LEYMERIE in Toulouse auf diesem Gebiete bereits gewonnen hat. Dagegen sei zum Schluss noch ein besonderer Abschnitt den zahlreichen und vielseitigen Erscheinungen der

Umwandlung gewidmet, welche ein Theil der pyrenäischen Sedimentärbildungen im Laufe der Zeit erlitten hat, und welche in diesen Bergen in besonderer Deutlichkeit studirt werden können.

Die metamorphischen Gebilde der Pyrenäen.

a. Die Umwandlungen des alten Thonschiefergebirges.

Da wo die Granitmassivs der Pyrenäen an Glieder des vorzugsweise silurischen Uebergangsgebirges angrenzen, zeigt sich sehr häufig eine krystallinische Metamorphose des letzteren, indem die Thonschiefer desselben mit secundären Mineralien beladen oder vollständig zu Thonglimmerschiefer oder Glimmerschiefer (auch wohl zu Gneiss) umgewandelt, die allerdings spärlichen Kalksteine krystallinisch-körnig geworden sind. Schon CHARPENTIER sagte zu einer Zeit, als die geologische Wissenschaft von metamorphischen Vorgängen noch keine Ahnung hatte: „Le schiste micacé, que l'on trouve auprès des villages de Lasbordes et de Benous dans la vallée d'Aran devient du schiste argileux dans la vallée de Luchon au dessus de Castel vieil“ (S. 187; vgl. auch S. 183). Ist das Verhältniss auch gerade umgekehrt, so war doch damals bereits dem getreuen Beobachter der Zusammenhang nicht entgangen.

Dass die krystallinischen Schiefer mit den Graniten in engster Beziehung stehen, ergibt sich daraus, dass überall in den Pyrenäen nur da die ersteren auftreten, wo auch die letzteren erscheinen. Gleichwohl sind keineswegs alle an das Thonschiefergebirge grenzenden Granite mit einer krystallinischen Zone umsäumt, sondern es giebt zahlreiche Contactlinien, wo direct auf den Granit das nicht im mindesten umgewandelte Schiefergebirge mit ächt sedimentärem Habitus folgt, z. B. in der Gegend von Cauterets, zwischen Arreau und Bordères im Aure-Thal, die südliche Grenze des grossen Granitmassivs vom Pic Néouvielle u. s. w. Unter den krystallinischen Gebilden walten die Glimmerschiefer weitaus vor, eigentliche Gneisse sind verhältnissmässig sehr selten zu beobachten. Bemerkenswerth für die Pyrenäen ist im Gegensatz zu den

Alpen die grosse Armuth an Talk- und Chloritschiefern, welche sich kaum irgendwo in ächter Ausbildung darbieten; den Alpen fehlen hinwieder die Chiasolithschiefer, die in den Pyrenäen vielorts zu ausgezeichneter Entwicklung gelangt sind. Einige Glimmerschiefer der Pyrenäen verrathen auf das deutlichste ihren metamorphischen Ursprung durch die Einlagerungen von Quarzsand und Kieselschiefer, welche sie enthalten. Im oberen Siguier-Thal, einem Seitenthal des von Videssos, findet sich vor dem Granit, welcher im Norden das Andorra-Thal mit seinen Seitenthälern umgiebt, eine Zone von Glimmerschiefer, welche Beispiele dieser Erscheinung darbietet.

Der Höfe des metamorphischen Schiefergebirges um die Granite giebt es in den Pyrenäen namentlich folgende, angefangen von Westen nach Osten:

1. Um das Granitmassiv zwischen dem Pic Néouvielle, dem Pic d'Arbizon und Aragnouet im Thal der Neste d'Aure, welches jene hohe seenreiche Gegend bildet, in der die Quellen der Aigue-Cluse, des Liens, der Justé, der Neste de Couplan liegen. Nur auf der Nordseite ist diese Granitregion von einer metamorphischen Zone eingefasst, welche eine aussergewöhnliche Breite gewinnt. Sie geht im Nordwesten bis über Barèges hinaus, umfasst den Pic du Midi de Bigorre und erstreckt sich weit in den Winkel, welchen das Lesponne-Thal mit dem Campaner-Thal, sowie in denjenigen hinein, welchen das Gripp-Thal mit dem Paillole-Thale (die sich zum Campaner-Thal vereinigen) bildet. Die Ausdehnung dieser metamorphischen Zone lediglich auf der Nordseite ist nur wenig geringer als die des ganzen Granitmassivs selbst. Während der grösste Durchmesser des letzteren etwas über 13 Kilometer ($1\frac{3}{4}$ geogr. Meilen) beträgt, erreicht die Zone selbst an einer Stelle eine Breite von 11 Kilometer ($1\frac{1}{2}$ geogr. Meile); dabei ist aber zu bedenken, dass auf dieser Nordseite innerhalb der metamorphosirten Region 12 bis 15 isolirte kleine Stöcke oder Gangstöcke von Granit von geringem Umfang erscheinen, und dass diese vermuthlich die Umwandlung ferner fort gepflanzt und weiter ausgedehnt haben, als es das grosse Granitmassiv allein vermocht hätte. Auf der südwestlichen, südlichen und östlichen Grenze des Granits erscheint übrigens keine Umwandlung. DUFRENOY giebt auf seiner grossen Karte die Verhältnisse klar und richtig wieder, CHARPENTIER aber zeichnet das Terrain du schiste mi-

cacé auf der Nordwestseite des Granitmassivs um ein Bedeutendes zu weit, indem er die Grenze des ersteren über St. Sauveur bis beinahe nach Causerets und dann selbst nördlich vom Pic de Montaigu laufen lässt, während sich im Osten sogar bis nach Vielle Aure ein metamorphosirter Arm ziehen soll. In der Umgegend von St. Sauveur und Luz und von da das ganze Thal des Gave de Pau abwärts bis Argellez sah ich nur gewöhnlichen sedimentären Schiefer ohne Zeichen einer Umwandlung; auch von Luz aufwärts in dem nach Barèges führenden Bastan-Thal geht man bis zu diesem hochgelegenen Badeorte keineswegs, wie CHARPENTIER anführt, im Glimmerschiefer, sondern im ganz gewöhnlichen Thonschiefer, welcher hier h. 6 streicht und mit 66 Grad nach Norden fällt; erst bei den obersten Hütten von Barèges beginnen die krystallinischen Schiefer, und trefflich beobachtet man hier, wie der Metamorphismus in seinen entlegensten Wirkungen nur schwach oder theilweise sich geäußert hat: neben sehr feinkörnigen Kalksteinen, in denen sich grünlichweisse Talkblättchen hin- und herschmiegen, neben chloritschieferartigen Gebilden bemerkt man Thonschieferschichten von ächt sedimentär-klastischem Habitus, die keinerlei Umwandlung erlitten haben. Davon, dass Glimmerschiefer sich nicht bis nach Vielle Aure hinzieht, habe ich mich auf der Wanderung durch das schöne Thal der Neste d'Aure zur Genüge überzeugt.

2. Jene Granitmasse, aus welcher die hohen Pies der centralen Hauptkette, der Crabioules, Ceil de la Baque, die Berge um den Port d'Oo und den Port de Clarabide bestehen, welche südlich bis in die Gegend von Venasque, nördlich bis in das Oo-Thal reicht und östlich einen Arm an Bagnères de Luchon vorbeistreckt, zeigt auf ihrer Nord- und auf ihrer Westseite einen metamorphischen Hof; derselbe zieht aus dem oberen Thal der Neste de Louron quer durch die Oo-Schlucht bis an Luchon vorbei, verläuft dann im Süden des eben erwähnten östlichen Armes und bildet endlich das obere linke Gehänge des Lys-Thals. Sehr schön gewahrt man die krystallinischen Schiefer an den felsigen Ufern des Lac d'Oo oder Lac de Séculejo, ferner auf dem Wege das Pique-Thal aufwärts von Luchon aus, sowie in ganz derselben Ausbildung an der prächtigen Cascade d'Enfer, welche den Lys speist. Im Nordosten dieses Massivs ist der Theil des Schiefergebirges,

welcher zwischen dem Granit des Burbe-Thals und des von Bosost im Val d'Aran liegt, vollständig krystallinisch metamorphosirt. Im Südosten dieses Graniterrains liegt, weiter nach Osten nur durch das Essera-Thal getrennt, das granitische Massiv der Maladetta, und der zwischen beiden eingeschlossene Theil des Schiefergebirges (an seiner schmalsten Stelle nur etwas über 2 Kilometer breit) ist, so von beiden Seiten eingefasst, ebenfalls zum grossen Theil krystallinisch geworden. Wenn man von dem spanischen Städtchen Venasque nach dem Port de Venasque hinaufsteigt, so passirt man diesen metamorphischen Streifen in einer Länge von ungefähr $4\frac{1}{2}$ Kilometer. Die Karte von CHARPENTIER hat in dieser Gegend gar manche Fehler; um nur einige anzuführen, soll das Terrain micacé schon gleich oberhalb des Dörfchens Oo beginnen, während erst $6\frac{1}{2}$ Kilometer weiter südlich die Schiefer krystallinisch zu werden anfangen; so soll ferner das ganze Lys-Thal von da an, wo es sich von dem Pique-Thal abzweigt, in krystallinischen Schiefer eingeschnitten sein, während von dem linken Gehänge nur die Höhe, von dem rechten gar nichts krystallinisch ist. Die DUFRENOY'sche Karte ist in dieser Gegend weit aus richtiger, doch fängt auch auf dieser im Oo-Thal die gestrichelte Zone des Terrain de transition modifié zu früh unten an; die metamorphische Zone ist hier viel schmalere.

3. Das grossartigste, zusammenhängende Granitmassiv der Ostpyrenäen und der Pyrenäen überhaupt, welches, im Westen um die Quellen des Videssos schmal beginnend, im Osten bis nach Millas und Ceret reicht, ist an seiner nordwestlichsten Grenze von einer schmalen metamorphischen Zone eingefasst. Alle Pässe, welche von Videssos nach dem Andorra-Thale geleiten, der Port de Siguer, Port d'Arbeille und Port d'Arensal, durchqueren diese Zone, welche sich auch nördlich von Ax im Ariège-Thal findet. Im Osten erscheint, vollständig vom Granit umschlossen, eine verhältnissmässig ausgedehnte Masse krystallinischen Schiefers nördlich von Olette und Villefranche, westlich von Prades, in ihrem südlichen Theile vom Tet durchflossen. Die grössten Durchmesser dieses Terrains sind ostwestlich 19 Kilometer, nordsüdlich 12 Kilometer. CHARPENTIER hat diese rundliche Schieferpartie auch angegeben, aber er bezeichnet sie bloss als gewöhnliches Terrain de transition.

Jene erste grosse der erwähnten metamorphischen Schiefer-

regionen, welche den Pic du Midi de Bigorre (9166 Fuss) gewissermaassen zum Centrum hat, wird vorzugsweise aus Glimmerschiefer zusammengesetzt. Der Pic selbst, der Herr und Meister hundert kleinerer Berge, bildet, das weltberühmte Campaner-Thal beherrschend, einen gewaltigen Schlussstein nach dem Hügellande und der Ebene zu, deren Bewohner ihn deshalb lange Zeit als das erhabenste Haupt der Pyrenäen wädhnten. Er besteht gänzlich aus Glimmerschiefer, in welchem der Quarz, wie es auch an manchen anderen Orten der Fall, bisweilen so vorwaltet, dass er förmliche Schichten bildet. Wie die meisten pyrenäischen Glimmerschiefer führt auch dieser gewöhnlich lediglich oder wenigstens weitaus vorherrschend dunkelbraunen Glimmer; mitunter ist der Glimmerschiefer feinkrystallinisch und sehr kohlig; zwei Stunden oberhalb Barèges liegt am südwestlichsten Abhang in 7130 Fuss Höhe der Lac d'Oncet und in dem kohligen Glimmerschiefer, welcher die westliche über dem See emporragende Wand bildet, erscheinen dünne Schichten eines etwas erdigen, mit unzähligen Eisenkiespünktchen durchsäeten Graphits.

Eigenthümlich ist für diese wie für alle anderen pyrenäischen Glimmerschiefer die grosse Armuth an accessorischen Gemengtheilen. Zumal muss der sonst so häufige Granat ganz überaus selten sein; denn weder CHARPENTIER, noch ich haben ihn jemals gefunden. Dagegen kommt an mehreren Orten vorzugsweise in dem sehr deutlich krystallinischen, feinschuppigen, graulichbraunen Glimmerschiefer ein Mineral vor, welches dunkel grauschwarze oder dunkel graubraune, scheinbar rechtwinkelig säulenförmige Krystalle von oft $\frac{3}{4}$ Zoll Länge und 3 Linien Dicke bildet, das Glas ritzt und ein spec. Gewicht von 2,85—2,93 besitzt. Die Krystalle, fast ebenso gefärbt wie der Glimmerschiefer selbst und sehr fest darin haftend, unterscheiden sich nur schlecht innerhalb der Masse desselben, treten aber auf der Oberfläche der Blöcke vortrefflich knotenförmig dadurch hervor, dass der Schiefer leichter als sie verwittert, wie man es so oft beim Staurolith im Glimmerschiefer sieht. Die Glimmerblättchen schmiegen sich gewöhnlich augenartig um die Krystalle herum, und RAMOND bezeichnete solche Schiefer als Schiste glanduleux. Es sind dies offenbar dieselben Krystalle, welche CHARPENTIER (S. 196) zu den Chiasmolithen rechnet und Macle monochrome nennt, obschon ihre Struc-

tur mit der charakteristischen der Chiastolithe gar nichts gemein hat. Auch DES CLOIZEAUX führt sie, CHARPENTIER folgend, in seinem Manuel de Minéralogie (I. 178) als macles auf.

Diese Krystalle sind nichts Anderes, als ein, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, durch Kohlenstoff dunkel gefärbter Andalusit; auch mit dem Anlegegoniometer kann man sich von der Uebereinstimmung ihrer Säulenwinkel mit denen des Andalusits überzeugen; ich fand sie sehr schön in zahlreichen Blöcken, welche der Bastan aus der Umgegend des Pic du Midi herunterführt, zwischen Luz und Barèges; am Pic du Midi selbst an mehreren Punkten im anstehenden Glimmerschiefer; in den oberen Theilen des Thales von Lesponne, welches aus zwei Schluchten, die vom Lac Vert und Lac Bleu herabkommen, entsteht und in das Campaner-Thal mündet; CHARPENTIER führt den Pic du Mont Aigu im Grunde des Thals von Oussouet an, die Umgebungen von Lasbordes und Benous im Val d'Aran; in grosser Vollkommenheit traf ich sie in den Schiefeln zwischen St. Sauveur und Pragnères im Thal des Gave de Pau. In mehreren Mineralien-Sammlungen sah ich diese Krystalle fälschlich als „Couzeranit von Saleix in den Pyrenäen“ bezeichnet. Schon KENNGOTT war es aufgefallen (Mineralogische Notizen, XIII. 16), dass die „Couzeranite von Saleix“ (schwärzlichgraue Krystalle im Glimmerschiefer) verschieden seien von den „Couzeraniten von Les Couzerans“ (graue Krystalle im Kalkstein). Der Irrthum ist hier ein doppelter: erstens sind jene dunkelen Krystalle kein Couzeranit, sondern Andalusit, und zweitens stammen sie nicht von Saleix, wo gar kein Glimmerschiefer vorkommt, sondern höchst wahrscheinlich von einem der angeführten Punkte in der Umgegend von Barèges. Die Krystalle im Kalkstein sind dagegen ächte Couzeranite (Dipyr), und diese sind es, welche mit grösster Wahrscheinlichkeit entweder von Saleix, einem in der Landschaft Les Couzerans gelegenen Orte, oder, worauf die von KENNGOTT erwähnte gelbe Farbe des Kalksteins deutet, von Pouzac bei Bagnères de Bigorre herühren (vgl. darüber später).

