

# **Petrographische Studien an den Gesteinen des Kaiserstuhls**

von

**Herrn Dr. H. Rosenbusch**

in Freiburg i. Br.

---

## **I. Die Limburg und ihre Gesteine.**

Die Einführung einer neuen Methode der Untersuchung in eine Wissenschaft bethätigt ihren belebenden Hauch auch darin, dass sie zu wiederholter Durchforschung von Gebieten anregt, über welche man längst des letzte Wort gesprochen glaubte. Es werden dann, wie bei der Revision eines Processes, die alten wohlverwahrten Aktenbündel hervorgesucht, feierlichst abgestäubt und an der Hand der neu beobachteten Thatsachen auf's Frische durchlesen und gedeutet. Dass man selbstverständlich bei einer solchen, nothwendig gewordenen Revision nicht immer das Urtheil der früheren Richter unterschreiben kann, versteht sich ja wohl von selbst; besaßen doch jene eben nicht die Kenntniss der neuen Thatsachen, welche uns eine wiederholte Forschung zur Pflicht machten. Auch liegt nie und nimmer ein Vorwurf, oder gar ein Tadel gegen den früheren Forscher darin, dass wir sein Urtheil zu modificiren gezwungen sind: jener zog das Facit aus den damals vorliegenden Thatsachen, wir aus den heutigen. Aber ebenso, wie wir in keinerlei Weise weder die Resultate, noch die Methoden der früheren Forschungen vernachlässigen, dürfen wir auch mit vollem Rechte beanspruchen, dass man weder über die Ergebnisse der neuen Untersuchungsform stillschweigend zur Tagesordnung übergehe, noch gar im Vollge-

fühl der bedeutenden Leistungen der früheren Methoden von vornherein und ohne Untersuchung der neuen Methode ihren Werth verringere oder gar ganz spreche. Gewiss wird es stets einige Zeit dauern, bevor sich die neuen, auf dem Gebiet einer Wissenschaft gemachten Fortschritte in einer anderen, wenn auch noch so nahe verwandten Disciplin das Bürgerrecht erwerben \* und so dürfen wir uns nicht verwundern, wenn die chemische Analyse die Resultate der mineralogisch-mikroskopischen Untersuchungen über die Homogenität der Mineralien und die mineralogische Zusammensetzung der Gesteine bislang theils gar nicht, theils in viel zu geringem Massstabe verwerthet hat. Aber ich meine, dass immer mehr die Überzeugung Boden gewinnen muss, dass wir nur durch die innigste Verbindung der mikroskopisch-mineralogischen und der chemischen Untersuchung einen vollen, klaren und unbefangenen Einblick in das Wesen der Gesteine erlangen werden.

Die letzten Forscher, welche sich mit dem Kaiserstuhl beschäftigt haben, beginnen die Mittheilung ihrer Untersuchungen einstimmig mit der Bitte um Verzeihung, dass sie „nach so vielen ausgezeichneten Forschern es dennoch wagen, den so viel betretenen Boden noch einmal zu durchwandern“. Das flösst eine gerechte Besorgnis

---

\* Können doch auch die Chemiker mit einem gewissen Schein des Rechts den Mineralogen den Vorwurf machen, dass diese ebenfalls noch immer nicht den modernen Ansichten der Chemie in das Gebiet der Mineralogie den Eingang gestatten wollen; aber eben nur mit einem Schein des Rechts; denn das heute schon Assimilirbare hat sich die Mineralogie gern und rasch zu Nutzen gemacht. Dass wir aber alle die wechselnden und streitenden, wenn auch noch so geistreichen Theorien über den Bau der chemischen Verbindungen sofort adoptiren, um sie bald darauf wieder fallen zu lassen, kann man gewiss nicht erwarten, zumal wenn man bedenkt, dass alle diese Theorien auf dem Gebiet der organischen Chemie erwachsen, die immer noch wie eine neue Welt der alten Welt der anorganischen Chemie gegenübersteht, ohne dass bislang ein Columbus den verbindenden Weg zwischen beiden hätte finden können. Ganz ausserordentlich erfreut es, heute doch schon vor der Analyse eines neu aufzustellenden Minerals die Bemerkung zu lesen: „ein Dünnschliff homogen“. — Und wahrlich, die Zeit muss vorbei sein, wo man sich für berechtigt hielt, eine neue Species aufzustellen, sobald man irgend eine dubiose, nicht morphologisch individualisirte Substanz analysirt und dieser Analyse eine Formel abgetrotzt hatte, die sich etwa ebenso zwanglos aus der Analyse ableiten liess, wie etymologisch das Wort Fuchs von  $\acute{\alpha}\lambda\omega\pi\eta\xi$ . —

ein und erfüllt mit wohlberechtigtem Misstrauen gegen den Werth der eigenen Untersuchungen. Aber dennoch meine ich, dass selbst abgesehen von der Anwendung des Mikroskopes, bloss auf den Ergebnissen früherer Untersuchungen fussend, wir in unserem Gebirge auch ohne Bezugnahme auf die Entstehung und Entwicklung des Ganzen und seiner Glieder lediglich in petrographischer Hinsicht noch manches Räthsel finden, dessen Lösung auch für die Wissenschaft im Allgemeinen nicht ohne Interesse sein dürfte. Klein, wie sie sind, bergen unsere *volcans récemment découverts dans le Brigaw*, wie sie der Baron von DIETRICH im Jahre 1774 nannte, eine so überraschende Mannichfaltigkeit der Gesteine, wie kaum irgend ein anderes, ebenso winziges Gebiet unserer Erde. Sie alle cursiren fortan unter dem Titel von Basalten, Doleriten, Phonolithen und Trachyten. Aber halten wir uns eines Beispiels wegen nur an die Trachyte, so muss es doch auffallen, wie schon (cf. FR. NIES, Geognost. Skizze des Kaiserstuhlgebirges. Heidelberg, 1862. Inaug.-Diss. p. 29—30) NIES richtig beobachtet, dass in den (cf. JUL. SCHILL, Geognost.-Mineralogische Beschreibung des Kaiserstuhlgebirges. Stuttgart, 1854, p. 37) SCHILL'schen Analysen, abgesehen von dem gänzlich zersetzten, Domit-artigen Gestein der St. Pantaleonskapelle bei Nieder-Rothweil mit 57,65%  $\text{SiO}_2$ , die dort aufgeführten trachytischen Gesteine von der Mondhalde, vom Silberbrunnen, vom Neuthale nur 53,00%, 53,38%, 43,66% Kieselsäure enthalten, während die kieselsäureärmsten Trachyte bei ZIRKEL 60,01%, bei ROTH 58,22% Kieselsäure enthalten. Ich meine aber, dass ein Gestein mit 43,60%  $\text{SiO}_2$  unmöglich für ein Gemenge von Sanidin mit Oligoklas und Hornblende gehalten werden kann, auch wenn man nie einen Schliff dieses Gesteins gesehen hat. Die Benennung eines solchen Gesteines als Trachyt kann eben nur durch das Bestreben erklärt werden, Alles in eine conventionelle Schablone hineinpassen zu wollen; gegen Basalt sprach das niedrige specifische Gewicht, wie ein Phonolith sah es nicht aus, klang auch nicht, also musste es ein Trachyt sein, denn andere vulcanische Gesteine gab es nicht. Es ist überhaupt schwer, sich von Vorurtheilen frei zu machen und vielleicht kein Vorurtheil fesselt mit absoluterer Gewalt und trübt den freien Blick mit so undurchdringlichem Nebel, wie das wissenschaftliche

Vorurtheil. Man ist zu den abenteuerlichsten Concessionen bereit, nur um nicht mit einem Vorurtheil brechen zu müssen.

Und so dürfte es denn trotz der vielen verdienstvollen Arbeiten über die Kaiserstühler Gebirgsarten nicht ganz unberechtigt und unnütz scheinen, wenn ich mir erlaube, die Resultate meiner Beschäftigungen mit diesen Gesteinen in kurzen Mittheilungen bekannt zu machen. —

Ich beginne mit den Gesteinen einer Localität, die sich der besonderen Aufmerksamkeit aller, die je den Kaiserstuhl untersuchten, zu erfreuen gehabt hat.