An einem Dünnschliff dieses Glimmerschiefers mit grauschwarzen Andalusiten sieht man unter dem Mikroskop, dass die eigentliche Masse des Schiefers aus zum Theil farblosen, ganz durchsichtig werdenden, zum Theil schön gelbbraunen,

sehr stark durchscheinenden Partien besteht. Die gelbbraunen Partien sind offenbar Glimmer, die farblosen, welche im polarisirten Licht prachtvolle Farben zeigen, Quarz. Die Glimmerblättchen, welche in dem ganzen Stück dunkel graubraun erscheinen, sind etwas confus gelagert, und so kommt es, dass bald breite Flächen, bald, und zwar meist, schmale Streifen, die zu Fasern verwoben sind, sich darbieten, welche alsdann unter einander parallele Richtungen verfolgen und durch die farblose Quarzsubstanz von einander geschieden werden. In dem Quarz liegen auch sehr kleine, langgestreckte, licht gelbbraune Glimmerpartikelchen, die an den Enden oft abgerundet, oft aber auch, wie es scheint, unregelmässig zugespitzt sind, ausserdem farblose Nadeln, ganz jenen gleich, wie sie auf S. 98 als Einwachsungen in granitischen Quarzen erwähnt wurden. Manche Quarze, die im gewöhnlichen Licht als einfache Körner erscheinen, erweisen sich im polarisirten Licht als aus mehreren Individuen zusammengesetzt. Die prismatischen, grauschwarzen Andalusitkrystalle stellen sich unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung als eine Masse dar, welche der Hauptsache nach auch grau gefärbt ist, und worin kleine, ganz klare und lichte Stellen und schwarze, wohl begrenzte, grössere Körnchen erscheinen. Es ist keine Frage, dass die lichten Stellen, welche im polarisirten Licht schöne Farben geben, die eigentliche Krystallmasse, und dass die schwarzen Flitter Kohlentheilchen sind, da sie beim Glühen verschwinden; bei stärkerer Vergrösserung bis zu 800 löst sich die graue Masse auch in klare Substanz und äusserst winzige Kohlenstäubchen ziemlich gut auf. Die Krystalle trennen sich sehr deutlich von dem umgebenden Glimmer-Quarzgemenge ab, doch finden sich in ihrer Masse hier und da vereinzelt gelbbraune Glimmerblättchen. In dem Quarz-Glimmergemenge sind übrigens auch Kohlenstäubchen vertheilt.

Die Kalksteine des Uebergangsgebirges (wahrscheinlich Obersilurs) sind es zweifellos gewesen, welche zu den krystallinischen Kalken und Kalkglimmerschiefern das Material dargeboten haben, die sich, mit den Glimmerschiefern vergesellschaftet, aber gegen sie bei Weitem zurückstehend, im metamorphischen Terrain um den Pic du Midi de Bigorre, namentlich in dessen südlicher Region, finden. In diesen kalkigen Gesteinen sind verschiedene accessorische Mineralien entwickelt,

unter denen namentlich aufzuführen sind: rother, gelber, grauer und schwarzer, fast immer in Granatoëdern krystallisirter Granat; die schwarzen, sehr scharfen Krystalle sind nie so tief-schwarz wie der Frascati-Melanit und unterscheiden sich von diesem durch das Fehlen der Leucitoëderflächen (Pyrenait WERNER's); sie sind eingewachsen in einem dunkel bläulichgrauen Kalkstein und finden sich vorzugsweise an dem östlichen Abhang des Pic d'Ereslids (auch Pic de Lienz genannt), südlich vom Badeorte Barèges, so wie am Pic d'Espade, welcher im Süden den Port de Tourmalet (6761 Fuss) beherrscht, über den man von Barèges nach Tramesaïgues im Gripp-Thal und in's Campaner-Thal wandert. CHARPENTIER erwähnt noch den Pic d'Ïse und den Pic de Caubère als Fundpunkte. Vesuvian in bis halbzolllangen Krystallen erscheint gewöhnlich mit Granat zusammen, am Pic d'Ïse, am Cirque d'Arbizon (am östlichen Fusse des gleichnamigen Pics; hier finden sich in einem blaugrauen, körnigen Kalk, welcher fleischfarbige oder röthlichgelbe, bis wallnussdicke, scharfe Granaten führt, grünlichbraune Vesuviane, welche sehr häufig in die Granatkrystalle hineinragen), nach LAPEYROUSE auch an der Peyrère de Cauterets. Asbest bildet Nester und Trümer im Kalkstein; ferner Eisenkies und Magnetkies. Den bräunlichen Axinit der Gegend von Barèges, der sehr selten geworden ist, trifft man aber nicht im Kalkstein, sondern auf Klüften eines Hornblendeschiefers am Pic d'Ereslids und am Cirque d'Arbizon.*)

Verfolgt man von Luz aufwärts das nach Gèdre und in den berühmten Circus von Gavarnie geleitende Thal des Gave de Pau, welches auch seltsamerweise hier Vallée de Barèges heisst, obschon dieser Badeort hoch oben in einem Seitenthale liegt, so durchschreitet man Thonschiefer im ursprünglichen und im krystallinisch-umgewandelten Zustande. Am Ausgange von Luz auf der Strasse nach Gavarnie zu streicht der gewöhnliche Thonschiefer h. 11—12 und fällt unter 48 Grad nach Osten. Hinter dem kühnen Pont Napoléon, welcher mit einem einzigen gewaltigen Bogen 210 Fuss hoch über dem Gave schwebt, erscheint dunkler Kalkstein, dann wieder schwarzer

*) In der Nähe des Kurhauses von Barèges hat ein Mineralienhändler, welcher diese Vorkommnisse und einige andere aus dem Ossauthale und von Eaux-bonnes feilhält, seine Bude aufgeschlagen.

Thonschiefer, durchsetzt von einigen 1—3 Fuss mächtigen Gängen eines gelblichgrauen, Hornblendekrystalle führenden Gesteins (Hornblendeporphyr?), verbunden mit Quarziten, Kiesel-schiefern und Kalksteinen und höchst wahrscheinlich dem Ober-silur angehörend. Die Schiefer beginnen allmählig ihre Beschaffenheit zu verändern, unbestimmt begrenzte, schwarze Knötchen einer matten Substanz scheiden sich darin aus, wobei es eigenthümlich ist, dass diese Umwandlung auf gewisse Schichten beschränkt ist; man findet abwechselnd zolldicke, glänzende, knötchenführende und knötchenfreie Schichten, die alle parallel gelagert sind. Westlich erhebt sich der Pic d'Au-biste, östlich der Pic de Bergons. Hat man den Gave auf der hölzernen Brücke von Six überschritten, so stehen rechts am Thalgehänge braunschwarze Glimmerschiefer an, welche mit einer grossen Menge der dunkel braunschwarzen Andalusite erfüllt sind, welche oben aus der Umgegend des Pic du Midi de Bigorre erwähnt wurden; dieses Vorkommniss ist den dort besprochenen zum Verwechseln ähnlich. Die eben angeführten, knötchenhaltenden Thonschiefer sind vielleicht nur ein Stadium in der Entwicklung zu andalusitreichen Glimmerschiefern. Diese Gesteine halten eine Strecke weit den Gave aufwärts an, bis vor der Brücke von Desdouroucat der Fuss des rechten Thalgehanges mit einer Schuttmasse von Bruchstücken des schönsten Chiasolithschiefers bedeckt ist, welcher oben in der Höhe ansteht. Auch das etwas oberhalb bei Pragnères mündende östliche Seitenthal, dessen Gave zwischen dem Pic de Néou-vielle und dem Pic long entspringt, bringt ausgezeichnete Varietäten von Chiasolithschiefern mit sich. Andalusit und Chiasolith, wie man mit Recht annimmt, dieselbe Substanz, sind also auch räumlich hier einander ganz nahe.

Es sei hier Gelegenheit genommen, Einiges über die pyre-näischen Chiasolithschiefer, zumal diese aus der Umgegend von Pragnères, zu erwähnen. Der Schiefer ist schwarz und kohlig, hier und da glänzen sehr feine Glimmerblättchen; die Chiasolith, deren eigentliche Substanz oft sehr frisch und glasglänzend ist, sind bald so dünn wie eine Stecknadel, bald liniendick und liegen, ohne Ordnung den Schiefer durchspickend, kreuz und quer. Vortrefflich kann man die eigenthümliche Structur der Chiasolithkrystalle studiren, wenn man von dem Schiefer dünne Plättchen schleift; ein solches bietet eine dicht-

gedrängte Menge von Längs- und Querdurchschnitten durch pellucid gewordene Chiasolithkrystalle dar. Mit blossem Auge oder mit der Lupe sieht man schon, dass die Querdurchschnitte der einzelnen Krystalle eine verschiedene Vertheilung der schwarzen, färbenden Masse in ihrem Inneren aufweisen. Bald ist nur ein centrales, schwarzes Prisma vorhanden, um welches die Krystallsubstanz eine selten an Dicke überwiegende Hülle bildet (Macle circonscrite); bald laufen von dem centralen Prisma in diagonaler Richtung vier dünne, schwarze Lamellen aus, welche in den Kanten endigen (Macle tetragramme); bald finden sich ausserdem in den vier Kantenwinkeln der Chiasolithsäulen noch vier sehr schmale, schwarze Prismen, welche durch jene vier diagonalen Lamellen mit dem stärkeren centralen Prisma verbunden sind (Macle pentarhombique). Der Längsschnitt der Krystalle zeigt, dass der schwarze, centrale Kern bald der Länge nach stets von gleicher Dicke ist, also ein Prisma darstellt, dass er in anderen Krystallen von einem zum anderen Ende an Dicke zunimmt und somit eine abgestumpfte Pyramide bildet, dass er in noch anderen Krystallen nach der Mitte zu sich verjüngt und dann wieder verbreitert, wodurch gewissermaassen zwei Pyramiden gebildet werden, die ihre Spitzen gegen einander kehren. Noch eine andere bis jetzt nicht beobachtete Ausbildungsweise der Chiasolithkrystalle fand ich an Exemplaren aus dem benachbarten Héas-Thal, welches bei Gèdre in das Thal des Gave de Pau mündet. Dort erscheint im Inneren gar kein centrales Prisma, sondern es durchkreuzen sich die schwarzen Lamellen direct rechtwinkelig, und es zeigen sich bloss die vier, in diesem Falle etwas dickeren Prismen in den Randkanten, von denen zwei gegenüberliegende durch eine Lamelle verbunden sind. Diese Chiasolithkrystalle sind bis über 2 Linien dick. Alle diese verschiedenen Durchschniffsfiguren der Chiasolith im schwarzen Thonschiefer sind auf Taf. IV, Fig. 1 zusammengestellt; die zuletzt erwähnte Ausbildungsweise findet sich unten rechts.

Betrachtet man den Dünnschliff mit den Chiasolithdurchschnitten (von Pragnères) unter dem Mikroskop, so erscheint die eigentliche Substanz der Krystalle pellucid, sehr licht gelblichgrau und sieht frisch und unzersetzt aus; nur da, wo einige Krystalle senkrecht auf die Hauptaxe von Sprüngen durchzogen

sind, erweist sich um dieselben die Masse etwas trübe. Da die Chiastolithsäulen unter verschiedenen Winkeln geschnitten werden, so sind natürlich die gegen die Hauptaxe geneigten Durchschnittsfiguren sehr verschieden und oft sehr spitze Rhomben. Die Krystalle sind gegen den umgebenden dunkel blauschwarzen Schiefer auf das schärfste abgetrennt, es finden nicht etwa Uebergänge durch die färbende Substanz statt; die Schiefermasse zeigt selbst an den Rändern des dünnsten Schiffs kaum Spuren einer Pellucidität. Die dem blossen Auge und der Lupe schwarz erscheinenden centralen Prismen erweisen sich unter dem Mikroskop als ein Aggregat von kleinen, gänzlich undurchsichtigen, schwarzen Flitterchen und Körnchen, bald rundlich, bald lamellar, bald ganz verschieden unregelmässig gestaltet, alle aber scharf begrenzt. Stellenweise sind diese Stäubchen so zahlreich und eng zusammengehäuft, dass sie mit einander verwoben erscheinen, stellenweise sind sie so locker zusammengruppirt, dass die Krystallmasse zwischen ihnen hervorblickt, wie man es namentlich im polarisirten Licht, in welchem die letztere schöne Farben erhält, sehr deutlich sieht. Sehr häufig sind die schwarzen Schüppchen faserförmig mit einander verbunden. Das schwarze Centralprisma ist aber gegen die umgebende Krystallmasse nicht scharf abgegrenzt, sondern die Menge der das erstere bildenden Körnchen lichtet sich nach aussen zu immer mehr, und zuletzt ist die Krystallmasse vollständig von ihnen frei (vgl. das mikroskopische Bild Taf. IV, Fig. 2). Gewöhnlich stellt das centrale Prisma, selbst wenn es eine deutliche Anhäufung einzelner Flitterchen oder nach aussen zu verwaschen ist, in seinem Umriss einen dem ganzen Krystalldurchschnitt vollkommen ähnlichen Rhombus dar; es giebt aber unter denen von Pragnères auch Chiastolithe, bei denen das Mikroskop lehrt, dass in der Mitte gar keine regelmässige Figur, sondern ein Haufwerk unregelmässig geformter Klümpchen der schwarzen Substanz erscheint (vgl. Taf. IV, Fig. 3). Mitunter auch zeigt der Durchschnitt mehrere isolirte, ziemlich regelmässig rhombisch begrenzte und nach dem Krystalrhombus orientirte, schwarze Gestalten (vgl. Taf. IV, Fig. 4). Wegen des Auftretens eines schwarzen Prismas ohne diagonale Arme, wegen des allmäligen Verschwimmens desselben nach aussen, vollends wegen jener Chiastolithkrystalle, welche die erwähnten gänzlich unregel-

mässig ausgebildeten Kerne besitzen, scheint man die Ansicht, dass diese eigenthümlichen Krystalle Zwillinge sein könnten, nicht mehr beibehalten zu dürfen.

Sah man auch mit blossem Auge oder mit der Lupe nur einen schwarzen Kern, so wies das Mikroskop in manchen dieser Fälle noch ausserordentlich dünne Lamellen auf, welche aus einer Aneinanderreihung schwarzer Körnchen und Stäubchen bestehen und von dem Centralprisma nach den Säulenkanten zu strahlen (Taf. IV, Fig. 3) oder dort wiederum in winzigen Prismen endigen. Wegen der grossen Feinheit der Lamellen und Prismen gestaltet sich aber diese Ausbildung unter dem Mikroskop nicht so deutlich wie dasselbe mit blossem Auge beobachtbare Arrangement in anderen Krystallen. Alle die erwähnten verschiedenen Weisen der Anordnung der schwarzen Materie, welche offenbar Kohlenstoff ist, finden sich nun ohne Ordnung durcheinander; sie alle zeigt z. B. ein Dünnschliff von 1 Quadratzoll Oberfläche.

Höchst ausgezeichnete und verhältnissmässig grosse Chiastolithe fand ich in den bläulich- und graulichschwarzen Thonschiefern des Héas-Thals; eine eigenthümliche Form derselben wurde schon oben erwähnt; ferner bei dem Weiler Pradviel am oberen Gehänge des Luchon-Thales, wo namentlich hübsche Exemplare der Varietät mit 5 schwarzen Prismen erscheinen; in der Schlucht, welche aus dem Thal der Neste de Louron zum Port de Clarabide emporführt. CHARPENTIER beobachtete 6—8 Zoll lange und 9—10 Linien dicke Chiastolithe (namentlich Macle tetragramme und pentarhombique) in den Thonschiefern des Schlundes, durch welchen er vom Port de Lapez in das spanische Gistain-Thal hinabstieg; unermesslich viele in den Thonschiefern zwischen dem Wildwasser Mali- viernia und dem Städtchen Venasque; ferner in denen des Berges Méner im Cinca-Thal. Dünne, lange, weisse, sehr stark mehlig verwitterte Krystalle, von denen einige noch einen schwarzen Kern erkennen lassen, fand ich in Blöcken eines dunkelen, ebenfalls sehr zersetzten Schiefers auf der Höhe des Port de Saleix; es sind dies wahrscheinlich auch Chiastolithe.