Unmittelbar am Rhein erheben sich nördlich vom Kaiserstuhl und vom eigentlichen zusammenhängenden Gebirge nur durch eine schmale Ebene getrennt, die Hügel von Sasbach. Es sind unmittelbar beim Dorfe der niedrige Scheibenberg, dessen Gestein ein dichtes basaltisches ist und von diesem durch eine schmale Schlucht getrennt, mehr nach Westen der Lützelberg, dessen Gestein basaltischer Natur ist, aber mit porphyrartiger oder an anderen Stellen mit Mandelsteinstructur. Der Lützelberg ist sehr gut aufgeschlossen durch grosse, in regem Betriebe stehende Steinbrüche an seinem südöstlichen Abhange, welche auch in weiteren Kreisen als Fundorte der schönen Zeolith-Vorkommnisse, Faujasit und Phillipsit, bekannt sind; ferner durch einen Steinbruch, wecher sich im westlichen Bergabhange befindet, gerade unter der Ruine Limburg, unmittelbar am Rheine und der, eine Zeit lang fast aufgelassen, neuerdings wieder ziemlich lebhaft bearbeitet wird. Zwischen beiden Aufschlusspunkten in der Mitte schneidet eine schmale Schlucht, ein verlassener Steinbruch ziemlich tief in nördlicher Richtung in den Hügel ein. Die durch diese Steinbrüche aufgeschlossenen Gesteine des Lützelberges, zumal aber die gerade unter der Limburg unterscheiden sich so charakteristisch von allen anderen Kaiserstühler Gesteinen, dass schon der erste Untersucher dieses Gebirges, VON DIETRICH (cf. *Description d'un volcan découvert en 1774, près le Vieux Brisach; par M. le Baron DE DIETRICH. Journal de Physique, Septembre 1783. Tome XXIII*) (1774) sagt: *Les laves du Limbourg différent à la vue de toutes celles du Kaiserstuhl, quoiqu' elles soient essentiellement composées des mêmes matières.*

Die Untersuchung des Steinbruches unter der Limburg er-

gibt, dass das Liegende derselben aus einem compacten basaltischen Gestein besteht, welches durch grössere Augitkrystalle porphyrtartig wird. Dasselbe ist nur an einem Punkte, fast am nördlichen Ende des Steinbruchs einigermaßen gut zu beobachten, sonst allenthalben durch die alten Halden verschüttet und verdeckt. In losen Stücken findet sich dasselbe ziemlich zahlreich in den Halden und man erkennt dieselben nach Kenntnissnahme des Anstehenden leicht aus der Masse der übrigen Gesteinsblöcke, welche, anderen Stellen entstammend, umherliegen. Auf diesem Gesteine, dessen mikroskopische Untersuchung ganz eigenthümliche, später zu besprechende Erscheinungen erkennen lässt, liegen in mehr weniger horizontaler Lagerung, hier und da mit nach Grösse und Richtung wechselndem Falle, Tuffschichten (NIES l. c. p. 33 lässt die Tuffe auf Agglomeraten ruhen. Dem gegenüber muss ich die im Text angeführten That-sachen mit Entschiedenheit aufrecht halten), die man auch ausserhalb des Steinbruchs, an der Chaussee zwischen dem Rhein und dem Zollhause beobachtet. Die wechselnden Lagerungsverhältnisse dieser Tuffe sind offenbar bedingt durch die unregelmässige Oberfläche des Gesteines, auf welchem sie ruhen. Im Steinbruche selbst, zumal am nördlichen Ende beobachtet man deutlich 3 Tuffschichten, deren unterste und oberste aus ganz gleichem Material bestehen, einer ziemlich harten, gelblichen Substanz, die erdigen Bruch hat, stark mit Säuren braust und der nicht allzu spärlich kleine Krystalle und Krystallfragmente eines äusserst wohl erhaltenen, keineswegs verwitterten, diopsidartigen Augits eingelagert sind. Derselbe erweist sich unter dem Mikroskop als vollkommen homogen und unterscheidet sich durch den absoluten Mangel an Einschlüssen, sowie durch das Fehlen der charakteristischen Spaltenanastomosen von dem basaltischen Augit und nähert sich durch eben diese Verhältnisse, sowie durch die optischen Eigenschaften des Dichroismus, der Absorption und der Polarisation in ganz auffallender Weise dem Diopsid. Das gleiche Vorkommen desselben Minerals in den Tuffen an der Chaussee lässt auf die Continuität dieser mit den Schichten im Steinbruch schliessen. Zwischen diesen durch die Augit-Einschlüsse charakterisirten Tuffschichten liegt in geringer Ausdehnung eine dritte, welche zahlreiche Einschlüsse eines durch

*Bolus* versteinerten Holzes enthält, über welches FISCHER (cf. Jahrbuch für Mineral. etc. 1865, p. 443. — Nur ist hier das Vorkommnis irrthümlich als in Spalten angegeben.) berichtete.

Die Mächtigkeit dieser Tuffschichten ist nirgends bedeutend und erreicht kaum irgendwo die Höhe von 10 Fuss. Die einzelnen Schichten zeigen eine sehr wechselnde Mächtigkeit, verdünnen sich stellenweise ziemlich plötzlich und stark, um bald darauf ebenso unregelmässig wieder anzuschwellen. (Vergl. auch „*Note sur la présence de couches de Tuf volcanique avec débris végétaux fossiles intercalées entre les coulées de dolérite du Limbourg (Kaiserstuhl). Par Mr. le Dr. BLEICHER.* Aus dem *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Colmar. 1869.*

Die ganze Gesteinswand oberhalb der Tuffe besteht aus einem Aggregat grösserer und kleinerer Gesteinsblöcke, deren Umrisse sich stets mehr oder weniger dem kugeligen nähern, und die durch eine gelbliche bis ziegelrothe, erdige, oft auch sehr harte Substanz zusammengehalten werden, welche eine auffallende Ähnlichkeit mit den Tuffbänken, zumal den oberen erkennen lässt. An einzelnen Stellen tritt dieses Bindemittel auffallend zurück, ja es gibt hie und da Fälle, wo die kugeligen Gesteinsblöcke sich unmittelbar berühren, grössere und kleinere Hohlräume zwischen sich lassend; wieder an anderen Stellen überwiegt die Bindemasse ganz bedeutend und bildet in dem südlichen Theile des Steinbruches den Hauptbestandtheil des Gesteins. Zugleich geht sie aber nach dieser Richtung in eine durch ziegelrothe Farbe und vollkommen erdiges Gefüge verschiedene Substanz über, die vollständig frei von Gesteinseinschlüssen, aber voll von verwitterten Olivinkugeln, den Fuss der Ruine Limburg bildet.

Die in diesem Bindemittel eingelagerten Blöcke eines festen Gesteins wechseln von mehreren Cubikfuss Grösse bis zu Faust- und Nussgrösse. Alle diese Blöcke der verschiedensten Dimensionen befinden sich in einem Zustande vorgeschrittener Zersetzung, die oft bis tief in's Innere sich erstreckt, so dass es schwer hält, sich Handstücke des frischen Gesteines zu verschaffen. So weit die Verwitterungsrinde reicht, haben die Gesteinsblöcke eine deutlich concentrisch-schalige Structur, von der aber frische Stücke nicht die Spur erkennen lassen.

Es liegt nun die Frage nahe, ob das besprochene Gestein in seiner heutigen Form uns seine ursprüngliche Structur zeige, also ein vulcanisches Agglomerat sei, oder aber, ob das Auftreten der losen Gesteinsblöcke in einer erdigen Masse die Folge von Verwitterungsprocessen sei; mit anderen Worten, ob das Bindemittel ein vulcanischer Tuff sei, wie die unter dem Ganzen liegenden Tuffschichten, oder aber das Zersetzungsproduct desselben basaltischen Gesteins, dem die eingelagerten Blöcke angehören.