Kehren wir nach dieser kurzen Beschreibung der pyrenäischen Chiastolithschiefer wieder in das Thal des Gave de Pau zurück. Gleich hinter Gèdre, das Thal aufwärts nach Gavarnie zu, beginnt der Granit, und zwar ein eigenthümlicher

Granit, der sich von dem gewöhnlichen Pyrenäengranit nicht unwesentlich unterscheidet und in manchen Beziehungen dem Granit von Luchon und Bosost (S. 89) ähnlich ist; er ist ziemlich quarzreich, ausgezeichnet durch grünen Orthoklas, weissen Oligoklas, weissen oder grünlichen, mitunter grossblättrigen Glimmer. Die Strasse nach Gavarnie und zu dem imposanten Circus ist zum grössten Theil neu gebaut, die seitlichen Felswände wurden zur Verbreiterung derselben weggesprengt, und man kann so das ganz frische Innere der Gesteinsmassen studiren. Hinter den obersten Häusern von Gèdre beobachtet man Vorkommnisse von Kalkstein im Granit; es ist ein weisser, sehr grobkörnig-krystallinischer Marmor, welcher mit sehr scharfen Grenzen in dem Granit eingebettet liegt; leider war die frischgebrochene Chausseewand sehr niedrig, so dass man die vollständige Gestalt dieser Kalksteinvorkommnisse nicht erkennen konnte. Sollten sie, wie es wahrscheinlich ist, Bruchstücke des thalabwärts anstehenden (wohl silurischen) Kalksteins sein, welche der Granit hier an seiner Grenze eingeschlossen und metamorphosirt hat, so würden ihre Dimensionen aussergewöhnlich grosse sein.*) Es würde alsdann derselbe Fall vorliegen, wie er S. 108 aus dem Granitgebiet von Panticosa erwähnt wurde, wo allerdings die Abstammung der eingeschlossenen Marmorblöcke unzweifelhaft ist. Verfolgt man nun die Strasse aufwärts, so wechseln Granit, Gneiss und Glimmerschiefer in höchst merkwürdiger und regelloser Weise mit einander ab; es bieten sich Verhältnisse dar, ganz denen ähnlich, wie sie später aus der Gegend von Bagnères de Luchon und Bosost beschrieben werden. Hier ist das Gestein ein deutlicher Granit von der oben erwähnten Zusammensetzung, dort, in der Entfernung von einem oder einigen Fussen, Gneiss, dort Glimmerschiefer, und dabei ist bald die Grenze eine deutlich scharfe, bald finden die allmäligen Uebergänge statt. Der Gneiss enthält sehr häufig linsen- oder eiförmige Quarzknoten, um welche alsdann die sehr quarzarme Gneissmasse gewöhnlich lagenweise ausgebildet ist, indem

*) CHARPENTIER erwähnt S. 144 eine 7--8 Fuss mächtige Masse sehr grobkörnigen Kalksteins in dem Granit auf der Nordseite des Port d'Oo in der Nähe eines der obersten der fünf Seen, welche dort terrassenförmig übereinander liegen.

glimmerarme und glimmerreiche Lagen mit einander abwechseln. Im Gneiss ist wie im Granit der Feldspath zum Theil grün (Orthoklas), zum Theil weiss (Oligoklas); im Glimmerschiefer kommen zweierlei Glimmer, ein röthlichtombakbrauner und ein weisser vor. Die Gneiss- und Glimmerschieferpartieen im Granit sind auf das merkwürdigste und regelloseste wellenförmig gewunden, selbst zickzackförmig gefaltet, in den aller-
 verworrensten und verschlungensten Biegungen und Krümmungen ausgebildet, welche in ihrem Durchschnitt an die Zeichnungen marmorirter Papiere oder die Windungen der Holzlagen in knotigen Brettern erinnern. Die Kerne solcher S förmigen Windungen sind mitunter Granit, welcher unmerklich schieferig wird und nach aussen zu in Gneiss verläuft (Taf. IV, Fig. 5). Um das Seltsame dieser Verhältnisse noch zu steigern, ziehen sich daneben nun auch deutlich ausgesprochene, scharf begrenzte und scharf die Schieferung durchschneidende, sich verzweigende Adern ächten Granits durch Gneiss und Glimmerschiefer.

Alle diese eigenthümlichen Verhältnisse sind höchst deutlich und trefflich längs fast des ganzen einsamen Weges von Gèdre nach Gavarnie zu beobachten, ausgezeichnet zumal der öden Schlucht gegenüber, durch welche der Gave d'Aspe herunterstürzt, um sich mit dem aus dem Circus von Gavarnie kommenden Wildwasser des Hauptthales zu vereinigen; auch durch die ganze Gegend hindurch, welche, eine der abschreckendsten Landschaften der Pyrenäen, den Namen des Chaos (bei den Hirten La Peirada) trägt. Von dem Gipfel des Coumélie hat sich eine unermessliche Fluth von granitischem Gesteinsschutt in das Thal herabgewälzt; Felsblöcke der verschiedensten Dimensionen bis zu 50 Fuss Höhe von der abenteuerlichsten und ungeheuerlichsten Gestalt liegen in ganz unfassbarer Zahl und in der wildesten Unordnung neben und über einander gestürzt umher. Durch dieses Felsenmeer, gegen welches der Bergsturz von Goldau vollständig verschwindet, läuft der Weg und rauscht der schäumende Fluss in seinem tiefen Bette. Kein Zeichen der Vegetation erfreut das Auge innerhalb dieser starren Steinruinen, kein Baum oder Strauch grünt, kein Halm spriesst, nicht einmal Moos überzieht den nackten und schroffen Fels. Hier versetzte ich mich zurück in die grenzenlose Oede und Wüstenei der Lavafelder des fernen Island, welche

ich vor fünf Jahren um dieselbe Sommerszeit in tagelangen Ritten durchzog.

Bei den oben geschilderten Verhältnissen ist man stellenweise im Unklaren, ob man es mit einem Granit-, mit einem Gneiss-, oder Glimmerschieferterritorium zu thun hat. Der Hauptmasse nach ist es indessen ein Granitgebiet, wenigstens herrscht an den Grenzen bei Gèdre und Gavarnie der Granit entschieden vor. CHARPENTIER, sowie DUFRENOY und ELIE DE BEAUMONT haben diese Gegend auch als Terrain granitique bezeichnet. Jedenfalls sind die erwähnten Verhältnisse nicht der Art, dass man dieselben füglich als Wirkungen metamorphosirender Einflüsse erachten könnte. Man gewinnt bei der Betrachtung derselben unwillkürlich die Vorstellung, dass dieses sonderbare und regellose Durcheinander von körnigem und schieferigem, von feldspathreichem und feldspathfreiem Gestein aus einem einzigen, wie immer beschaffenen Magma binnen kürzester Zeit fest geworden. Wir können nur jetzt noch CHARPENTIER beipflichten, wenn er, gleichwohl eine andere Bildungsweise des Granits vor Augen, einmal den allgemeinen Ausspruch thut: „Le gneiss, le schiste micacé etc., lorsqu'ils se trouvent intercalés et contemporains avec le granite, doivent être considéré comme des simples anomalies de cette roche.“

Noch an mehreren Punkten in den Pyrenäen beobachtete ich im Inneren grösserer Graniterrains ein streckenweises und vereinzelt Oscilliren in krystallinisch-schieferige Gebilde. Das malerische Thal des Salat ist zwischen Lacourt und Seix in Granit eingeschnitten, welcher sich nach Westen und Osten in weiter Erstreckung ausdehnt. Da wo oberhalb Soueix der Arac in den Salat einmündet und die nach Massat geleitende Chaussee sich abzweigt, führt auf dem linken Ufer des letzteren Flusses der Weg nach Seix durch einen 80 Fuss langen Tunnel. Gleich hinter dem Tunnel zeigt sich an der Felswand eine lokale Ersetzung des Granits durch Gneiss; es ist der gewöhnliche Pyrenäengranit (S. 93) mit einem glänzenden, etwas durchscheinenden Orthoklas und nur schwarzem Glimmer, und dieser erlangt nun allmählig eine ganz schieferige Textur. Vielleicht 40 Schritte vom Tunnel entfernt, wandelt sich der Gneiss wieder nach und nach in den gewöhnlichen früheren Granit um. Dieser Gneiss ist gewiss kein Bruchstück, sondern eine lokale Modification des Granits. Seltsamer Weise wird in-

dessen der Gneiss von zahlreichen, mehrere Zoll mächtigen und sich vielfach verzweigenden Granitadern, welche scharf von ihm abgegrenzt sind, durchsetzt.

In der Umgegend des Graniterrains von Bagnères de Luchon lässt sich die Umwandlung der sedimentären Schiefer in krystallinische recht deutlich verfolgen, wobei sich allerlei eigenthümliche Erscheinungen darbieten. Unterhalb Luchon steht das unumgewandelte Silur an, am südlichen Ausgange des Badeortes der Granit (vgl. Taf. I, Fig. 1); die Pique aufwärts erhebt sich innerhalb des hier noch ziemlich weiten Thals ein isolirter Hügel mit der alten Thurmuine Castel viel, von dessen grasiger Höhe man einen prachtvollen Blick nördlich auf Luchon, südlich auf die vor der Maladetta sich erhebenden Schneeberge der Hauptkette hat. Die Hauptmasse dieses Hügels besteht aus Granit, in dem Granit aber ist Glimmerschiefer eingeschaltet, bei welchem man nicht bemerken kann, ob er in der Form von Einlagerungen oder von Bruchstücken vorhanden ist; jedenfalls beobachtet man an den Stellen, wo die Grenze zwischen Granit und Glimmerschiefer entblösst ist, dass diese ganz haarscharf ist, wenn sie auch sehr unregelmässig hin- und herzulaufen scheint. Auf dem Gipfel des Hügels ragt eine Klippe wenige Fusse über dem Boden empor, welche aus einer sehr stark glimmerig gewordenen Grauwacke besteht. Dieser Hügel liegt auf der Grenze zwischen Granit und dem krystallinischen Schiefer. Die Verbindung von Granit und Glimmerschiefer wird nun deutlicher, wenn man das Thal der Pique, welches immer mehr den Charakter einer Schlucht annimmt, emporwandert. Am Thalgehänge findet sich die Grenze von Granit und Glimmerschiefer gerade seitlich vom Castel viel, und thalaufwärts beginnt alsdann der Glimmerschiefer. In der Nähe des Granits enthält derselbe zahlreiche gneissartige und selbst granitartige Partien. Diese Erscheinung, dass sich in dem Glimmerschiefer, welcher an den Granit angrenzt, und welcher ohne Zweifel aus einer Umkrystallisirung klastischer Schiefer hervorgegangen ist, deutliche Gneiss- und Granitpartien ausgebildet haben, ist eine häufige in den Pyrenäen; an und für sich kann es, wenn man von dem Granit die umwandelnde Kraft ausgehen lässt, nicht auffallen, dass dieselbe innerhalb einer dazu fähigen Masse Produkte erzeugte, die ihm selbst ähnlich sind. Wohl ist es zu

beachten, dass diese granitartigen Partien sich lediglich an der Grenze finden, und dass, wenn man sich thalaufwärts bewegt, dieselben alsbald verschwinden. Nun hält gewöhnlicher Glimmerschiefer mit vielen Quarzknuern an, der h. $6\frac{3}{4}$ —7 streicht, gerade wie sein klastisches Prototyp, der ächt sedimentäre silurische Schiefer des Pique-Thals unterhalb Luchon. Die Pique aufwärts gehen alsdann die Glimmerschiefer ganz allmählig in die schwärzlichen Thonschiefer des Obersilurs über.

Es sei hier darauf aufmerksam gemacht, dass eigentliche, charakteristische Gneisse in den metamorphischen Schieferregionen der Pyrenäen sehr selten sind: an der Granitgrenze wird der Thonschiefer fast immer nur zu Glimmerschiefer, und das Gneissstadium wird gewöhnlich nicht erreicht. *)

In dem rechtwinklig von der Pique sich nach Westen abzweigenden Lys-Thal giebt CHARPENTIER krystallinischen Schiefer an; es ist aber in dem unteren Theile dieses reizenden Thals durchgehends gewöhnlicher sedimentärer, silurischer Thonschiefer (Taf. I, Fig. 1), in welchem Petrefacten nicht zu beobachten sind, der h. 7 streicht wie der eben durchpassirte Glimmerschiefer und gegen Südsüdwesten einfällt; secundäre Schieferung ist hier und da ausgebildet. Aus Thonschiefer bestehen auch die unzähligen im unteren Lys-Thale wild umherliegenden Blöcke, welche die ausgezeichnetsten Gletscherfurchen an sich tragen. Der oberste Theil des Lys-Thals ist ein riesenhafter Halbkessel, dessen gegen Süden gelegene Wände von dem Tuc de Maupas, dem Pic de Crabioules, dem Pic Quairat, alle an oder über 10000 Fuss hoch, gebildet werden, während im Osten und Westen minder hohe Berge sich erheben. Ungeheure und ununterbrochene Gletscherfelder bedecken die oberen Theile der Berge im Vordergrund bis zu der Region, wo Weiden und Nadelholzwälder beginnen; Wasserfälle von seltener Pracht und Höhe stürzen, von den Eiswassern genährt, die fast senkrechten Schluchten herab und bilden im Grunde den Lys. In der Richtung nach den südlichen granitischen Massivs zu werden die Schiefer nun wieder krystallinischer (Taf. I, Fig. 1). Da wo im Hintergrunde des Circus die Cascade d'Enfer herab-

*) So sagt auch DUROCHER (Bull. de la Soc. géol., (2) III. 1846. 615): Dans les Pyrénées le gneiss est peu développé et ne se trouve qu'en masses peu considérables.

schäumt, bemerkt man überaus deutliche, gefältelte Thonglimmerschiefer mit grauschwarzen, unbestimmt begrenzten, runden Knollen einer matten Substanz, um welche sich die Fältelung augenförmig herumschmiegt. Es sind hier dieselben Phyllitvarietäten ausgebildet, wie sie in derselben geographischen Breite auch vor dem westlich gelegenen Lac d'Oo auftreten (vgl. unten), und aus ihnen besteht offenbar hier der Theil des Gebirgrückens zwischen dem Val de Lys und dem Val d'Astos d'Oo. Die Schiefer im oberen Lys-Thal führen viele Zwischenlager von Quarzschiefer und hornfelsartige Bänke.

Wenden wir uns nun auf die rechte Seite der Pique. Oberhalb des ein Viertelstündchen aufwärts von Luchon gelegenen Dorfes St. Mamet, wo die ausgezeichneten Varietäten des Luchon-Granits (vgl. S. 89) anstehen, mündet auf dem rechten Flussufer gegenüber von Castel viel das kleine Val de Burbe; dort hat das Graniterrain ebenfalls seine südliche Grenze erreicht, und das Thal ist in metamorphischen Glimmerschiefer (und Gneiss) eingeschnitten. Das schön bewaldete Val de Burbe aufwärts wandert man nun fortwährend in diesen krystallinischen Schiefeln den Passweg, welcher über den niedrigen Col de Portillon (4166 Fuss) in das spanische Val d'Aran (der Garonne), und zwar nach dem von Luchon aus nur $3\frac{1}{2}$ Stunde entfernten Flecken Bosost führt. Wie um Luchon im Pique-Thal, so findet sich auch um Bosost im Garonne-Thal ein Granitmassiv. Die Hauptmasse desselben liegt auf dem rechten Garonne-Ufer, wo der Pic d'Arros, den man von der Passhöhe gerade vor sich erblickt, aus Granit besteht. Oestlich und westlich von zwei Granitmassivs eingeschlossen, ist hier der ganze Gebirgrücken zwischen Pique und Garonne zu krystallinischem Schiefer metamorphosirt worden.