Darüber sind die Ansichten der verschiedenen Forscher äusserst abweichend. — SAUSSURE (cf. *Observations sur les collines volcanique du Brisgaw, par DE SAUSSURE. Journal de Physique etc. 1794. p. 325—362*), welcher die erste eingehende und heute noch werthvolle Beschreibung dieser Localität lieferte, hält das Gestein offenbar für ein Agglomerat. Nur hält er die grösseren Gesteinsstücke für etwas von den kleineren Verschiedenes, offenbar irre geleitet durch die Modificationen der Verwitterung bei beiden. Er beschreibt die grossen Blöcke als einer porphyrartigen Lava angehörig und fährt nach einer Vergleichung dieser Blöcke mit anderen Kaiserstuhler Vorkommnissen fort: *les fragmens de lave porphyrique sont enveloppés par l'espèce de tufe, que je vais décrire. — — C'est également un amas de boules plus ou moins arrondies d'un à plusieurs pouces de diamètre, les unes grises, d'autres violettes, d'autres rougeâtres; entre ses boules est une matière, qui les réunit; cette matière est d'une nature semblable à celle des boules mêmes; leurs limites ne sont pas même bien tranchés; tout cela est composé de grains, plus ou moins distincts d'argile, coloré en gris, en rouge ou en violet et de cristaux d'hornblende* (Augit wird von SAUSSURE noch nicht von der Hornblende geschieden). (cf. l. c. §. XXXI.)

ITTNER (der Kaiserstuhl in mineralogischer Hinsicht von Prof. v. ITTNER. — *Eleutheria* Bd. III, Heft 1. Freiburg i. Br., 1820) sieht gemäss seiner ultraneptunistischen Überzeugungen selbstverständlich nicht einmal die Tuffe, und so ist ihm unser Limburger Gestein ein Eisonthon, der theils in Wacke übergeht und durch Zersetzung erdig wird.

SELB (Beweise für die Vulcanität der Basaltberge in Schwaben von SELB. 2. Mineralogisches Taschenbuch für 1823 von

K. C. v. LEONHARD, 1. Abthlg. Frankfurt a/M., 1823) scheint den Steinbruch unter der Ruine Limburg nicht besucht zu haben; wenigstens bespricht er ihn nirgends. Beiläufig sei bemerkt, dass eine eigenthümliche Verwirrung in der Benennung der Sasbacher Localitäten herrscht; so heisst bei DIETRICH und SELB der östliche Hügel mit dichtem Basalt Lützelberg, während er richtig Scheibenberg heisst; den eigentlichen Lützelberg nennen jene Autoren dann Limburg, welchen Namen wir nur für den kleinen westlichen Vorsprung des Lützelbergs gebrauchen, der die gleichnamige Ruine trägt.

EISENLOHR (Geognostische Beschreibung des Kaiserstuhls. Karlsruhe, 1829), welcher eine genaue Beschreibung der Gesteine des Lützelbergs und der Limburg gibt (cf. l. c. p. 46—49), rechnet das fragliche Gestein zu den Conglomeraten, keineswegs aber verbindet er mit diesem Worte den gewöhnlichen Begriff, sondern er vindicirt ausdrücklich diesen Gebilden eine gleichzeitige Entstehung mit den angrenzenden, compacten vulcanischen Gesteinen (l. c. p. 112).

SCHILL (cf. SCHILL l. c. p. 38, 65, 91) spricht sich nirgends in seiner schätzenswerthen Arbeit mit Entschiedenheit über die Entstehung unseres Gesteines aus; da er aber dasselbe nicht unter den von ihm als Conglomerate angesehenen Gesteinen auführt und ausdrücklich manche der EISENLOHR'schen Conglomerate in die Klasse der kugelig abgesonderten Dolerite verweist, so wird anzunehmen sein, dass er auch das Limburger Gestein zu diesen zählt und also seine heutige Gestalt als eine Folge der Verwitterung betrachtet.

NIES (cf. NIES l. c. p. 32 sqq.) stellt mit Entschiedenheit das Gestein im Limburger Steinbruch zu den Agglomeraten und hat zuerst die Tuffschichten dieser Localitäten als solche erkannt, sowie er auch die Identität derselben mit den Substanzen, welche als Spaltenausfüllungen hier auftreten, constatirt.

Dass die Bindemasse, in welcher die grösseren und kleineren Gesteinsblöcke eingebacken liegen, durchaus gleicher Natur sei, wie die Tuffschichten, auf welchen das Ganze ruht, dürfte kaum irgend einem Zweifel unterliegen. Das gleiche makroskopische Aussehen, das gleiche Verhalten gegen Säuren, sowie die absolute Übereinstimmung der Dünnschliffe und das gleichmäs-

sige Vorkommen der besprochenen diopsidartigen Augite in den Tuffen und dem Bindemittel des Agglomerates dürften die gleiche Entstehung beider Substanzen höchst wahrscheinlich machen \*. Demnach wäre also das Gestein ein wirkliches Agglomerat; ob aber das Bindemittel und ebenso der Tuff als entstanden durch die Ablagerung der mechanischen Zerreibungsproducte zerstörter basaltischer Massen unter Wasser anzusehen seien, oder ob man sie auf einen Aschenregen zurückführen müsse, das möchte schwer zu entscheiden sein. Dem ganzen Vorkommniß nach und besonders mich stützend auf die Einschlüsse vollständig frischer Augitkrystalle und Krystallfragmente glaube ich indessen der letzteren Hypothese den Vorzug geben zu sollen.

Wenden wir uns zu den Gesteinsblöcken, welche das Agglomerat bilden, so gehören diese zu der grossen Klasse der basaltischen Felsarten, weichen aber ganz bedeutend von den übrigen ähnlichen Gesteinen des Kaiserstuhls ab und sind auch wesentlich verschieden von den an der Limburg unter den Tuffen anstehenden Massen eines compacten, porphyrartigen Basaltes, sowie von dem Mandelsteine, welcher hinter der Ruine Limburg, also oberhalb unseres Agglomerates zu Tage tritt.

Zerschlägt man einen grösseren Block, dessen Verwitterungsrinde zum grössten Theil aus einer gelbbraunen bis ziegelrothen structurlosen Substanz besteht, welche von früheren Forschern für palagonitartig gehalten wurde (cf. NIES l. c. — FISCHER im N. Jahrb. f. Mineral. etc. 1865, p. 447. — SCHILL l. c. erklärt diese Substanz für Labrador), in welcher zahlreiche, bis zu  $\frac{1}{2}$  Zoll grosse, schwarze Augitkrystalle und Bitterspath-Mandeln liegen, sowie metallglänzende Krystalle jener Olivinvarietät, welche WALCHNER als Hyalosiderit bestimmte, so findet man den unzer-

---

\* Keineswegs aber möchte ich das Urtheil von NIES unterschreiben und auch die Ausfüllungsmasse der verticalen Spalten hierher rechnen. Meine Ansicht über diesen Punkt steht noch nicht fest; doch lassen mich manche Verhältnisse, makroskopische wie mikroskopische, an der Richtigkeit seiner Ansicht zweifeln. Zumal bei einer solchen Spaltenausfüllung im grossen Steinbruch am SO.-Fusse des Lützelberg ergibt das Mikroskop mit Evidenz, dass es ein äusserst zersetztes basaltisches Gestein ist, in welchem man trotz der tiefgehenden Veränderung noch deutlich die Umrisse der einzelnen Gemengtheile erkennt, was bei den Tuffen dieses Fundorts nicht der Fall ist.

setzten Kern bedeutend und überraschend verschieden von der verwitterten Rinde. Dieser gesunde Kern besteht aus einem zartmandelsteinartigen Gestein von im Ganzen tiefrothbrauner bis sammetschwarzer Farbe, wenn man absieht von der weissen Ausfüllung der Mandelräume. Die Färbung dieses frischen Gesteins ist so gleichmässig, dass die einzelnen Gemengtheile nur schwierig mit blossem Auge zu erkennen sind, trotzdem das Gestein ziemlich grobkörnig ist. Erst bei genauerer Betrachtung, zumal nach dem Anhauchen, wobei ein sehr bemerklicher thoniger Geruch entwickelt wird, erkennt man eine feinkörnige, tiefbraunrothe bis sammetschwarze Grundmasse, die in feinsten Splittern und Stäubchen, wie sie sich auf den Bruchflächen des Gesteins bilden, blutroth bis hyacinthroth durchscheinend sind. Der Glanz dieser structurlosen Grundmasse nähert sich dem der Pechsteine, ihre Härte ist etwa die der Feldspathe. Ihr Bruch ist uneben, im Einzelnen körnig. V. d. Löthrohr schmilzt sie leicht zu einem schwarzen, nicht blasigen Glase, welches dem Magneten folgt. Je mehr aber die Farbe dieser Substanz sich gehellt hat, je weiter also die Zersetzung vorgeschritten ist, desto schwerer schmelzbar wird dieselbe und desto weniger folgt sie dem Magnete. Auch das Gestein im Ganzen wirkt sehr kräftig auf die Magnetnadel. —

In dieser frischen Grundmasse erkennt man nur mit Mühe und keineswegs sehr zahlreich eingesprengte Augite, oder vielmehr ihre sehr unvollkommenen Spaltungsflächen; öfter als diese gewahrt man die scharfen und präcisen Abdrücke, welche sie beim Herausspringen aus dem Gestein zurückgelassen haben. Ihre Farbe ist schwarz, Glanz glasig; ihre Grösse schwankt von sehr klein bis zu 2<sup>cm</sup> in der Richtung der Hauptaxe. Spaltbarkeit zeigen sie recht unvollkommen nach  $\infty P$ . V. d. Löthrohr schmelzen sie nicht schwer zu dunklem magnetischem Glase und geben mit den Schmelzflüssen eine kräftige Eisenreaction. Sobald die Grundmasse ihre sammetschwarze Farbe verloren hat und mehr oder weniger rothbraun geworden ist, treten die schwarzen Augite ausserordentlich scharf hervor und ermöglichen dann, zumal sie in diesem Falle sich sehr leicht unversehrt aus dem Gesteine ablösen lassen, eine genauere Untersuchung ihrer morphologischen Verhältnisse. — Nirgends findet

sich der Augit in Körnern, sondern stets in vollkommen ausgebildeten Krystallen, denen durchgängig durch Vorwalten von  $\infty P \infty$  ein tafelförmiger Habitus eigen. Dieselbe Constanz, wie im Habitus, herrscht auch in den Combinationen, von denen einzig und allein  $\infty P \infty . \infty P . \infty P \infty . P$  vorkommt, wobei  $\infty P \infty$  nur sehr schmal auftritt. Zwillinge nach  $\infty P \infty$  sind sehr häufig, ebenso findet man nicht selten parallele Verwachsungen nach  $\infty P \infty$ . Auch regellose, knäuelartige Verwachsungen mehrerer Individuen sind sehr häufig und werden auch schon von älteren Forschern als staurolithartige Zwillinge als charakteristisch für diese Localität erwähnt; da aber weder die Winkel, unter denen die einzelnen Individuen sich schneiden, noch die Ebenen, in welchen sie sich durchwachsen, constant sind, so ist an eine Gesetzmässigkeit bei diesen Gestalten wohl nicht zu denken. Besonders bezeichnend für diesen Fundort sind sattelförmig gebogene Krystalle und zwar beschränkt sich diese Anomalie durchgehends auf die Flächen  $\infty P \infty$  und  $\infty P$ , niemals afficirt sie die anderen Flächen. Auch fällt es sofort auf, dass keineswegs die Convexität der einen Fläche  $\infty P \infty$  die Concavität ihrer Gegenfläche bedingt, sondern auch diese hat gewöhnlich unregelmässige Convexitäten. Es lässt sich also diese abnorme Erscheinung in keiner Weise auf Druckverhältnisse während einer hypothetischen Plasticität der Krystalle zurückführen, zu deren Annahme einige später zu besprechende mikroskopische Thatsachen zu leiten scheinen. Zu erwähnen ist bei den Augiten noch, dass die Krystalle hie und da eine Discontinuität erkennen lassen, veranlasst durch eingedrungene zarte Schichten der Grundmasse, analog wie man es so oft an den Turmalinkrystallen der krystallinischen Schiefer beobachtet.

Neben diesen grösseren Augiten, welche stets eine wenn auch noch so unvollkommene Spaltung beobachten lassen, während ihre Bruchflächen uneben und rissig sind, bemerkt man im frischen Gesteine andere, die niemals Spaltung, dagegen einen sehr charakteristischen muschligen Bruch zeigen, genau wie die oben als Einschlüsse in den Tuffen erwähnten. Stets sind sie kleiner, ihre Grenzen gegen die Grundmasse sind schwer zu finden, in der Verwitterungsrinde habe ich sie bislang noch nicht finden können; kleine Splitter sind schön grün durchsichtig; sie haben

einen ausserordentlich starken Glasglanz. Doch sind diese diopsideartigen Augite sehr selten in unserem Gesteine; zahlreich und gut zu beobachten finden sie sich in einem, dem unserigen sehr nahe verwandten Hyalosiderit-Gestein von Ihringen am Südabhange des Kaiserstuhls. Der muschlige Bruch ist so ausgeprägt, dass man bei dem ersten Anblick unwillkürlich an Tachylyt und die Ostheimer dichten Augite denkt. Schon SAUSSURE (l. c. §. XXIII) hat diese Varietät der Augite beobachtet und ziemlich genau beschrieben, auch ITNER (l. c. p. 47) hat sie gesehen, läugnet aber ihre augitische Natur, ohne indessen anzugeben, wofür er sie hält. EISENLOHR gibt sie richtig von Ihringen an, hat sie aber hier übersehen. Auffallend im höchsten Grade sind die Schwankungen im chemischen Bestande der Augite, welche die Analysen dieses Minerals von unserem Fundorte ergeben. Von älteren Analysen, die augenscheinlich mit Material von unserem Fundorte vorgenommen wurden, sind mir zwei bekannt. Die eine (I.) von TOBLER (cf. *Annal. der Chemie und Pharmacie*), die andere (II.) von SCHILL (cf. *N. Jahrb. für Min. etc. 1855, p. 537*); auf meinen Wunsch liess Herr Professor CLAUS im hiesigen Laboratorium durch die Herren PFEIFFER und KEERL von mir ausgelesenes Material analysiren. In der Analyse (III.) von Herrn PFEIFFER wurde nicht nach Phosphorsäure gesucht, während Herr KEERL besonders diese Substanz berücksichtigte; leider verhinderte ein Missgeschick die directe Bestimmung der Magnesia, so dass diese Subtraction der gefundenen Mengen von 100% berechnet werden musste; es ist Analyse IV.

	I.	II.	III.	IV.
SiO <sub>2</sub>	44,40	49,20	47,90	45,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,83	—	8,28	12,3
CaO	22,60	9,50	12,85	13,1
FeO	11,81	4,30	19,16	12,8
MgO	10,15	24,97	7,01	11,2
MnO	0,11	5,91	Spuren von NiO	
KO	0,65	—	0,87	} 1,1*
NaO	2,13	—	0,67	
HO	1,03	—	—	—
PO <sub>5</sub>	—	6,42	—	3,8
	100,71	100,30	96,74	100,0.

\* Die Alkalien wurden nicht getrennt und auf NaO allein berechnet.

In der SCHILL'schen Analyse fällt sofort das Fehlen der Thonerde auf, die in allen anderen in so bedeutenden Mengen vorhanden ist. Ebenso wäre die Menge des Mangans, grösser als die des Eisens auffallend und stimmt nicht mit der Beobachtung, dass die Augite in den Perlen die Fe- und nicht die Mn-Reaction geben. Ferner ist der enorme Gehalt an  $PO_5$  höchst auffällig; dass die Augite Phosphorsäure enthalten, darf nicht wundern, denn unter dem Mikroskope beobachtet man hie und da Einschlüsse, die an Apatit erinnern. Aber die Menge, wie sie diese Analyse angibt und selbst die Quantität in Anal. IV ist mir rein unerklärlich. Ausserordentlich überraschend ist es bei der Berechnung der SCHILL'schen Analyse, dass nach Abzug einer Menge Kalk, wie sie mit der vorhandenen  $PO_6$  zur Bildung des Apatit nöthig wäre, das Verhältniss von Säure zu Basis ein fast mathematisch genaues ist; denn für 1,6400 Atome  $SiO_2$  erhält man 1,6057 Atome isomorpher Basen.