Etwas unterhalb des Passes liegt auf dem westlichen Thalgehänge die Cabane der spanischen Douaniers und steigt man von derselben den halbrecherischen und steinigen Pfad an der Kapelle San Antonio vorbei nach Bosost hinab, so wird man noch von Glimmerschiefer (mit braunem und weissem Glimmer) begleitet, welcher h. $7\frac{1}{2}$ streicht, aber unter 25—30 Grad nicht nach Südsüdwesten, sondern nach Nordnordosten fällt. Hinter den letzten Häusern von Bosost abwärts an der Garonne ist der schöne Granit erreicht, welcher auf dem linken Flussufer die frischgesprengten Felswände an der Maulthier-

strasse bildet; es ist dieselbe Varietät, welche auch den Luchon-Granit zusammensetzt, charakterisirt durch den bläulichen Orthoklas, die zahlreichen Oligoklase, den silberweissen Glimmer. Zuerst ist der Granit noch ganz gleichmässig körnig gemengt; wenn man sich aber weiter von Bosost entfernt und der im Norden liegenden metamorphischen Glimmerschieferpartie nähert, treten eigenthümliche Verhältnisse hervor. Innerhalb des mittelkörnigen, und zwar vollständig richtungslos körnig gemengten Granits, welcher sehr arm an weissem Glimmer wird und gar keinen schwarzen Glimmer enthält, zeigen sich zahlreiche, sehr feinkörnige Parteien, die von winzigen, dunklen Glimmerblättchen ganz schwarz gefärbt sind und, obschon verschiedene Gestalt besitzend, dennoch alle nach einer Richtung langgestreckt parallel erscheinen (vgl. Taf. IV, Fig. 6). Der Uebergang des Granits in diese Parteien ist ein ganz allmäliger, ohne irgendwie scharfe Grenzen aufzuweisen, und sie können nur als Concretionen betrachtet werden. Plötzlich schneidet der Granit mit sehr scharfer Grenze ab, und es folgt Glimmerschiefer, der einige Schritte anhält; von der Sohle des Wegs steigt in ihm ein mehrere Fuss mächtiger, ganz scharf begrenzter Granitgang auf, der sich nach oben zu in drei keilförmige Trümer zerschlägt (Taf. IV, Fig. 7); woher der Granit kommt, ist leider nicht zu beobachten. Hinter dem abermals scharfbegrenzten Glimmerschiefer erscheint nun wieder Granit, welcher höchst auffallende Gneiss- und Glimmerschieferparteien enthält. Inmitten des ächten, körnigen Luchon-Granits ordnen sich nämlich stellenweise die Gemengtheile parallel, und es entsteht ein charakteristischer Gneiss; stellenweise verschwindet der Feldspath, der weisse Glimmer wird durch sehr zahlreichen schwarzen ersetzt, und es geht ein Glimmerschiefer hervor. Die so in dem Granit ohne scharfe Grenzen sich herausbildenden Gneiss- und Glimmerschieferparteien sind von den verschiedensten Dimensionen, bald faust- bald mehrere Fuss gross; der Uebergang aber ist ein sehr rascher; hier ist das Gestein ein feldspathreicher, grobkörniger Luchongranit, zwei Zoll davon entfernt ein deutlicher Glimmerschiefer, welcher recht feinkörnig ist. Häufig findet sich im Centrum der Glimmerschieferparteien ein dicker Knoten reinen Quarzes. Die Gneiss- und Glimmerschieferstellen zeigen dabei höchst confuse, wellig gewundene, selbst scharf zickzackartig geknickte Schie-

ferung, die in den einzelnen Parteen und selbst den am meisten benachbarten grundverschieden ist (vgl. Taf. IV. Fig. 8). Auch der Granit nimmt an der allgemeinen Verwirrung Theil; er wechselt sein Korn auf überaus unregelmässige Art, bald ist er sehr grob-, bald sehr feinkörnig. Dieses eigenthümliche Oscilliren von Granit, Glimmerschiefer und Gneiss scheint auch noch an anderen Punkten auf der Grenze des Bosost-Granits vorzukommen; auf der Höhe des Abhangs vom Col de Portillon nach dem Garonne-Thal fand ich einzelne lachtergrosse Blöcke, welche, obschon die Oberfläche sehr verwittert und fast gänzlich mit Flechten bewachsen war, doch deutlich erkennen liessen, dass sie zum Theil, und zwar der Hauptmasse nach, aus Granit, zum Theil aus Glimmerschiefer und Gneiss bestehen.

Weiter nördlich von Bosost gelangt man nun in eine Zone von reinem Glimmerschiefer; der Zusammenhang des Granits mit diesem Glimmerschiefer ist leider verschüttet und bewachsen. Letzterer hält alsdann an, bis in der Gegend von Lez halbwegs zwischen Bosost und dem hölzernen Pont du Roi (wo die Garonne französisches Gebiet betritt) abermals ein kleines Granitmassiv erscheint, unterhalb welchem darauf gewöhnlicher Thonschiefer und Grauwacke des Silurs folgen, das nahezu bis nach St. Béat hinabreicht (Taf. I. Fig. 3). An dem spanischen Zollhaus streichen die Thonschieferschichten h. $6\frac{1}{2}$ und fallen mit 70 Grad nach Südsüdwesten.

Höchst ausgezeichnete metamorphische Schiefergebilde sind auch in den oberen Theilen der Oo-Schlucht entwickelt. Man steigt von Bagnères de Luchon aus das Arboust-Thal, dessen geologische Verhältnisse früher kurz geschildert wurden, bis zum Dorfe Cazaux empor, wo das Val d'Astau, (Val d'Oo, Val d'Astos d'Oo) einmündet, in welchem der Oo (Go, Neste d'Oo, Astos d'Oo) aus den südlichen Bergen herabkommt. Biegt man in dieses einsame und allmähig einen sehr öden Charakter annehmende Thal ein, so wird man noch fortwährend von dem gewöhnlichen silurischen Thonschiefer begleitet; eine Menge von Bruchstücken krystallinischer Schiefer aber, welche den in zahllosen Schlangenwindungen bergan steigenden, stellenweise durch überrieselnde Wildwasser durchweichten Fusspfad bedecken, bereiten auf jene Metamorphose vor, welche man auf das deutlichste beobachten kann, wenn

eine grössere Höhe gewonnen ist. Kurz bevor man den See von Oo (oder Lac de Séculejo), den malerischsten See der Pyrenäen, mit seinem dunkelsmaragdgrünen Wasser, mit seinem gewaltigen und schroffen Felsenkranz, mit dem berühmten, majestätischen Wasserfall von 870 Fuss Höhe im Hintergrunde erreicht, beginnt eine allmähliges Glimmerigwerden des Thonschiefers, und es folgen nun in den prachtvollsten Varietäten Fleckschiefer, Knotenschiefer, Glimmerthonschiefer und Glimmerschiefer. Am nördlichen Ufer des Sees, da wo man den austretenden Fluss auf einer rohen Brücke überschreitet, unterhalb welcher er sich mit betäubendem Tosen einen tiefen Abgrund hinabstürzt, streichen die deutlich geschichteten krystallinischen Schiefer h. 7 — $6\frac{1}{2}$, also ebenso, wie die sedimentären Schiefer des Pique-Thales. Nach Süden hält die metamorphische Zone bis oberhalb des Lac d'Espingo, des zweituntersten der fünf Seen an, welche hier terrassenförmig übereinanderliegen (Lac d'Oo, Lac d'Espingo, Lac de Saousat, Coume de l'Abesque, Lac glacé d'Oo in 8507 Fuss Höhe, das ganze Jahr hindurch vereist). Oberhalb des Lac d'Espingo beginnt dann der durch seine übergrossen, porphyrtartigen Orthoklaskrystalle ausgezeichnete Granit (vgl. S. 88), welcher bis zu dem Port d'Oo, dem zweithöchsten Pass der Pyrenäen (9565) hinaufreicht.

Die in dieser Gegend auftretenden Thonglimmerschiefer und Glimmerschiefer sind fast durchweg von lichter Farbe, graulich, graulichweiss, schön silberweiss und dabei sehr zartschuppig, oft feingefältelt oder seidenartig gestreift. In den gröber krystallinischen Varietäten bemerkt man auch kleine, glänzende Blättchen braunen Glimmers, in den feiner oder undeutlicher krystallinischen kleine, bis stecknadelkopfgrosse, bräunlichschwarze Knötchen, welche sich schon unter der Lupe, vollends unter dem Mikroskop als feines Aggregat von dunkelen Glimmerschüppchen darstellen. Treten diese Gebilde in den nur wenig krystallinisch gewordenen Thonschiefen auf, so gehen ausgezeichnete sogenannte Knotenschiefer hervor, wie sie namentlich im Beginn der metamorphischen Zone entwickelt sind. Die daran reichen, silberglänzenden Glimmerschiefer, in denen diese Aggregate eine mehr längliche Form besitzen, möchte man Fruchtschiefer nennen. Ausserdem erscheinen auf der Bruchfläche der meisten dieser Schiefer unregelmässig be-

grenzte, längliche, mitunter überzolllange Flecken einer gewöhnlich grünlichschwarzen, grünlichgrauen oder schmutzig braunen, meist mattschimmernden, mit dem Messer ritzbaren, durch Säuren nicht angreifbaren, oft splitterig brechenden Substanz. Ueber die Natur derselben lässt sich, da das Material zur Analyse nicht rein zu sammeln war, nur die Vermuthung äussern, dass dieselben unfertige Andalusite seien; sie erzeugen ausgezeichnete Fleckschiefer. In einigen Schiefen bildet diese Substanz erbsen- oder bohrendicke Knoten, um welche sich, wie anderswo um Granaten, die Glimmerhäute herumschmiegen. Ist der Schiefer dabei sehr langfaserig und feingefältelt, wie an der prächtigen Cascade d'Enfer im Grunde des benachbarten Lys-Circus, so entsteht eine Textur, ähnlich einem knorrigen Holzschneit. Einige der Felsen, welche das nördliche Ufer des Sees von Oo begrenzen, haben ein vollständig granulatartiges Aussehen.

Das Mikroskop vermag zur Erforschung der Zusammensetzung dieser Schiefer Manches beizutragen. Im Folgenden seien einige Beobachtungen mitgetheilt über die verschiedenen, sehr zahlreichen Mineralien, welche man in einem Dünnschliff des am meisten krystallinisch gewordenen Schiefers theils mit freiem Auge, theils mit dem Mikroskop gewahrt.

1. und 2. Die eigentliche Grundmasse des Schiefers ist unter dem Mikroskop ein Gemenge von kleinen, nadelförmigen Figuren, durch zwei parallele Längslinien begrenzt, welche an je einem Ende durch zwei Linien schief abgestutzt sind, und von rundlichen Körnern oder Partien; beide Substanzen sind farblos oder schwach graulich, das polarisirte Licht trennt sie aber vortrefflich von einander, und ihre Farben stechen scharf gegenseitig ab. Die nadelförmigen Figuren sind ohne Zweifel Kaliglimmer; die rundlichen Körner Quarz. Im polarisirten Licht sieht man deutlich, dass die im gewöhnlichen Licht wie eine homogene Masse erscheinenden, unregelmässigen Quarzpartien ein Aggregat einzelner, prachtvoll verschieden gefärbter Quarzkörnchen sind, die bis zu 0,008 Mm. Kleinheit erreichen. Oft sind die farblosen Glimmerkrystalle garbenförmig aneinander gelagert und schliessen augenartig Quarzpartikeln ein. Diese Grundmasse ist in dünnen Plättchen vollkommen durchsichtig.

3. Dunkelbraune, bei sehr grosser Dünne licht graulich-

braune oder lichtgelbliche, bald regelmässiger, bald unregelmässiger begrenzte, bis zu 2 Linien lange Körper; es sind Aggregate von parallel gelagerten Magnesiaglimmerblättchen. Mit dem Mikroskop gewahrt man ganz deutlich die zart-faserige Zusammensetzung aus feinen Krystallblättchen, ganz denen des weissen Glimmers ähnlich. Zwei Ränder dieser Aggregate, welche bei gegenseitig gedrehten Nicols auch schöne Farbenwandlung zeigen, sind gewöhnlich scharf gezogen, die beiden anderen erscheinen durch ungleiche Länge der zusammensetzenden Glimmerkryställchen etwas ausgefrant. Dieser braune Glimmer enthält auch eingeschlossene Körnchen von Quarz und farblose Glimmerkryställchen. Braunlichgelbe, wohlbegrenzte Magnesiaglimmer-Schüppchen, bis zu 0,01 Mm. klein, sind auch sporadisch in dem Kaliglimmer-Quarz-Gemeuge vertheilt.

4. Die oben erwähnte, unregelmässige dunkle Flecken bildende Substanz bietet im Dünnschliff unter dem Mikroskop eine durchscheinende, gelblichgraue oder graulichweisse Masse dar, welche viel weniger pellucid ist als das Glimmer-Quarz-gemeuge, aber doch das Licht noch deutlich doppelt bricht. Mitunter ist sie von einem etwas dunkleren Rand umzogen, der aber so wenig wie sie selbst gegen die umgebende Grundmasse des Schiefers scharf abgegrenzt ist, sehr häufig auch von farblosen und braunen Glimmerblättchen durchwachsen.

5. Millimetergrosse, oft aber auch viel kleinere, wachsgelbe, etwas graulich- oder grünlichgelbe, wohlbegrenzte Krystalle von einer bei grösster Dünne stark durchscheinenden und ganz frisch aussehenden Substanz. Was diese durch Salzsäure nicht angreifbaren und mit dem Messer nicht ritzbaren Krystalle sind, lässt sich nicht entscheiden, da sie nicht isolirt zu analysiren sind und auch ihre Form keinen Aufschluss giebt. Häufig glaubt man unter dem Mikroskop einen völlig quadratischen Durchschnitt vor sich zu haben, aber diese Quadrate brechen das Licht doppelt; häufiger noch gewahrt man rechteckige Durchschnitte mit schiefer Abstumpfung der Ecken (Krystallkanten). Es ist die Frage, ob diese Krystalle, welche in Handstücken nur sehr schlecht, in Dünnschliffen vortrefflich hervortreten, überhaupt einem bekannten Mineral angehören.

6. Längliche, bis zu 2 Linien lange und $\frac{1}{2}$ Linie breite Gebilde von graulichweisser Farbe und matt erscheinender

Substanz, welche in dem nicht geschliffenen Schiefer nicht hervortreten, dagegen bei auffallendem Licht in dem Dünnschliff gut gegen die dann glänzend werdende Quarz-Glimmermasse abstechen. Unter dem Mikroskop gesehen, erweisen sie sich gewöhnlich als nur schwach durchscheinende Flecken ohne besonders deutliche Krystallumgrenzung. Dem mikroskopischen Ansehen nach kann man diese Substanz wohl für eine feldspathartige halten.

7. Eine schön grasgrüne Substanz, ebenfalls in den Handstücken nicht hervortretend, welche in dem Glimmer-Quarzemenge bis zu $\frac{1}{2}$ Quadratmillimeter grosse, mitunter ziemlich wohlbegrenzte Partien bildet; sie erscheint unter dem Mikroskop halbdurchsichtig und dann und wann deutlich strahlenförmig zusammengesetzt; ist vielleicht Hornblende.

8. Kohlschwarze, selbst bei grösster Dünne und Feinheit undurchscheinende Partikeln, welche, von Säuren nicht angreifbar und wohl ohne Zweifel Kohlenstäubchen, durch die ganze Gesteinsmasse hindurchgestreut sind; sie sind gänzlich unregelmässig gestaltet, gewöhnlich rundlich, stets ohne irgend eine krystallinische Begrenzung. Sie sinken zu kaum mehr sichtbaren Pünktchen herab, ihre grössten Dimensionen sind 0,05 Mm. in Länge und Breite. Sie liegen sowohl in dem Quarz-Glimmergemenge, als auch eingewachsen in den braunen Glimmerpartien, als in den gelben Krystallen (No. 5), als zumal in den Gebilden No. 4, welche davon die grösste Anzahl besitzen.

Die geschilderten Schiefer erstrecken sich von der Ooschlucht nach Osten, wo sie die unteren Abstürze des imposanten Circus des Lys zusammensetzen; ganz ähnliche Varietäten findet man an der Cascade d'Enfer und der Cascade du Gouffre infernal, welche von den Gletscherwassern des Crabioules gespeist werden.

Nicht weit von der Vereinigung von Garonne und Pique erhebt sich auf dem rechten Ufer des ersteren Flusses nördlich von St. Béat der 5693 Fuss hohe Pic de Gar, welchen man leicht von dem Dorfe Eup an der Garonne aus besteigt. Das Fundament des Berges besteht aus einem dem von Luchon ähnlichen Granit, welcher von krystallinischen Schiefen überlagert wird, die nach oben in silurische Thonschiefer übergehen; mit den letzteren findet sich eine Kalkbank vereinigt, welche Orthoceratiten, Orthis und *Cardiola interrupta* führt. Diese siluri-

schen Schichten gehen bis zu zwei Drittel der Höhe des Picmassivs; auf diese folgt, ohne dass, wie südlich von St. Béat, das Devon vertreten wäre, eine dünne Schicht rothen Sandsteins, und darüber thürmen sich die Jurakalke (graue Kalke, Kalkschiefer, braune, bituminöse Kalke, Kalkbreccien) auf, welche den schroffen und vielfach zerrissenen Gipfel des Pies bilden. Die Entwicklung der krystallinischen Schiefer — Gneiss, Glimmerschiefer, Thonglimmerschiefer — zwischen Granit und dem eigentlichen Silur ist überaus deutlich zu beobachten, wenn man von Chaum an der Garonne über Bavart nach Garreaux geht. Auch hier bemerkt man abermals granitische Stellen im Glimmerschiefer; vortrefflich wahrnehmbar ist das ganz allmähliche Verschwinden des krystallinischen Gefüges und der Uebergang in den unumgewandelten klastischen Thonschiefer. Es scheint, dass der Granit hier erst nach der Juraperiode die Hebung bewirkt und dabei die in der Tiefe ruhenden alten Silurgesteine an die Oberfläche gebracht hat, wodurch auch das isolirte Auftreten der letzteren in dieser Juraregion erklärt wird.

Das Graniterrain, welches auf dem linken Ufer der Garonne südöstlich von Mauléon-Barousse nach Cierp zu sich erstreckt, wird von der Garonne durch eine von Norden nach Süden ausgedehnte Zone umgewandelten Schiefers getrennt, welche von Saléchan bis in die nördliche Umgegend von Cierp sich einherzieht. Die Thonglimmerschiefer der Berge, welche die die Garonne begleitende Chaussee begrenzen, enthalten vielen Glimmer in grossen Blättern bis zu $\frac{1}{3}$ Zoll Länge ausgebildet, welche mitunter selbst in den Schiefeln, die deutlich ihre Schichtung bewahrt haben, nicht parallel gelagert sind, sondern nach allen Richtungen umherliegen. Der Glimmer ist sowohl bleifarben, als weisslichgrau, oder ganz dunkelbraun. Dieses Schieferterrain wird von zahlreichen, gewöhnlich wenig mächtigen Granitgängen durchsetzt; oberhalb Estenos, kurz bevor man die auf das rechte Ufer nach Chaum führende Brücke passirt, liegt am Berggehänge ein umfangreicher Block glimmerhaltigen Thonschiefers, der von einem 11 bis 13 Zoll mächtigen, sehr schönen Granitgange durchzogen ist; die Grenzen zwischen Granit und Schiefer sind höchst ausgezeichnet scharf, nicht immer aber ist der Schiefer gerade da am glimmerreichsten, wo er zunächst an den Granit angrenzt. Die

Steinwalle, mit welchen die Garonne aufwärts die Wiesen eingefriedigt sind, lassen sehr zierliche Durchflechtungen des Schiefers mit fingerdicken, ebenfalls scharf begrenzten Trümchen von ziemlich grobkörnigem, turmalinfuhrendem Granit erkennen. Auf der nördlichen Grenze geht zwischen Salechan und den Bädern von Siradan die krystallinische Schieferpartie in sedimentären Thonschiefer über.

b. Die Umwandlungen der Jurakalke.

Im Anschluss an die im Vorhergehenden erörterten krystallinischen Metamorphosen, welche das alte Thonschiefergebirge betroffen haben, seien nun auch einige Worte den Umwandlungserscheinungen gewidmet, welche die Jurakalke im Contact mit Graniten und Ophiten darbieten. Dieselben bestehen in der Hervorrufung einer krystallinisch-körnigen Textur und in der Erzeugung verschiedener Silicate innerhalb der Kalksteine. Damit ist alsdann die Betrachtung der metamorphischen Vorgänge der Pyrenäen erschöpft; denn den Bunten Sandstein und das Eocän hat gar keine, die Kreidekalke nur höchst selten eine übrigens der des Jurakalkes ähnliche Umwandlung erfasst, und, wie früher bemerkt, bilden die Glieder dieser Formationen neben silurischen, devonischen und Jura-Schichten die alleinigen sedimentären Bausteine des Gebirges.

Die krystallinisch-körnig gewordenen Jurakalke haben eine grosse Rolle in der Erforschung der Pyrenäengeologie gespielt. Nachdem eine Zeit lang die Ansicht BUFFON's (*Histoire naturelle des minéraux*, 1783—88) festgehalten worden, dass alle, wie immer gearteten Kalksteine aus Detritus von Mollusken-schalen und Korallen entstanden, widersetzte sich PICOT DE LAPEYROUSE für die Pyrenäen dieser Meinung, indem er in seiner Abhandlung „*Sur les mines du fer et les forges du comte de Foix*“ behauptete, hier Gebiete von wirklichem primitivem Kalkstein aufgefunden zu haben. Abbé PALASSOU war der erste, welcher in seinem „*Essai sur la minéralogie des Monts-Pyrénées*“ wiederum entgegnete, dass es in den Pyrenäen keine Urkalke gäbe, dass die krystallinischen Kalksteine in fossilführende, dichte übergehen, mit fossilführenden Schichten abwechseln oder selbst Versteinerungen enthalten. CHARPENTIER,

obschon nach PALASSOU schreibend, hielt dennoch an der Existenz von Urkalken fest; er etablirte abermals ein selbstständiges und unabhängiges Terrain du calcaire primitif, von welchem dann DUFRENOY im Anfange der dreissiger Jahre nachwies, dass es einen Bestandtheil der Juraformation ausmache. COQUAND glaubte selbst noch im Jahre 1841 (Bull. de la Soc. géol., (1) XII. 314) sehr ausführlich darthun zu müssen, dass alle sogenannten primitiven Kalksteine umgewandelte sedimentäre seien.

Vollkommen deutlich lässt sich die Umwandlung des Jurakalkes an jenem lang elliptisch geformten Zuge desselben nachweisen, welcher westlich zwischen Seix und dem Château de la Garde im Salat-Thal beginnt (Taf. I. Fig. 2), sich zwischen Erce und Aulus durch das Garbet-Thal zieht und östlich über Vicdessos und Siguier hinausläuft (Taf. III). Im Norden wird derselbe von Granit, im Süden vorzugsweise von Uebergangsschichten (an einigen Stellen zunächst von Devon, sonst direct von Silur) begrenzt. Auf der nördlichen Seite ist der Kalkstein, welcher an sich verschieden graulich und schwärzlich gefärbt ist, an zahlreichen Punkten in den schönsten krystallinischen, weissen Marmor umgewandelt, der z. B. bei Seix, dann nördlich von Erce gewonnen wird; letzterer lässt an Reinheit und grobkrystallinischem Gefüge dem parischen nichts nach. Dass in diesem Jurakalke auf der Granitgrenze die hauptsächlichsten Lherzolithlagerstätten der Pyrenäen vorkommen, wurde schon S. 143, dass derselbe auch von Granitgängen durchsetzt wird, S. 102 angeführt. Tremolit findet sich in graulichweissen oder aschgrauen, kleinen und schmalen Säulen in den wenig krystallinischen Kalksteinen um den Teich von Lherz und in den dunkelgefärbten am Col de la Trappe, über welchen man von Erce im Garbet-Thale in das Alech-Thal hinübersteigt; Epidot als grüne Nadelchen auf dem westlichen Abhange des Pic de Montbéas (6063 Fuss) über dem Teiche von Lherz, ebenfalls am Col de la Trappe und an den Flanken des benachbarten Picou de Geu. Sodann ist aber diese Kalksteinzone deshalb bemerkenswerth, weil sich in ihr, stets in der Nähe der benachbarten Granitmassivs oder der durchsetzenden Granitgänge, an vielen Punkten das Mineral ausgebildet hat, welches CHARPENTIER Couzeranit nannte, weil

diese Gegend einen Bestandtheil des ehemaligen Couserans*) bildet.

Der Couseranit ist ein quadratisches Skapolithmineral, ausgebildet als quadratische Säule oder als Combination der beiden Säulen, aber ohne deutliche Endigung, hier von schwarzer oder bläulichschwarzer Farbe, mit mattem Glasglanz und stets eingewachsen in sehr feinkörnigen, dunkel grauschwarzen Kalksteinen; die Härte fand ich zu 6, das specifische Gewicht zu 2,75; CHARPENTIER nennt es unschmelzbar vor dem Löthrohr, doch schmolz es unter Bleichwerden leicht zu blasigem Glase; von Säuren wird es nur sehr schwer angegriffen. Wegen der übereinstimmenden Farbe der Krystalle und des Kalksteins gewahrt man erstere am besten auf der durch kohlenensäurehaltige Atmosphaerilien und Gewässer angegriffenen Oberfläche des letzteren, auf welcher sie als scharfe Säulchen bis zu $\frac{3}{4}$ Zoll Länge und $1\frac{1}{2}$ Linien Dicke hervorstehen. In sehr schöner Ausbildung fand ich dieselben in den dunkelen, eisenkiesreichen Kalksteinblöcken, welche auf dem östlichen Abhange des Port de Saleix liegen, etwa zwanzig Minuten unterhalb der Passhöhe; über diesen Pass steigt man von Aulus nach Saleix und Videssos. Das Mikroskop weist nach, dass die Masse der Krystalle an sich farblos ist, und dass die dunkle Färbung durch unzählige, feine, schwarze Flimmerchen hervorgebracht wird, welche, ohne Zweifel Kohle, wie auch der grosse Glühverlust von über 6 Procent ergab, ebenfalls den Kalkstein dunkel färbt. Ausserdem fand ich in dieser Gegend denselben sogenannten Couseranit noch in den ebenso beschaffenen Kalksteinen des rechten Salatufers oberhalb Seix nach dem Château de la Garde und dem über den Alech führenden Pont de la Taoulo zu (so heisst es im Volksmund, CHARPENTIER nennt die Brücke Pont de la Taule); ferner auf dem

*) Das Couserans (nicht Couzerans) oder Conserans vom lat. Conseranni (Plin. nat. hist., IV. §. 108) war eine jener Landschaften der Pyrenäen, welche ursprünglich eine gewisse politische Selbstständigkeit besaßen, und von denen die Republik Andorra der letzte Rest ist. Sie begriff die Berge zwischen Garonne und Ariège, also vorzugsweise das Quellgebiet des Salat und seiner Nebenflüsse, an welchem auch der alte Hauptort St. Lizier (genannt d'Austria, weil er dem warmen spanischen Südwind Auster ausgesetzt ist) liegt; schon Pompejus führte sein gallischer Eroberungszug hierher.

Wege zwischen Seix und Sentenac in der Vallée d'Esbint. CHARPENTIER führt auch noch den oben schon einmal erwähnten Col de la Trappe und Picou de Geu als Fundorte seines Couseranits an. Ueber den Couseranit, den ähnlichen Dipyr und das Verhältniss beider zu einander vergl. die weiter unten folgenden Bemerkungen.

Aus Spanien kommend ging ich vom Pont du Roi (S. 158) an der Garonne bergan nach Melles und über den Pass d'Artigescou (Taf. I. Fig. 3) fortwährend im Silur, dessen Schiefer-schichten auf der Passhöhe das gewöhnliche Streichen h. $6\frac{1}{4}$ wie im ganzen Garonne-Thal besitzen und unter 45 Grad nach Norden einfallen, Beim Niedersteigen von dem Pass nach Couledoux zu folgt nun auf das Uebergangsgebirge Jurakalk, bald weiss, grau oder schwarz. Die Gemeinde Couledoux besteht aus ausserordentlich vielen zerstreuten Weilern und Gehöften, welche an den Gehängen des Ger-Thales gelegen sind. Eines der untersten derselben ist Lacus, wo nun nördlich an den schwarzen Liaskalk der Granit angrenzt, der um den Weiler Hennemorte (gelegen an der Ger-Brücke, über welche die aus dem Ger-Thal in das Vallongue über den Col de Portet ziehende Strasse führt) eine Ablagerung von oberflächlich elliptischem Umriss bildet. Auf der Grenze beider Gesteine kann man sehr gut den Uebergang des schwarzen, korallenführenden, dichten Kalksteins in einen sehr körnigen, aber ebenso dunkelgefärbten Kalkstein beobachten, in welchem noch einige der gleichfalls in Kalkspath umgewandelten Korallen ganz deutlich wahrzunehmen sind, die vollgültigen Beweise für den ehemals sedimentären Ursprung dieses „Calcaire primitif“ von CHARPENTIER. Zu gleicher Zeit stellen sich in dem Kalkstein, der hier eine ähnliche Beschaffenheit hat, wie der aus dem Couserans, auch Couseranite ein*). Die schwarzen Krystalle dieses Minerals weisen mitunter die Eigenthümlichkeit auf, dass die färbende Materie vorzugsweise im Inneren angesammelt ist, weshalb sie dem Chiasolith ähnlich werden, zumal die quadratische Säule des Couseranit und die rhombische des Chias-

*) Auch auf den Bergen, welche das Videssos- und das Aulus-Thal von einander trennen, fand DUROCHER eine Muschel in dem mit Couseranit erfüllten Kalkstein, Bull. de la Soc. géol., (2) III. 1846. 548; vergl. auch COQUAND ebendas., (1) XII. 1841. 321.

tolith von 90 Grad 48 Minuten mit dem blossen Auge nicht unterschieden werden können. CHARPENTIER rechnet diese Krystalle so zum *Macle circonscrite*. Da wo die Couseranite krystallisiert sind, ist aber gewöhnlich die Form der Korallen sehr verwischt. Auf Grund solcher Verhältnisse wird man auch dieser Granitablagerung ein post-liasisches Alter zugestehen müssen*).