Die von den drei übrigen Analysen angegebenen Alkalien werden wohl mit Sicherheit auf Rechnung der Einschlüsse von Grundmasse in den Augiten geschrieben werden müssen. Auch dürfte ein Theil der Thonerde diesen Einschlüssen zu Gute kommen, aber ich muss dennoch gestehen, dass diese Analysen, wie manche andere ähnliche Erfahrungen, mich nöthigen, die lang gehegte Hoffnung aufzugeben, es werde die sämmtliche Thonerde der Augite aus der Formel dieses Minerals zu streichen und den Interpositionen desselben zuzuschreiben sein. Schade ist es immerhin, dass wir diesen unbequemen Gast nicht auf eine so bequeme Art aus der Thür hinauscomplimentiren können. Ganz unerklärlich sind auch die grossen Schwankungen im Verhältniss der isomorphen Basen Kalk, Magnesia und Eisenoxydul, welche die Analysen kundgeben. Kurz, man möchte es kaum für glaublich halten, dass die Analysen eines und desselben Minerals von demselben Fundorte so abweichende Resultate geben könnten. Berechnet man auch für Analyse I, III. und IV. das atomistische Verhältniss von Säure und Basen mit Vernachlässigung der Alkalien aus dem erwähnten Grunde, so erhält man folgende Zahlen als Ausdruck des Atomenverhältnisses:

	I.	III.	IV.
SiO <sub>2</sub>	1,4800	1,5967	1,5233
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1523	0,1611	0,2393
RO	1,6457	1,3416	1,2229 *

Wollte man also zwischen Säure und Basis das Atomverhältniss 1 : 1 herstellen, so müsste man zu der vollkommen unberechtigten Hypothese greifen, dass in Analyse I. die Thonerde als Säure, in III. und IV. als Basis eintrete.

Neben dem Augit, aber in kleineren Individuen und geringerer Menge bemerkt man die eisenreiche Varietät des Olivin, welche WALCHNER (cf. WALCHNER, *De Hyalosiderite. Friburgi Brisgoviae. 1822*) zuerst fand und analysirte und dessen krystallographische Identität mit Olivin HAUSMANN (cf. K. C. v. LEONHARD, *Taschenbuch etc. 1824*, Bd. I, p. 48) darthat. Durch seine Art des Vorkommens unterscheidet sich der Hyalosiderit vom Olivin insofern, dass ersterer nie in Körnern, sondern stets in Krystallen auftritt, sowohl in unserem Limburger Gestein, sowie dem entsprechenden Lützelberger und dem Ihringer. Die unvollkommene Ausbildung der mir zu Gebote stehenden Krystalle machte eine Messung derselben mit dem Reflexionsgoniometer unmöglich. Die folgenden Angaben beruhen also lediglich auf bei so kleinen Krystallen höchst misslichen Messungen mit dem Anlegegoniometer und denen, welche an Durchschnitten unter dem Mikroskop gemacht wurden. Die sehr kleinen Krystalle zeigen entweder tafelförmigen Habitus durch Vorwalten von  $oP$ , oder säulenförmigen durch  $oP$  und  $\bar{P}\infty$ . Am häufigsten findet man die Combination  $oP . \bar{P}\infty . \check{P}\infty . 2\bar{P}\infty$ . Äusserst selten und sehr winzig, wenn auftretend, sind die Flächen  $P$  und  $\infty P$ . In sehr bedeutender Menge, aber stets winzigen Dimensionen liegen die Kryställchen auf den Verwitterungsoberflächen der Gesteinstücke. Hier hat das Mineral gelbgrüne bis goldgelbe Farbe und metallischen Glanz und fällt leicht in wohl erhaltenen Individuen beim Zerschlagen der Stücke aus der Gesteinsmasse heraus. Im frischeren Gesteine erkennt man seine strohgelben Durchschnitte ziemlich leicht, dagegen im ganz frischen Zustande, wo er tiefgrün erscheint, ist es schwer, ihn im Gestein aufzu-

\* Nach Abzug der für  $PO_5$  im Apatit äquivalenten Menge  $CaO$ .

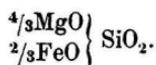
finden. Sein Glanz, wenn frisch, ist glasartig; das Mineral ist durchsichtig, Spaltung nicht wahrnehmbar, Bruch muschlig, wenn frisch, erdig, wenn zersetzt; die Härte wie bei Olivin. Die metallisch glänzende Oberfläche der zersetzten Hyalosiderite rührt her von einer zarten Haut von Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat, welche auch mehr oder weniger tief in's Innere der Krystalle eindringt, wie man deutlich beim Zerschlagen und Abkratzen derselben bemerkt. Diese zersetzten Hyalosiderite haben zugleich mehr oder weniger, oft ganz und gar, ihre Durchsichtigkeit verloren. Die metallisch glänzenden Kryställchen schwärzen sich rasch vor dem Löthrohr, verlieren ihren Glanz und schmelzen dann sehr schwer zu einer magnetischen Schlacke. Mit Borax gibt der Hyalosiderit deutliche Fe-Reaction. Eine Chromreaction habe ich mit Salpeter nicht erhalten können. -- Da seit der WALCHNER'schen Analyse keine weitere gemacht wurde, soviel ich weiss, so hielt ich es nicht für überflüssig, dieselbe mit möglichst reinem Material zu wiederholen, zumal mir der Gehalt an Thonerde und Kali in der WALCHNER'schen Analyse auffiel und mir die Vermuthung nahe legte, das Material sei nicht vollkommen rein gewesen. Es hält nämlich sehr schwer, den Krystallen anhängende Theilchen der Grundmasse und winzige Augitheile zu entfernen. Zu dem Zwecke wurden möglichst schöne Kryställchen ausgelesen, sorgfältigst alle anhängenden fremden Substanzen und ebenso die Zersetzungsrinde soviel wie möglich entfernt. Die an solchem Material vorgenommene Bestimmung des specifischen Gewichtes ergab 3,566 bei 21° C., während WALCHNER (cf. WALCHNER I. c.) 2,875 bei 21,5<sup>0</sup>/<sub>10</sub> C. gefunden hatte. Zur Analyse konnte ich nicht mehr als 0<sup>Gr</sup>.3145 reine Substanz gewinnen, welche mit Schwefelsäure aufgelöst wurde. Die Trennung und Bestimmung der einzelnen Bestandtheile erfolgte dann nach den bekannten Methoden und ergab die in Analyse I. angeführten Resultate, während ich zur Vergleichung unter II. die WALCHNER'sche Analyse anführe. Zu bemerken ist noch, dass WALCHNER in seinem Handbuche der gesammten Mineralogie, Carlsruhe, 1829, p. 270 dieselbe Analyse anführt mit der Veränderung, dass hier auch noch Spuren von Chromoxyd angegeben werden, welche bei der ersten Veröffentlichung in seiner *Dissertatio de Hyalosiderite* fehlen.

	I.	II.
SiO <sub>2</sub>	36,725	31,634
MgO	31,987	32,403
FeO	29,961	29,711
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,480
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2,211
KO	—	2,788
CaO	—	Spuren
	98,673	99,227.

Lässt man bei der Berechnung der atomistischen Verhältnisszahlen aus der Analyse II. die Alkalien und die Thonerde als fremden anhängenden Theilchen angehörig ausser Acht und vernachlässigt zugleich den unbedeutenden Gehalt an Manganoxyd, so erhält man für:

	I.	II.
SiO <sub>2</sub>	1,2242	1,5045
MgO	1,5995	1,6201
FeO	0,8322	0,8253
	2,4317	2,4454.

Aus beiden Analysen ergibt sich also mit grosser Übereinstimmung für den Hyalosiderit die Formel:



Zugleich spricht der relative Überschuss an Basen in der Analyse II. für die Wahrscheinlichkeit der Annahme, dass das Material derselben nicht mehr ganz frisch war.