Während diese krystallinischen Metamorphosen der Kalksteine an die Granitgrenze geknüpft sind, giebt es in der Nähe der zuletzt erwähnten Vorkommnisse auch solche, welche im Contact mit Ophit sich darbieten; so finden sich in den oberen Theilen des Vallongue (*Vallis longa*, Ballongue, Bellongue), welches nach Castillon im Lez-Thal hinabzieht, die Jurakalke in der Nähe der zahlreich durchsetzenden Ophitmassen in schönen Marmor umgewandelt, z. B. zwischen Portet und St. Lary, zum Theil auch mit Couseranit imprägnirt; dasselbe lässt sich bei Cazaunous und Arguenos nordnordöstlich vom Pic de Gar wahrnehmen. In der Umgegend von St. Béat scheinen sogar Granit und Ophit im Verein die Umkrystallisation des Jurakalksteins vollzogen zu haben; das Städtchen liegt an der Garonne, überaus eng eingeklemmt zwischen zwei hohen, grösstentheils aus einem schönen, grobkörnigen, oft schneeweissen Marmor bestehenden Kalksteinbergen, welche zusammengehören; der auf dem linken Ufer heisst Montagne d'Arri und wird nach Marignac und Cierp zu von Granit begrenzt, welcher glimmerschieferartige Parteen enthält. Der Marmorberg auf dem rechten Ufer, Cap det Mount genannt, steht südlich und östlich in Verbindung mit Ophiten (Taf. I. Fig. 1); ein Ophithügel (S. 127) liegt gerade südlich von St. Béat da, wo der Bach Sabach in die Garonne fliesst. Wandert man zwischen dem südöstlichen Abhang des Cap det Mount und dem Ophithügel aufwärts an dem römischen Steinbruch vorbei, so trifft man auf dem Wege nach dem Dorfe Boutx graue, krystallinische Kalke mit etwas dunkeler gefärbten Couseranitsäulchen. Auch am westlichen Fusse des Cap det Mount, in der Richtung von St. Béat nach

*) DUROCHER theilt mit, dass er auch Couseranite in den an Granit angrenzenden Kreidekalken des Agly- oder Gly- (nicht Aigly-, wie DUROCHER hat) Thals gefunden habe (Bull., [2] III. 1846. 631).

Eup erscheinen in dem grauen Marmor schwarze Krystalle dieses Minerals.

Gleichfalls sind die Kalksteine des Flüsschens Lez zwischen Castillon und St. Girons, namentlich um das Dorf Engommer (so schreibt A. JOANNE, CHARPENTIER hat Angoumer) von dem Metamorphismus erfasst. Etwas unterhalb der Eisen-schmelze von Engommer, welche CHARPENTIER errichtete und eine Zeit lang dirigitte, nach dem Weiler Luzende zu finden sich die schon von dem ausgezeichneten Beobachter erwähnten Dipyrkrystalle in ungeheurer Anzahl eingewachsen in einem dunkel aschgrauen Schiefer, der mit Kalkstein abwechselt, welcher mitunter deutlich krystallinisch ist und ebenfalls diese Krystalle, jedoch in minderer Anzahl, enthält. Letztere sind bald schnee-, bald graulichweiss, zum grössten Theil getreidekornähnlich abgerundet und sehr fest in den Schiefer eingewachsen, selbst die frischesten sind etwas trübe. Dieses ebenfalls quadratische und zu den Skapolithen gehörende, den Couseraniten sehr nahe verwandte Mineral, welches vor dem Löthrohr leicht zu bläsigem Glase schmilzt und von Säuren nur sehr schwer angegriffen wird, beobachtete CHARPENTIER auch noch als achtseitige, mitunter überzolllange Säulen in einem feinkörnigen, bläulichgrauen oder ockergelben, eisenkiesreichen, hornblendeführenden Kalkstein am Orte Coume de Larrau, der bei dem Weiler Lottringen (oder Loutrin), Gemeinde Engommer, liegt; leider gelang es mir nicht, diese Stelle aufzufinden.

Von dem Badeorte Bagnères de Bigorre geleitet eine schnurgerade Chaussee nach dem 25 Minuten nördlich entfernten Pouzac, und biegt man in der Mitte des Dorfes rechts ein, so passirt man eine Brücke über den reissenden Adour und sieht gleich auf dem anderen Ufer des Flusses einen kleinen dunklen Hügel von Ophit vor sich liegen, dessen Höhe über dem Wasserspiegel 30 bis 40 Fuss beträgt. Das Gestein ist sehr hart und zähe und besteht anscheinend nur aus frischer und unzersetzter Hornblende, in Dünnschliffen gewahrt man aber ausser derselben noch viele mikroskopische, triklone Feldspathe, die im polarisirten Lichte prachtvoll gestreift erscheinen. Dicht neben diesem Hügel bieten sich jenseits der nach Tarbes laufenden Eisenbahn Abhänge von weisslichgrauem Gestein dar; es ist eine aussen vollständig zersetzte und so

mürbe Masse, dass man sie mit den Händen zerbröckeln kann, eine im Gegensatz zu jenem Hügel sehr feldspathreiche Ophitvarietät, welche an der Oberfläche in bedeutendem Maasse kaolinisirt ist; mehr nach dem Inneren der Ablagerung zu trifft man frisches Gestein, ein sehr deutliches, grobkörniges Gemenge von schwarzen, langen und schmalen, blätterigen Hornblendesäulen und graulichweissen oder röthlichweissen, unzersetzten Feldspathkrystallen; von denselben ist ein Theil Orthoklas, ein anderer trägt die trikline Zwillingsstreifung, die besonders in Dünnschliffen unter dem Mikroskop bei polarisirtem Licht deutlich hervortritt. Quarz ist in dem Gemenge nicht vorhanden. Dies ist das einzige mir aus den Pyrenäen bekannte Beispiel, wo Orthoklas sich in dem Ophit findet, der also hier nicht wie gewöhnlich ein Hornblendefels oder Diorit, sondern ein Syenit ist. Es scheint, dass in dem ursprünglichen Ophitmagma sich ein Kern von Hornblendefels ausgeschieden hat, während die umgebenden Massen vorzugsweise aus Feldspath mit nur spärlicher Hornblende bestehen, und dass jener dunkle Hügel diese Hornblendeconcretion ist, welche ihre hervortretende Gestalt dem Widerstand verdankt, den sie in höherem Grade als die zersetzbareren Feldspathmassen der Erosion des Flusses leistete; dieselbe Erscheinung, welche auch die Oberfläche der gemengten Ophitblöcke bei anderen Vorkommnissen zeigt, wo die Hornblende auf der durch die Verwitterung angegriffenen Aussenseite hervorstehende Krystalle bildet.

Thalaufrwärts folgt dann auf den Ophit Kalkstein; die Grenze ist nicht ganz deutlich zu sehen, doch beobachtet man in einer Entfernung von $2\frac{1}{2}$ Fuss Ophit, welcher fast nur aus Feldspath besteht, und Kalkstein. Das letztere Gestein zeigt nun höchst ausgezeichnete Erscheinungen des Contact-Metamorphismus. Seine Farbe ist bald weiss, und dann ist die Textur schön marmorartig krystallinisch, bald gelblichbraun, thonig und eisenschüssig. An der Ophitgrenze ist der Kalkstein mit mehreren Mineralien imprägnirt, und namentlich finden sich hier jene skapolithartig quadratischen Krystalle, welche man Dipyr und Couseranit zu benennen pflegt. In dem weissen, vollständig grobkörnig-krystallinischen Kalkstein erscheinen in höchst spärlicher Verbreitung sehr kleine, fast wasserklare Krystalle, bestehend aus zwei quadratischen Säulen mit dem

Oktaëder; ferner viele bis zu 1 Linie dicke, glasglänzende, wasserklare oder etwas gelbliche Krystalle, gebildet aus entweder einer oder beiden quadratischen Säulen, von denen die vorwiegende deutlich parallel der Hauptaxe gestreift ist, ohne Endigung; sodann noch reichlichere lange Büschel, zusammengesetzt aus klaren, aber mehr als nähnadeldünnen Säulchen. Diese weissen Marmore führen ausserdem längliche Büschel von grüner Hornblende, goldgelbe Eisenkiespüncchen, weisse Glimmerblättchen und sehr wenige farblose Quarze. In den durch Eisen gefärbten Kalksteinen sind die quadratischen Krystalle im Ganzen nicht mehr so frisch, als in den weissen Marmoren. Mittelkörnige, braungelbe Kalksteine, deren Klüfte mit weissem Kalkspath bekleidet sind, enthalten bis zu 3 Linien breite, schon ziemlich zu einer kreideartigen Substanz umgewandelte, faserige Krystalle mit Hornblendebüscheln; in fein krystallinischen, bräunlichgelben Kalksteinen liegen ebenfalls mit Hornblende millimeterdicke, anscheinend frische und halbglasige, graue quadratische Säulen, sehr leicht spaltbar parallel der Geradendfläche und dadurch in Glieder getheilt; thonige, gelbliche Kalksteine führen deutlich achtseitige, bis $1\frac{1}{2}$ Linien dicke, aber stark zersetzte und mit Säuren brausende, graulichweisse Krystalle, und in ganz dunkelbraunen, thonigen Kalken erscheinen dunkelgraue, im Inneren frisch aussehende, vierseitige Säulen, ähnlich den Couseraniten vom Port de Sa-leix. Die beiden letzterwähnten Gebilde bestehen mitunter zum Theil aus einer dunkel gefärbten, etwas matteren, zum Theil aus einer weissen, etwas glasigen Partie. Zwischen dem weissen und dem braungelben Marmor, zwischen letzterem und den thonigen Kalksteinen existiren aber alle Uebergänge und ebenso zwischen den klaren und verwitterten, zwischen den weissen und grauen Säulen; so kommen in einem braun und weiss gefleckten Kalkstein halb klare und farblose, halb verwitterte und graue Krystalle vor.

Einen Theil der erwähnten Krystalle, namentlich alle in dem weissen Marmor und die lichtereren in dem braungelben Kalkstein nennt DES CLOIZEAUX in seinem Manuel de minéralogie Dipyr, einen anderen, namentlich die dunkleren bezeichnet er als Couseranit. Am Schlusse dieses Abschnittes ist zu zeigen versucht worden, dass, wofür auch schon das

Vorhergehende einen Beleg bildet, eine solche Unterscheidung nicht vollkommen gerechtfertigt ist.

Die Imprägnation mit diesen Mineralien scheint aber nicht gar grossen Umfang zu haben und nur wenige Schritte anzuhalten, die Marmorisirung des Kalksteins erstreckt sich jedoch bis in beträchtliche Entfernung. Geht man nun den Weg, der auf dem rechten Adour-Ufer am Fuss der Hügel in einem weiten Bogen nach Bagnères zurückführt, so kommt man bald abermals an einen Ophitdurchbruch, der wieder hornblendereich ist, später an noch mehrere andere; die ganze Hügelreihe bis nach Bagnères zu ist Jurakalkstein, durchsetzt und krystallinisch metamorphosirt von zahlreichen Ophiten. Die Erzeugung von Dipyr und Couseranit scheint sich indessen lediglich auf die oben erwähnte grössere, nördliche Ophitmasse an der Brücke von Pouzac zu beschränken; denn ich habe thalaufwärts nichts mehr davon beobachtet; dagegen findet man in Verbindung mit den Ophiten hier allerlei andere Bildungen:

Eisenglanz, welcher in grossen Blättern und schuppigen Aggregaten die Klüfte der gelbbraunen, zelligen Kalksteine überzieht. In der Sammlung des Mr. FROSSARD in Bagnères sah ich einen korundartig fassähnlich ausgebildeten Eisenglanz mit der bauchigen Säule ($a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$) und dem Dihexaëder ($a : \frac{1}{2}a : a : \frac{2}{3}c$). Ausgezeichnet ist der Eisenglanz in dem gelblichbraunen, zelligen, feinkrystallinischen Kalkstein von Gerde, auf dessen Klüften er halbzolldicke Krusten bildet.

Eine eigenthümliche, kieseltuffähnliche Masse von weissem oder gelblich angehauchtem Quarz, überaus reich an leeren Zellen, welche die verschiedenste Grösse besitzen und durch Zwischenwände von einander getrennt werden, die oft feiner als Papier sind; die sehr leichten Gebilde gleichen einem Schwamm und werden in der dortigen Gegend auch *éponge* genannt; wie ähnlich sie auch den Kieseltuffen sehen, sind sie dennoch nicht Opal, sondern reiner Quarz, da sie vollständig wasserfrei sind und durch Kochen mit Kalilauge nicht angegriffen werden. Auch finden sich hier durch Eisenoxydhydrat gelbbraun gefärbte Massen dieses cavernösen Quarzes, bei welchem ein Theil der grösseren Zellen mit eckigen Körnern von messinggelbem Eisenkies erfüllt ist, die an der Aüssenseite in Brauneisenstein umgewandelt sind, ein Theil der kleineren Zellen Körnchen enthält, welche ganz aus Brauneisenstein be-

stehen. Zumal die lichten, zelligen Quarze finden sich häufig auch noch an anderen Punkten in der Umgegend von Bagnères de Bigorre, z. B. am Mont Monné auf dem linken, bei Gerde auf dem rechten Adour-Ufer, ebenfalls um die Ophite des Aspe-Thales. Es ist wohl nicht zweifelhaft, dass diese Massen Producte kieselsäurehaltiger Quellen sind, und da sie offenbar an die Gegenwart der Ophite geknüpft vorkommen, so liegt es nahe, in jenen Quellen eine Folge der Ophiteruptionen zu sehen. Anderswo in den Pyrenäen erscheint der Gyps als secundäres Product in Verbindung mit Ophiten, und so bieten sich denn jene beiden Gebilde dar, welche auch noch heutigen Tages, z. B. in Island, durch die auf vulkanische Eruptionen folgende Fumarolenthätigkeit erzeugt werden.

Mr. FROSSARD in Bagnères besitzt auch ein Stück halbkrySTALLINISCHEN Kalksteins aus dieser Gegend, bedeckt auf einer Seite mit zierlichen, über $1\frac{1}{2}$ Linien grossen Albitkryställchen, die sich auf einer Kluft gebildet zu haben scheinen.

Den Dipyr entdeckten 1786 zuerst GILLET DE LAUMONT und LELIÈVRE am Saison bei Libarens südlich von Mauléon (Basses Pyrénées); dort bildet er bald sehr kleine, durchsichtige oder opake achtseitige Prismen oder abgerundete, perlgrauenähnliche Körner, bald bläulichgraue, nadelförmige oder faserig zusammengruppirte Krystalle in einer graugelben, thonigtalkigen Masse, bald lange, weisse Stäbchen in den Höhlungen eines glimmerreichen, zelligen Kalksteins oder vierseitige, dickere Prismen in einem kompakten, gelblichen Kalkstein. CHARPENTIER fand dasselbe Mineral an drei verschiedenen Punkten in der Umgegend von Engommer (Ariège). Die älteste Analyse stammt von VAUQUELIN; darauf untersuchte DELESSE 1843 den Dipyr von Libarens (Ann. des mines, (4) IV. 609).

Den Couseranit stellte zuerst CHARPENTIER als wahrscheinlich selbstständige Species auf (Essai u. s. w., 1823, 224); er nannte so ursprünglich die graulichschwarzen, mitunter indigobläulich durchscheinenden, im Inneren glasglänzenden Krystalle, welche, das Glas ritzend und unlöslich in Säuren, in einem sehr feinkörnigen Kalkstein eingewachsen sind, durch dessen Verwitterung sie an der Oberfläche hervorstehen (Schlucht von Saleix, Col de la Trappe u. s. w.; vgl. S. 202). DUFRENOY (Ann. des mines, (2) IV. 1828. 327) gab eine ähnliche Beschreibung, worin er die Krystalle dem monoklinen System

ztheilt; auch veranstaltete er eine Analyse, deren Material, ohne besondere Nennung des Fundorts, ohne Zweifel von einem der von CHARPENTIER aufgefundenen Punkte im Couserans herrührt. Diese Angaben zogen sich 25 Jahre lang durch die Lehrbücher, bis DES CLOIZEAUX in seinem „Manuel de minéralogie (1862)“ die richtige Beobachtung mittheilte, dass der Couseranit nicht monoklin, sondern quadratisch sei; zugleich fand er in den Kalksteinen von Pouzac bei Bagnères de Bigorre Krystalle, welche er Dipyr und andere, welche er Couseranit nannte; letztere sind bald bläulichschwarz, bald schwärzlichgrau, grau oder graulichweiss, bald und zwar seltener bestehen sie zum Theil aus einer weissen, glasigen, glänzenden, zum Theil aus einer schwärzlichen, etwas matten Partie.

Es scheint, dass der Dipyr und der Couseranit mit einander vereinigt werden müssen. Die Gründe dafür sind folgende:

1) Die krystallographischen und physikalischen Eigenschaften stimmen vollkommen mit einander überein; beide Mineralien sind quadratisch und zeigen gewöhnlich die erste und zweite Säule (seltene Dipyre von Pouzac besitzen auch ein Oktaëder). Die Spaltungsrichtungen, die optischen Verhältnisse sind dieselben; die Härte ist übereinstimmend (Dipyr = 6, Couseranit = 5,5 — 6); das specifische Gewicht weist keine Differenz auf (Dipyr von Libarens 2,646, von Pouzac 2,68, Couseranit 2,69 — 2,76). Beide werden vor dem Löthrohr weiss und schmelzen zu blasigem Glas; beide sind durch Säuren gleich schwer angreifbar. Allerdings ist der Dipyr von Libarens und von Engommer gewöhnlich weiss (es kommen auch fast wasserklare Exemplare vor), und auch bei Pouzac zeigen die sogenannten Dipyre gewöhnlich lichte Farben, während der ächte, alte CHARPENTIER'sche Couseranit aus dem Couserans schwarz oder graulichschwarz ist. Aber diese Farbenverschiedenheit ist höchst wahrscheinlich nur zufällig und durch das umgebende Gestein bedingt. Zudem spielen bei Pouzac sehr viele der von DES CLOIZEAUX Dipyr genannten Krystalle in das Graue hinüber, dagegen ist ein Theil der von ihm als Couseranite bezeichneten schwärzlichgrau, grau, selbst graulichweiss, und man findet sogar sogenannte Couseranite, welche, wie erwähnt, zum Theil aus einer weissen, glasigen, zum Theil aus einer schwärzlichen Masse bestehen, also die Farben von

Dipyr und Couseranit vereinigen. Man ist in der That zu Pouzac in völliger Ungewissheit, was man Dipyr, was man Couseranit nennen soll.

2) Auch das umgebende Gestein kann nicht zur Diagnose beitragen. Der Dipyr steckt zu Libarens in einem gelblichen Kalkstein und in einer graugelben, thonig-talkigen Masse; bei der Eisenschmelze von Engommer im schwarzen Schiefer, bei Loutrin unfern Engommer in zuckerkörnigem Kalk, bei Pouzac theils in zuckerkörnigem, theils in bräunlichgelbem, thonigem Kalkstein; der Couseranit aus dem Couserans in schwarzem Kalkstein, der Couseranit DES CLOIZEAUX's von Pouzac in demselben gelbbraunen Kalkstein, in welchem auch sein Dipyr vorkommt, und ausserdem in schwarzem Schiefer, ähnlich demjenigen, welcher zu Engommer den Dipyr umschliesst.

3) Um die vorhandenen Analysen beider Mineralien mit einander vergleichen zu können, habe ich sie sämmtlich nach Abzug des etwa angegebenen Glühverlustes auf 100 umgerechnet und dann die Sauerstoffzahlen ermittelt. Dadurch werden die Sauerstoffverhältnisse auffallend einfacher Art, während frühere Berechnungen mit älteren Atomgewichtszahlen und einfacher Hinweglassung des Glühverlustes wenig befriedigende Sauerstoffverhältnisse ergaben.

Die so umgerechneten Analysen sind: I. Dipyr von Libarens (DELESSE, a. a. O.). II. Dipyr von Libarens (PISANI in DES CLOIZEAUX, Manuel de minéral., I. 227). III. Dipyr von Pouzac (DAMOUR ebendas.). IV. Couseranit (DUFRENOY, a. a. O.). V. Couseranit von Pouzac (PISANI, a. a. O., I. 225). VI. Couseranit, schwarz, glasig, von Saleix (GRANDEAU, ebendas., I, 229).

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselsäure . . .	55,5	58,73	57,77	52,83	54,10	46,69
Thonerde . . .	24,8	23,50	23,68	24,24	23,07	34,80
Eisenoxydul . . .	—	—	—	—	3,59	—
Manganoxydul . . .	—	0,41	—	—	—	—
Kalk	9,6	7,11	9,73	11,95	11,13	9,72
Magnesia	—	0,51	—	1,41	2,52	1,25
Kali	0,7	0,82	0,92	5,57	1,16	2,85
Natron	9,4	8,92	7,90	4,00	4,43	4,69
	100	100	100	100	100	100.

Daraus ergeben sich folgende Sauerstoffverhältnisse ($\dot{R} : \ddot{R} : \ddot{Si}$):

- I. 5,28 : 11,58 : 29,60 = 0,90 : 1,96 : 5
- II. 4,76 : 10,97 : 31,32 = 0,91 : 2,10 : 6
- III. 4,98 : 11,06 : 30,81 = 0,97 : 2,12 : 6
- IV. 5,94 : 11,32 : 28,17 = 1,04 : 2 : 4,98
- V*). 5,53 : 11,97 : 28,85 = 0,96 : 2,08 : 5
- VI. 4,97 : 16,25 : 24,90 = 0,99 : 3,24 : 5.

Was die chemische Zusammensetzung anbelangt, so ist zuvörderst zu erwähnen, dass die GRANDEAU'sche Analyse des Couseranits von Saleix (VI), welcher freilich überaus schwer aus dem Kalkstein zu isoliren ist, ganz vereinzelt dasteht. Der Dipyr von Libarens (II) und der Dipyr von Pouzac (III) ergeben das Sauerstoffverhältniss 1 : 2 : 6; der Couseranit DUFRENOY's (IV), offenbar aus dem Couserans, und die Analyse (V), welche PISANI an den Krystallen von Pouzac vornahm, allerdings 1 : 2 : 5, allein seltsamerweise lässt die ältere Analyse DELESSE's vom Dipyr von Libarens (I) ebenfalls das Verhältniss 1 : 2 : 5 mit grösster Deutlichkeit hervortreten, also dasjenige, welches dem Couseranit eigenthümlich zu sein schien; man kann daher unter solchen Umständen die chemische Zusammensetzung wohl nicht als Diagnose der beiden Mineralien verwerthen. Als vom Dipyr nur die DELESSE'sche, vom Couseranit nur die DUFRENOY'sche Analyse bekannt war, hätte man beide nothwendiger Weise als chemisch identisch erachten müssen. Alle Analytiker behaupten, möglichst frisches Material angewandt zu haben, und die Menge des Kalks, zumal aber die Genauigkeit, mit welcher das Sauerstoffverhältniss hervorspringt, macht dies auch wahrscheinlich; man kann dem gegenüber kaum annehmen, dass die Differenzen durch verschiedene Zersetzungsstadien hervorgebracht werden.

Die Oktaëderwinkel, welche DES CLOIZEAUX an den kleinen, klaren Krystallen des Dipyrs von Pouzac messen konnte, stimmen so mit denen des Mejonits überein, dass beide unterschieden als isomorph zu betrachten sind. Dipyr und Couseranit treten somit in den ohnehin schon grossen Kreis der Skapolithmineralien ein. Die quadratische Ausbildung mit den Mejonitdimensionen scheint mehreren verschieden constituirten

*) Wenn man das Eisenoxydul in Eisenoxyd umrechnet. Für Eisenoxyd ist übrigens das Sauerstoffverhältniss 1,09 : 1,87 : 5.

chemischen Verbindungen anzugehören; denn so viele von den grosse Differenzen aufweisenden Analysen auch an offenbar zersetztem Material angestellt wurden, so leicht auch der Mejonit verwittert, so geht man doch wohl zu weit, wenn man in allen Skapolithen nur umgewandelte ursprünglich kalkreiche und kieselsäurearme Mejonite (1:2:3) sieht. Einerseits wird man dann zu der wenig wahrscheinlichen Annahme einer oft übergrossen Kieselsäure- (und Natron-) Zufuhr gedrängt, während andererseits manche Analysen sich auf unleugbar frisches Material beziehen. Es ist daher kein ungerechtfertigtes Verfahren, die als Dipyr und Couseranit bezeichneten Mineralien, trotzdem ihre Sauerstoffverhältnisse (allerdings nicht mit Konstanz) unter einander abweichen, dennoch einem höheren Sammelnamen, dem Skapolith, unterzuordnen. Unter den Skapolith genannten Vorkommnissen giebt es solche, deren Sauerstoffverhältnisse mit den oben für jene beiden Mineralien ermittelten übereinstimmen. So hat der Mizzonit nach VOM RATH das S. V. 1:2:5, wie der sogenannte Dipyr von Libarens (DELESSE), der sogenannte Couseranit von Pouzac (PISANI) und der von DUFRENOY untersuchte Couseranit; ferner gehören hierher, worauf DES CLOIZEAUX schon hinwies, die theils durchsichtigen, also gewiss nicht veränderten Krystalle des Skapoliths von Gouverneur, New-York (1:1,98:4,80) und durchsichtige Krystalle von „Paranthin“ von Arendal. Dem Dipyr von Libarens (PISANI) und von Pouzac (DAMOUR) = 1:2:6 schliesst sich ziemlich an ein weisser, krystallisirter Skapolith von Bolton, Massachusetts (HERMANN) mit 1,04:2,30:6. Auch die Analyse des schwarzen Couseranits von Saleix VI. (1:3:5) hat schon unter den Skapolithen ihre Parallelen: es sind die Nuttalithe von Bolton (STADTMÜLLER, 1,1:3:4,9) und von Diana, New-York (HERMANN, 0,98:3:5,0), ebenfalls wie das pyrenäische Mineral aschgraue bis graulichschwarze Krystalle im Kalkstein bildend; auch ein Skapolith von Ersby (HARTWALL und HEDBERG, 1,1:3:5,2) gehört hierher. Will man also nicht einen jeden von diesen eine besondere chemische Verbindung darstellenden Skapolithen als eigene Species mit einem besonderen Namen belegen, so wird man die Benennungen Dipyr und Couseranit höchstens noch als Localbezeichnungen weiter beibehalten können.

DES CLOIZEAUX führt an, dass man mitunter schwarze,

kleine Krystalle von Orthoklas, von Hornblende und von Quarz aus den Pyrenäen für sogenannten Couseranit gehalten und statt desselben verkauft hat. Hinzuzufügen ist noch, dass, wie oben S. 180 bemerkt, auch dunkle Andalusite in pyrenäischen braunschwarzen Glimmerschiefern als Couseranite im Handel versiren, die wegen ihrer dem Quadratischen genäherten Form allerdings eher als jene drei Mineralien damit verwechselt werden können.

Am Schluss der Betrachtungen über die Umwandelungserscheinungen der pyrenäischen Jurakalke sei noch der eigenthümlichen Gypsbildungen in der Umgegend von Tarascon gedacht. Zwischen Foix und Tarascon zieht quer durch das Ariège-Thal die Grenze von Granit und Lias (früher von CHARPENTIER zum Uebergangsgebirge, von DUFRENOY zur Kreide gerechnet), welche vom Pic de Barthélémy über Mercus nach Montoulieu und von da in westnordwestlicher Richtung verläuft; nördlich von dieser Linie ist Granit, südlich Lias, in welchem man u. A. *Pecten aequivalvis*, *Lima punctata*, *Ammonites Walcotti*, *Terebratula ornithocephala* beobachtet. Auf der Grenze beider Gesteine findet sich eine Aneinanderreihung krystallinischer Gypsmassen, welche somit der Hauptpyrenäenrichtung parallel angeordnet sind.

Gleich oberhalb Tarascon mündet auf dem linken Ufer der Ariège das Thälchen von Saurat, auf dem rechten das kleinere von Cazenave. Die Verhältnisse des Gypsvorkommens lassen sich namentlich in dem ersten Thälchen ziemlich deutlich beobachten. Wandert man dasselbe aufwärts, so trifft man zwischen den Dörfern Arignac und Bedeilhac auf die langgestreckten Gypsstöcke, welche die Sohle und die unteren Gehänge des Thales bilden. Südlich ist der Gyps von graulichweissem oder grauem, gewöhnlich dichtem, aber auch zuckerkörnigem Jurakalk begrenzt, in welchen er ganz allmählig übergeht. Nördlich stösst an den Gyps das Graniterrain, welches an einigen Stellen seiner Peripherie in gneissartige, hornblendeführende, selbst glimmerschieferartige Gebilde übergeht, die nicht selten von wohlausgebildeten Gängen eines ähnlichen, oligoklasreichen mitunter hornblendeführenden Granits durchsetzt werden, aus welchem die nördliche Hauptmasse besteht. Diese Granitgänge setzen auch in den Jurakalkstein hinein, und es ist eigenthümlich, dass derselbe da, wo er an diejenigen

von gewöhnlichem Glimmergranit grenzt, selbst mit Glimmer, wo er an diejenigen von hornblendeartigem Granit grenzt, selbst mit Hornblende beladen ist. Aehnlich sind die Verhältnisse in dem gegenüberliegenden Thälchen von Cazenave, wo ein Gypsstock auf dem rechten Gehänge nördlich vom Dorfe Arnave erscheint.

Was den Gyps selbst anbetrifft, so ist er gewöhnlich weiss, oft sehr schön schneeweiss, auch graulich-, gelblichweiss, dabei mitunter ausgezeichnet krystallinisch. In ihm finden sich in grosser Häufigkeit grünlichweisse Talkblättchen und Glimmerblättchen eingestreut, hübsche, kleine Eisenkieskrystalle bis über Erbsengrösse, Brauneisensteinknötchen; seltener sind Strahlsteinsäulchen und Quarzkörner; oft erscheinen Geoden mit wasserklaren Kalkspathrhomboëdern und Kalkspathschnüre. In den Gypsbrüchen von Arnave findet man krystallinisch-blättrige Massen von himmelblauem oder violeblauem Anhydrit, umgeben von zuckerkörnigem Gyps.

Schon DUROCHER hat sich 1844 für den metamorphischen Ursprung dieser Gypse ausgesprochen und ist geneigt zu glauben, dass dieselben, wie an so vielen anderen Orten in den Pyrenäen mit Ophiten in Verbindung stehen; auch LEYMERIE schliesst sich dieser Erklärungsweise an, obschon beide Forscher offen berichten, dass in der unmittelbaren Nachbarschaft kein Gyps vorkomme; auch ich habe nirgendwo in der Umgebung dieser Gypse Ophit anstehend finden können, und es dürfte daher viel annehmbarer sein, diese Gypse, welche offenbar umgewandelte Jurakalke sind, mit den Graniten in Verbindung zu bringen. Oben ist erörtert worden, wie heutigen Tages an so zahlreichen Punkten gerade auf der Grenze zwischen Granit und Silurschiefern Schwefelquellen hervorbrechen; denken wir uns, dass hier auf der Scheide von Granit und Jurakalk früher ebenfalls solche Quellen geflossen sind, so ist die Entstehung der Gypsstöcke leicht erklärlich.