Das Auftreten des Hyalosiderit in unserem Gesteine unterscheidet sich übrigens wesentlich von dem des Olivins in den Basalten. Die Stetigkeit, mit welcher das Mineral allenthalben sich findet, seine gleichmässige Vertheilung durch die ganze Gesteinsmasse nehmen dem Mineral den Charakter des Zufälligen, Accessorischen, wie man ihn dem Olivin der Basalte zuschreibt und lassen den Hyalosiderit als einen wesentlichen Gemengtheil des Gesteines erscheinen, ohne dessen Anwesenheit das Gestein ein entschieden anderes werden würde.

Ausser den genannten Gemengtheilen, einer structurlosen rothbraunen bis sammetschwarzen Grundmasse, stets tafelförmigen Augiten und kleinen, aber mit äusserster Regelmässigkeit und zahlreich auftretenden Hyalosideritkrystallen, lässt das Gestein makroskopisch keinen weiteren Gemengtheil erkennen. Von

Feldspath, oder einem feldspathartigen Mineral, wie Nephelin, Leucit ist nirgends auch nur die leiseste Spur zu beobachten.

Die Ablenkung, welche die Magnetnadel durch das Gestein erfährt, erweist die Gegenwart von Magnetit. Führt man den Magnet durch das Gesteinspulver hin, so ist der Bart keineswegs sehr bedeutend und bestätigt dadurch den Eindruck des mikroskopischen Bildes, dass nämlich Magnetit allerdings ein wesentlicher, aber in keiner Weise bedeutend hervortretender Gemengtheil des Gesteines ist. Die chemische Analyse des Gesteines ergab die Gegenwart von Titansäure, wenn auch nur in geringen Mengen. Man wird dieselbe wohl mit aller Sicherheit dem Magnetit zuschreiben müssen.

In diesem Gesteine finden sich aber in wechselnder Menge, oft sehr zahlreich, oft nur spärlich Hohlräume, Poren, deren Verhältnisse zu einer kurzen Besprechung anregen. Wo das Gestein schon mehr oder weniger verändert ist, da sind diese Hohlräume stets vollständig ausgefüllt von Dolomit oder doch einem magnesiareichen Calcit. Nur äusserst selten findet man beim Zerschlagen solcher Mandeln in ihrem Innern noch einen kleinen leeren Raum, von dem ich nicht zu entscheiden wage, ob er ein Rest des ursprünglichen Hohlraums ist, oder ob er seine Entstehung etwa einer Pseudomorphose von Dolomit nach Calcit verdankt. Die peripherischen Theile solcher Mandeln sind oft schon mehlig und undurchsichtig weiss geworden und befinden sich offenbar im Übergange zu dem am Lützelberg auch sonst vorkommenden Hydromagnesit. Anders verhält es sich mit den Mandelräumen inmitten des unzersetzten Gesteines, die zum grossen Theile nur von einer dünnen Haut bald zeolithischer Substanzen, bald kohlensaurer Salze überzogen sind, während wieder in anderen Fällen auf einem zeolithischen Überzuge der Porenwände mehr oder weniger dicht gedrängte Warzen und Nieren von Carbonaten sich angesiedelt haben. Nur in sehr seltenen Fällen fehlt das Carbonat ganz, dagegen finden sich zahlreiche Mandelräume ohne Zeolithe und zwar um so mehr, je stärker das Gestein bereits verändert ist. Sehr deutlich treten diese Verhältnisse hervor, wenn man Gesteinsstücke in Essigsäure legt. — Die zeolithische Substanz gehört zu denen, die mit Salzsäure gelatiniren, doch muss ich SCHILL's Bemerkung bestätigen, dass

diese Gelatination keineswegs sehr leicht eintritt, sondern gewöhnlich einige Zeit erfordert.

Es sei hier beiläufig bemerkt, dass bei der mikroskopischen Untersuchung der Zeolithe mir zufällig gleich anfangs ein Heulandit (BLUM und DANA), Stilbit (NAUMANN) von den Far-Oern in die Hand kam; ich opferte einen grossen, schönen Krystall und war nicht wenig verwundert, denselben im Schliff mit einer Unzahl mikroskopischer Quarzkrystalle erfüllt zu sehen, welche in äusserst zierlicher Ausbildung das vorwaltende Prisma mit beiden Rhomboedern erkennen liessen, wodurch im polarisirten Lichte ein über alle Beschreibung farbenprächtiges Bild erzeugt wird. Diese Thatsache in Zusammenhang bringend mit der Angabe, dass der Heulandit bei Behandlung mit Salzsäure die Kieselsäure in Form eines schleimigen Pulvers abscheidet, lag der Gedanke nahe, auch bei anderen Zeolithen, welche bei Auflösung die Kieselsäure als schleimiges Pulver zurücklassen, eine solche Interposition von Quarzkryställchen zu vermuthen. Es wäre gewiss äusserst interessant gewesen, wenn auf diese Weise das Mikroskop das chemisch doch ziemlich unerklärliche Verhalten der verschiedenen Zeolithe gegenüber den Säuren so einfach erklärt hätte. Das ist nun leider nicht der Fall und es scheint kein solcher einfacher Zusammenhang zwischen der mikroskopischen Structur und dem chemischen Verhalten der Zeolithe zu bestehen. — Das Nähere behalte ich einem eigenen Artikel vor.

Kehren wir zurück zu unseren Mandelräumen. Die Form derselben ist sphärisch bis eirund; stets sind sie klein, ihre längere Axe, die überdies nur wenig von der kürzeren abweicht, hat stets nur  $\frac{1}{2}$  5<sup>mm</sup> Länge; selten sind sie unregelmässig gewunden. Ihre Wände sind glatt und matt glänzend, Gestein und Mandel sind scharf getrennt und wir haben es also mit wirklichen Mandelräumen zu thun, nicht mit jenen secundären, unscharf begrenzten Hohlräumen, welche, wie BLUM zuerst constatirte, mit der Zeolithisirung eines Gesteines Hand in Hand gehen. Wenn man also scharf unterschieden wissen will zwischen Dolomit- und Zeolith-Mandeln, so ist das in diesem concreten Falle allerdings richtig in Beziehung auf das Ausfüllungsmaterial, wenigstens in den beiden extremen Fällen, wo nur die eine oder die andere Substanz in der Mandel vorkommt, keineswegs aber

darf man hier aus dem verschiedenen Inhalt des Mandelraumes auf eine verschiedene Entstehung derselben schliessen. Ob wir hier Carbonate oder Zeolithe in dem Mandelraum finden, hängt lediglich ab von dem Entwicklungsstadium der Mandelausfüllung und ist demnach für die Ausfüllungsmasse gewissermassen ein Altersunterschied. — Der Zeolith zeigt unter der Loupe allenthalben radial-fasrige Structur, der Dolomit dagegen bildet körnige Aggregate. Ich habe keine Mandel beobachtet, die von einem einzigen Individuum ausgefüllt wäre, so viele derselben ich zerschlagen habe. —

Und so hätten wir es denn nach der makroskopischen Untersuchung mit einem Gesteine zu thun, welches bei mandelsteinartiger Structur aus einer amorphen Grundmasse mit eingelagertem Augit, Hyalosiderit und Magnetit besteht; und das Mikroskop bestätigt in vollständigster Weise diesen Ausspruch. Es liegt somit ein neues Gestein vor, welches sich keiner der bestehenden Species zuordnen lässt. Bislang ist mir dasselbe nur von der Limburg und einigen anderen Stellen des Lützelbergs in seiner reinsten Form bekannt. Sehr nahe stehen demselben ein ebenfalls hyalosideritführendes Gestein vom Vormberge bei Ihringen und eines vom Ringgit in Java, welches in einer wasserhellen glasigen Grundmasse nur Augit und Olivin neben Magnetit enthält, während höchst spärliche und matt polarisirende Fetzen in der Grundmasse ohne alle Structur und irgendwelche scharfe Begrenzung nur mit vielem Zwang auf ein feldspathartiges Mineral gedeutet werden könnten. Sollte sich die beschriebene Mineralcombination in grösserer Verbreitung finden, so dass dieselbe mit vollem Rechte eine Einreihung als neues Gestein unter die schon bekannten beanspruchen müsste, so möchte ich für dasselbe nach dem ersten Fundorte den Namen „Limburgit“ vorschlagen.