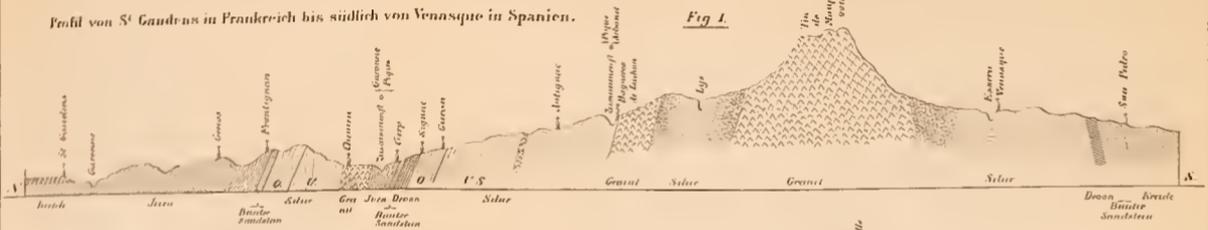
Inhalts - Uebersicht.

	Seite
Einleitung	68
Allgemeine Gliederung des geologischen Aufbaues	71
Granitische Gesteine der Pyrenäen	84
Ophite	116
Lherzolithe	138
Silur und Devon	148
Trias	170
Die metamorphischen Gebilde der Pyrenäen	175

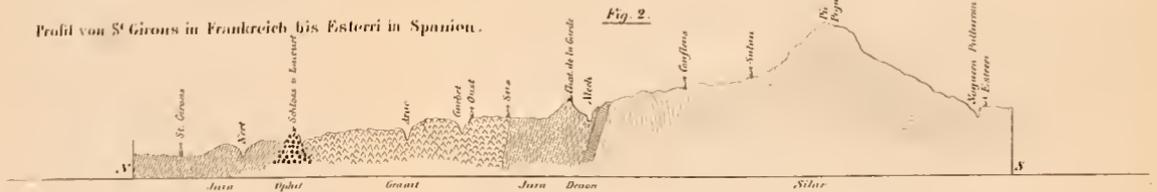
Verbesserungen und Zusätze.

- Seite 58 Zeile 1 von unten und Seite 59 Zeile 18 von oben lies „Fundstätte“ statt Fundstücke.
- Seite 60 Zeile 3 von oben lies „halbgebranntem“ statt hellgebranntem.
- Seite 60 Zeile 9 von unten lies „Rhinoceroten“ statt Rhinoceronten.
- Seite 63 Zeile 17 von unten lies „Durchfeuchtung“ statt Durchfruchtung.
- Seite 63 Zeile 5 von unten lies „Stauung“ statt Störung.
- Seite 82 Zeile 18 von oben lies „Wasserfluthen“ statt Wasserflächen.
- Seite 83 Zeile 3 von oben lies „erratischen“ statt erastischen.
- Seite 83 Zeile 15 von oben lies „Arboust-Thal“ statt Larboust-Thal.
- Seite 85 Zeile 7 von oben lies „Gavarnie“ statt Gavarine.
- Seite 85 Zeile 19 von unten lies „Pique-Thal“ statt Piquet-Thal.
- Seite 87 Zeile 8 von oben lies „Adular“ statt Sanidin.
- Seite 87 Zeile 18 von oben lies „Cauterets“ statt Canterets.
- Seite 87 Zeile 9 von unten lies „Arbizou“ statt Arbizou.
- Seite 92 Zeile 4 von unten lies „Lutour“ statt Latour.
- Seite 93 Zeile 3 von unten lies „stechen“ statt stehen.
- Seite 94 Zeile 18 von unten lies „R“ statt R.
- Seite 96 Zeile 1 u. 5 von oben lies „Burbe-Thal“ statt Burbet-Thal.
- Seite 97 Zeile 17 von oben lies „Montarqué“ statt Mortarqué.
- Seite 100 Zeile 18 von oben lies „Bänder“ statt Ränder.
- Seite 102 Zeile 15 von oben lies „Lage“ statt Lagen.
- Seite 103 Zeile 8 von oben lies „letzterem“ statt letzteren.
- Seite 111 Zeile 19 von oben lies „mit Granit“ statt im Granit.
- Seite 112 Zeile 9 von oben lies „sei“ statt ist.
- Seite 312 Zeile 14 von oben lies „Hangende“ statt Liegende.
- Seite 314 Zeile 8 von oben ist hinter haben einzuschalten: „bald eine gangförmige.“
- Seite 317 Zeile 13 von unten lies „concentrisch“ statt excentrisch.
- Seite 318 Zeile 18 von oben ist gemachten zu streichen.
- Seite 322 Zeile 2 von unten und Seite 324 Zeile 19 von oben lies „Steinkaute“ statt Steinkante.
- Seite 329 Zeile 5 von unten lies „Kilianstätten“ statt Kilianstätten.
- Seite 334 Zeile 17 von oben lies „Teufelskaute“ statt Teufelskante.
- Seite 347 Zeile 1 von oben ist (?) zu streichen.
- Seite 348 Zeile 14 von oben lies „neuneptunistische“ statt neptunistische.
- Seite 352 Zeile 2 von oben lies „umgeschmolzene“ statt ungeschmolzene.
- Seite 360 Zeile 6 von oben lies „Fallens“ statt Falles.
- Seite 361 Zeile 3 von oben lies „einst“ statt nicht.
- Auf Tafel VIII lies „Windecken“ statt Windschen und „Kinzig“ statt Kineis.

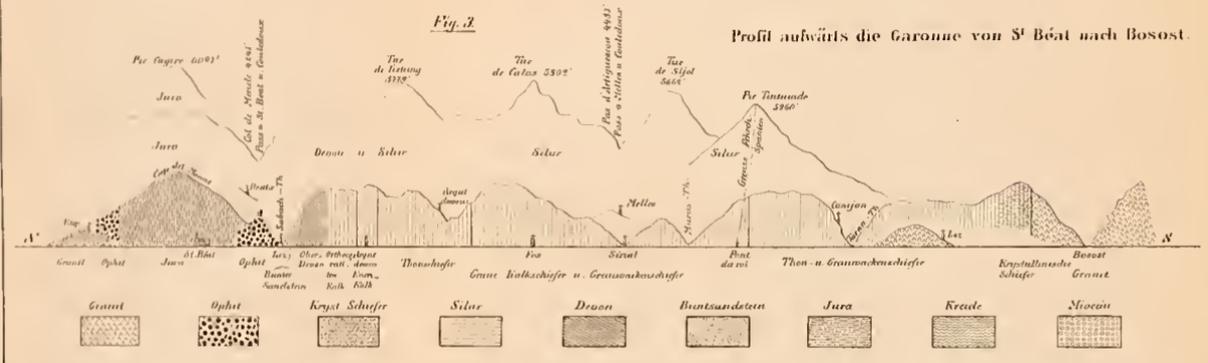
Profil von St. Gaudens in Frankreich bis südlich von Venasque in Spanien.

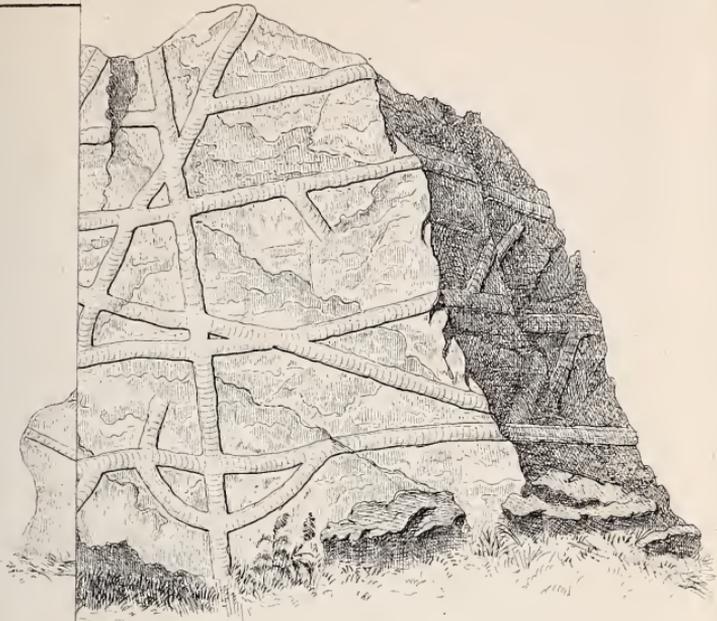


Profil von St. Giron in Frankreich bis Esteri in Spanien.



Profil aufwärts die Garonne von St. Béal nach Bostou.



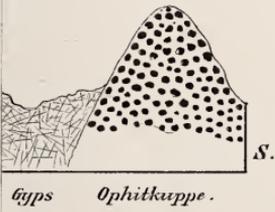
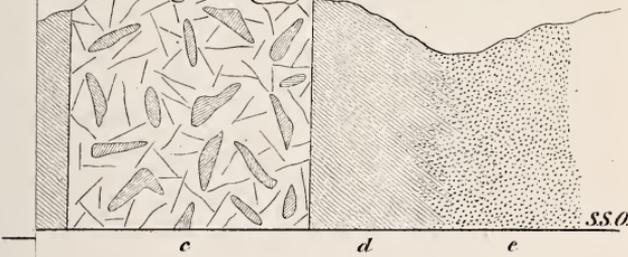


Kalks
in
Pant

Contact
u. Lias, südl. v. Erce, Ariège.

Granit mit Bruchstücken
von Kalkschiefer

Lias =
Kalkschiefer Kalkstein

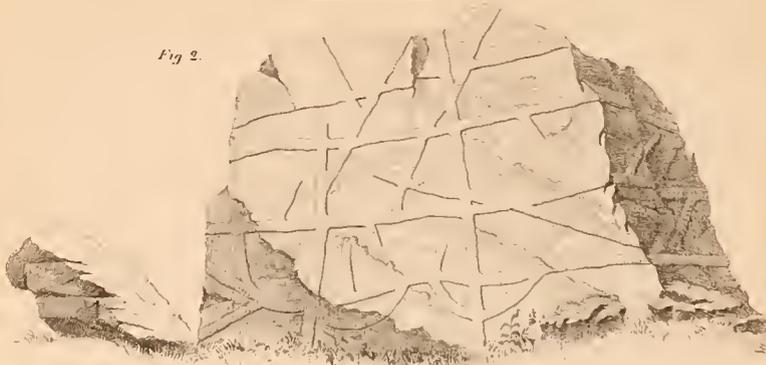


Gyps Ophitkuppe.

Fig 1



Fig 2.



Kalkstein-Einschlüsse
im Granit von
Pudicosa, Aegæon.



Fig 3

Fig 4

Contact
von Graulth Lins, süd v. Freo, Ariège

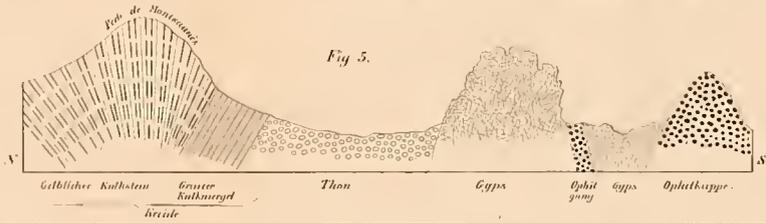
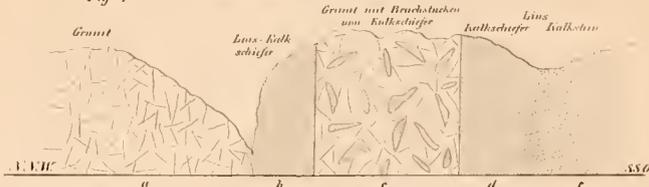
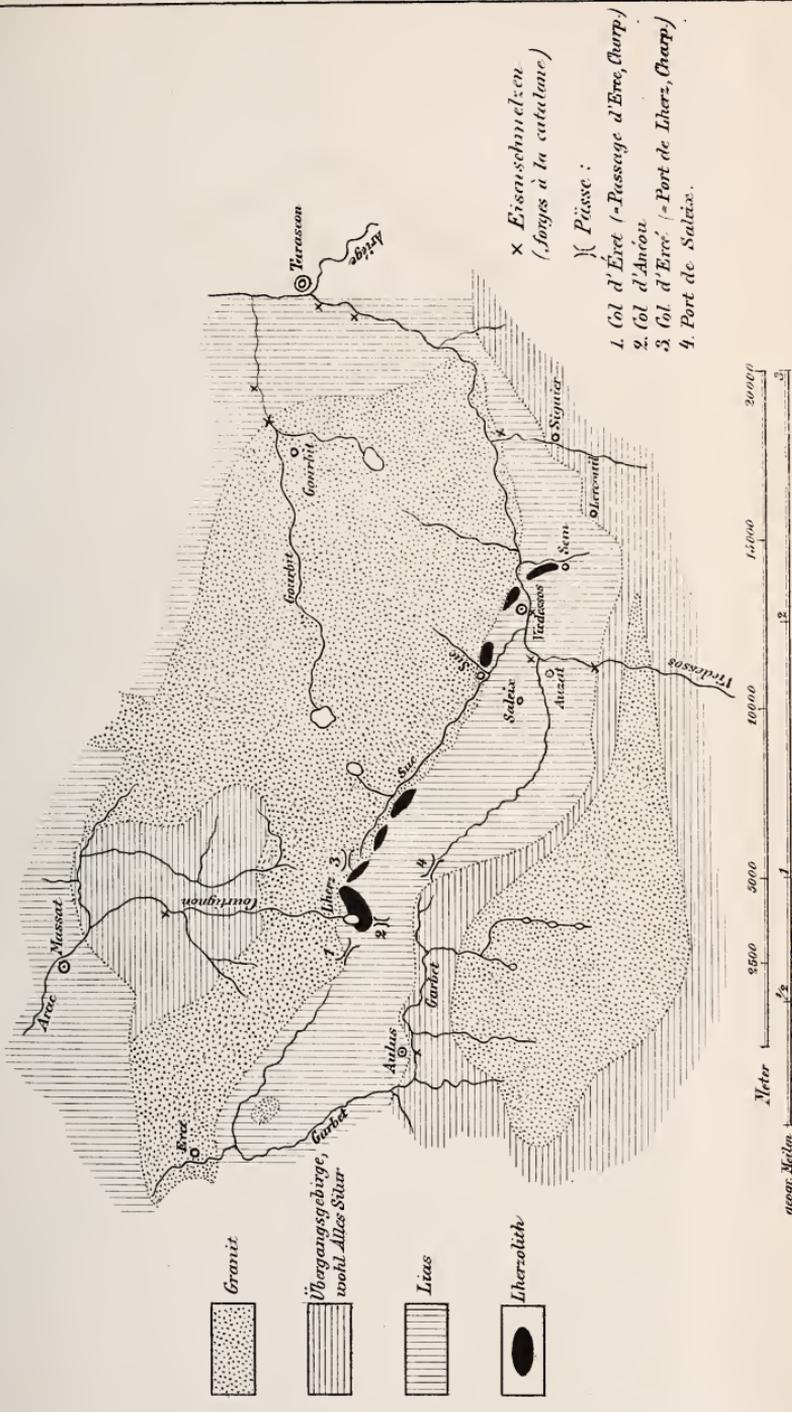


Fig 5.

Vorkommen der Lherzolithe zwischen Aulus u. Videssos, Ariège.



Zirkel ger.

A. Schütze Lith. Anst. Berlin

Fig. 4.



Fig. 6.

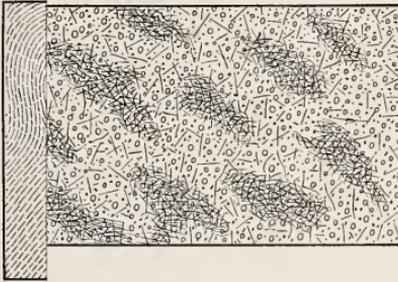


Fig. 8.



Fig. 3



Fig. 1



Fig. 4



Fig. 5.



Fig. 2.



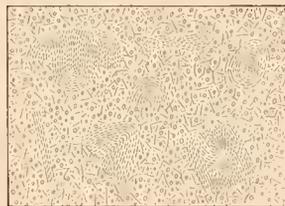
Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8



Grund



Gruss u.
Glimmerschiefer