SCHILL gibt in seinem mehrfach citirten Werke über den Kaiserstuhl p. 31 und 42 eine Analyse eines „porphyrtigen, Augit- und Magneteisen-reichen Dolerit von Saspach mit Zeolith-Einschlüssen, Hyalosiderit etc., von 2,641 - 2,987 sp. Gewicht.“ — Es scheint das demnach unser Gestein zu sein. Da aber keine genauere Angabe über den Fundort gemacht ist, noch darüber, ob das Gestein frisch oder verwittert war, so hielt ich

es für nothwendig, eine chemische Untersuchung des fraglichen Gesteines vorzunehmen. Die Herren Hofrath von BABO und Prof. CLAUS gestatteten mir in höchst liebenswürdiger Weise die Benutzung ihres Laboratoriums und untersützten mich in jeder Weise so freundlich, dass ich mich veranlasst fühle, ihnen hiermit meinen besten Dank auszusprechen. — Das fein gepulverte und gebetelte Gestein wurde zuerst mit Essigsäure behandelt, um die Carbonate auszuziehen; darauf wurden zwei Portionen bei 100° C. im Thermostat getrocknet, mit kohlensaurem Kali-Natron und mit Barythydrat, welches zuvor auf Alkalien geprüft war, aufgeschlossen und dann nach der BUNSEN'schen Methode analysirt; das Wasser wurde in besonderen Portionen durch Glühen und Auffangen im CaCl-Rohr bestimmt; auch hier war das hygroskopische Wasser zuvor entfernt. Das spezifische Gewicht wurde an feinen Stückchen, aber nicht an eigentlichem Pulver im Pyknometer bestimmt und ergab sich im Mittel aus 3, sehr nahe übereinstimmenden Wägungen, die an einem Tage gemacht wurden, zu 2,829 bei 21° C. Später wurde die Bestimmung noch einmal wiederholt und ich fand bei 21,5 C. das sp. G. = 2,833. Die Trennung von Eisenoxyd und Eisenoxydul konnte ich leider nicht ausführen und habe daher das Eisen auf FeO berechnet. Das Ergebniss meiner Analyse (I), welcher ich zur Vergleichung die SCHILL'sche unter (II) anfüge, war folgendes:

	I.			II.		
		Sauerstoff.	Atome.		Sauerstoff.	Atome.
SiO <sub>2</sub>	42,783	22,818	1,4261	46,53	24,816	1,5510
TiO	0,281	0,110	0,0068	Spur	—	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,661	4,044	0,1685	10,43	4,870	0,2029
FeO	17,962	3,992	0,4989	23,36	5,191	0,6489
CaO	12,290	3,511	0,4389	8,34	2,383	0,2978
MgO	10,059	4,024	0,5030	2,24	0,896	0,1125
MnO	0,954	0,215	0,0269	—	—	—
KO	0,624	0,109	0,0136	NaO <sub>4</sub> ,51	1,164	0,1455
NaO	2,305	0,595	0,0743			
HO	3,955	3,516	0,4395	2,85	2,533	0,3167
	99,874			PO <sub>5</sub> , 0,10	0,056	0,0014
				SO <sub>3</sub> , Spur	—	—
				98,36.		

Die beiden Analysen weichen nicht unerheblich von einander ab. Ganz besonders fällt mir in der SCHILL'schen Analyse der

enorme Eisengehalt auf neben den minimalen Procenten von Magnesia; und um so mehr, wenn ich diese Analyse zusammenhalte mit der oben angeführten Augit-Analyse, deren Material der Beschreibung nach eben diesem Gestein entnommen sein muss. Ebenso stimmt mit den 6,42% PO<sub>5</sub> im Augit der Gehalt von nur 0,1% im Augit-reichen Gestein nur sehr wenig. Noch evidentere tritt der Unterschied der beiden Analysen hervor bei der Berechnung derselben. Vernachlässigt man in Analyse II. den geringen Gehalt an Phosphorsäure und den Wassergehalt, so ist das Sauerstoff-Verhältniss von RO : R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : SiO<sub>2</sub> = 9,634 : 4,870 : 24,816 oder annähernd, wie 2 : 1 : 5. — Dieses Verhältniss erscheint natürlich getrübt dadurch, dass alles Eisen als Oxydul berechnet wurde. Der Sauerstoffquotient berechnet sich zu

$$\frac{RO + R_2O_3}{SiO_2} = 0,584.$$

Das Verhältniss der Atome in der Kieselsäure und den Basen ist wie 1,5510 : 1,4076. — Vergleiche ich diese Zahlen mit den Ergebnissen meiner Analyse, so muss ich annehmen, dass die von SCHILL trotz ihres geringeren Wassergehaltes, oder vielleicht gerade wegen desselben an sehr verändertem Gestein vorgenommen wurde.

Ich bin mir vollkommen bewusst, dass auch der Werth meiner Analyse bedeutend durch den Umstand verliert, dass die beiden Oxydationsstufen des Eisens nicht getrennt wurden, weil dadurch die Sauerstoff-Verhältnisse in ganz erheblicher Weise modificirt werden. Der Wassergehalt der Analyse muss gewiss dem Gehalt des Gesteins an Zeolithen und Eisenoxydhydrat zugeschrieben werden und demnach würde der um 1% geringere Wassergehalt in Analyse II. auf weniger Zeolithsubstanz in den Mandeln, also grössere Zersetzung schliessen lassen nach dem, was bei der Besprechung der Mandelausfüllungen gesagt wurde. Die Verhältnisse von Eisen, Magnesia und Kalk in der Analyse, sowie der geringe Gehalt an Thonerde, welcher wohl ganz der amorphen Grundmasse zugerechnet werden muss, stimmen mit den Resultaten der makroskopischen Untersuchung sehr gut, nämlich dem Fehlen des Feldspathes, dem Vorwalten von Augit und Hyalosiderit und dem nicht sehr bedeutenden Gehalt an Magnetit. Berechnen wir nun das Sauerstoff-Verhältniss, so ergibt sich

$$\begin{aligned} \text{RO} : \text{R}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 &= 12,446 : 4,044 : 22,928 \\ \text{oder sehr nahezu } \text{RO} : \text{R}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 &= 3 : 1 : 5,5 \text{ und} \\ \text{der Sauerstoffquot. } \frac{\text{RO} + \text{R}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} &= 0,719. \end{aligned}$$

Derselbe wird aber noch erheblich höher, wenn man einen Theil des Eisens als Oxyd in Berechnung bringt. Theilt man beispielsweise das Eisen in gleiche Mengen von Oxydul und Oxyd, so wird der Sauerstoffquotient in runder Zahl = 0,8. Derselbe steht also etwa in der Mitte zwischen dem des Augit und dem des Hyalosiderit. Dasselbe Verhältniss prägt sich auch aus in dem Zahlenverhältniss der Atome der Kieselsäure zu denen der Basen, welches die Rechnung = 1,4329 : 1,7241 ergibt. Daraus folgt aber, dass die structurlose Grundmasse ein sehr basisches Glas sein muss, etwa von der Zusammensetzung der Tachylyte, Hyalomelane und Palagonite oder anderer basischer Gläser, womit ich aber nicht gesagt haben will, dass diese unter sich oder mit unserem Glase identisch seien. Gegen eine solche Annahme sprechen sowohl die chemischen Verhältnisse des Glases unseres Gesteines, welches sich weder in Säuren löst, noch mit ihnen gelatinirt, wie auch die mikroskopische Structur, die ich später zu besprechen Gelegenheit haben werde. Vielmehr wollte ich damit nur die grosse Ähnlichkeit constatiren, welche überhaupt zwischen den glasigen Residuen der in einem pyroxenischen Gestein ausgeschiedenen Krystalle bestehen muss. Dass solche Gläser sehr verschieden sein können, selbst bei vollkommen gleicher Durchschnittszusammensetzung der Gesteine, je nach der Art und Menge der ausgeschiedenen Krystalle, versteht sich ja von selbst. Diese Residua als wirkliche Gläser erkannt zu haben, ist übrigens keineswegs ein Verdienst der Mikroskopie, sondern findet sich mit voller Entschiedenheit ausgesprochen von BUNSEN in seiner Arbeit: „Über die Processe der vulcanischen Gesteinsbildungen Islands“ (cf. Pogg. *Annal. d. Physik u. Chemie* Bd. LXXXIII, 1851, p. 198). Die Worte sind daselbst so klar und zugleich so scharf bezeichnend für den ganzen Process der Entstehung, dass ich mir nicht versagen kann, sie hier aufzuführen; es heisst daselbst: „An solchen rein krystallinischen Aggregaten sind die Producte der jüngsten Eruptionsperioden nicht eben reich. Man findet darunter weit häufiger solche Gesteine,

welche aus einer amorphen und einer krystallinischen Masse bestehen, von denen die erstere dem lösenden, die letztere dem gelösten Theile des erstarrenden Gesteines entspricht.“ Leider hatte sich dieser Begriff allmählich getrübt, womit die auch jetzt noch oft genug zu lesende Verwechslung von dicht und amorph zusammenhängt, und der mikroskopischen Forschung war es vorbehalten, den Begriff des Amorphismus wieder in seiner ganzen Schärfe aufzustellen.

Die mikroskopische Untersuchung des Limburger Gesteines ergibt keine neuen Resultate, bestätigt aber in vollkommener Weise die der makroskopischen und chemischen. Das Bild der Schliffe ist ein äusserst einfaches, ein amorphes rothes Magma\*, in welchem zahlreiche Augite, Hyalosiderite und Magnetite, sowie Mandeln liegen. Das Glas ist vollkommen homogen, ohne jegliche Spur irgendwelcher Entglasung. Da aber die Vergleichung dieses Magma's mit ähnlichen Substanzen einige interessante Gesichtspunkte bietet, so werde ich die mikroskopischen Verhältnisse derselben zuletzt besprechen und vorher die nennenswerthen Erscheinungen bei den eingelagerten Krystallen und Mandeln erwähnen.

Die Augite finden sich meistens in verhältnissmässig sehr grossen Krystallen von äusserst scharfer und nirgends gestörter Umgrenzung. Die Farbe derselben ist in den weitaus häufigsten Fällen dunkelkaffeebraun, seltener gelbgrünlich: hie und da wechseln auch diese Farben in Zonen und dann wohl ausnahmslos in der Art, dass die äussere Zone braun, die innere gelbgrün ist. Innerhalb dieser beiden Hauptzonen lassen sich häufig noch untergeordnete Zonen erkennen, herrührend von zarten Modificationen derselben Farben. Ein Alterniren grüner und brauner Zo-

---

\* Ich möchte den Vorschlag machen, fortan mit dem Namen „Grundmasse“ nur die makroskopisch-dichten Partien der krystallinischen Gesteine zu bezeichnen, ohne Rücksicht darauf, ob sie ganz amorph, ganz kryptokrystallinisch oder beides gemengt seien, während man mit dem Worte Magma, welches allerdings, wie mir Herr Prof. KNOB in Carlsruhe richtig bemerkte, nicht ganz glücklich gewählt, aber einmal eingebürgert ist, dann nur die wirklich amorphen Theile derselben Gesteine benennen mag. Die Verwirrung dieser beiden verschiedenen Begriffe, wie sie bloss der Gebrauch des Wortes „Grundmasse“ bedingt, stört oft nicht wenig selbst an ZIRKEL's schönem Werke über die Basalte.

nen bemerkte ich nirgends. Ob die so sehr schwankende chemische Zusammensetzung dieses Minerals, wie sie die Analysen ergeben, in irgend welchem Zusammenhang mit diesem zonaren Bau stehen, vermag ich nicht zu entscheiden, möchte es aber doch vermuthen. Die Augite sind sehr schwach, oft kaum bemerkbar dichroitisch, absorbiren in keiner Lage das Licht in erheblicher Weise, polarisiren aber sehr lebhaft. Die charakteristischen Spaltenanastomosen sind stets sehr deutlich ausgeprägt. — Neben diesen grossen Krystallen finden sich in geringerer Zahl dann auch kleinere; ja die Dimensionen derselben sind so mannichfach, dass ein vollkommen allmählicher Übergang zu augitischen Mikrolithen existirt.

An Interpositionen ist der Augit ziemlich arm. Am häufigsten sieht man noch regellos eingewachsene Magnetitkörner und -Octaeder, welche fast ausnahmslos von einem Hofe von Eisenoxydhydrat oder Eisenoxyd umgeben sind; die Magnetite sind meistens klein bis sehr klein. — Ebenso regellos findet man in den Augiten Fetzen des Magma's, sehr frisch und wohl erhalten. In den meisten Fällen sind dieselben von der Augitsubstanz vollständig eingeschlossen; nur selten hängen sie mit dem Gesamtmagma zusammen und treten dann als Einbuchtungen in die Augite auf. Wo diese Glaspartikeln in grösserer Menge auftreten, da findet man sie auch wohl reihenförmig zwischen der braunen und grauen Augitzone angeordnet. Sehr selten sind Fälle, wo die Continuität der Augitsubstanz gänzlich durch derartige Einschlüsse aufgehoben wird und diese beiden Substanzen einen einschliessartigen, aus wirr durcheinander geworfenen Fetzen derselben bestehenden Körper bilden. Solchen Gebilden pflegen dann auch dickere Säulchen von Apatit eingelagert zu sein, welche auch in gut ausgebildeten Augitkrystallen, aber doch nur sehr sporadisch und sehr klein vorkommen. Capillare Spalten durchsetzen die Augite nach allen Richtungen und auf denselben haben sich in so zarter Weise, dass sie dem Auge entgehen, Carbonate abgelagert, deren Gegenwart aber sich unter dem Mikroskop bei Betupfung mit Essigsäure durch lebhaftes Brausen verräth.

Eine parallele Verwachsung von Augitkrystallen nach dem Klinopinakoide, welche makroskopisch beobachtet wurde, liess sich auch unter dem Mikroskope häufig durch die Krystallumrisse

nachweisen. Viel häufiger aber ist die interessante Zwillingsbildung nach dem Orthopinakoide, die sich durch öftere Wiederholung wohl auch zu einer wahrhaft polysynthetischen Bildung steigert, welche auch durch den Farbenwechsel zwischen gekreuzten Nicols lebhaft an trikline Feldspathe erinnert. — Der Augit zeigt ferner bei starken Vergrößerungen jene Discontinuitäten in der Krystallmasse, welche für den Quarz der älteren, plutonischen Gesteine so sehr charakteristisch ist. — Dampfporen und Flüssigkeitsporen konnte ich nirgends finden, wenigstens nicht mit Bestimmtheit. — Niemals umschliesst der Augit den Hyalosiderit und niemals hat der letztere in irgend welcher Weise die Krystallumrisse des ersteren in ihrer vollständigen Entwicklung weder gehemmt, noch nach ihrer Bildung dieselben beschädigt. Es ist das ein Moment, welches für die Reihenfolge der krystallinischen Ausscheidung, also die Fractionirungsvorgänge des flüssigen Magma's von Bedeutung ist.

Der Hyalosiderit ist (man vergleiche über die mikroskopischen Eigenschaften dieses Minerals auch: FISCHER, Kritische mikroskopisch-mineralogische Studien, 1. Fortsetzung, p. 34. Freiburg, 1871), wenn einigermassen frisch, fast wasserhell durchsichtig mit einem äusserst zarten Stich in's bläulich-grüne. Er hat starken Glasglanz, polarisirt sehr lebhaft in blauen und rothen Farbentönen, lässt weder irgend welche Absorption des Lichtes, noch deutlichen Dichroismus erkennen. Er zeigt nicht die charakteristisch rauh gewellte Oberfläche, wie der geschliffene Olivin, lässt auch nirgends die für diesen so bezeichnenden Interpositionen erkennen. Nie tritt er in Körnern auf, sondern stets in scharfen und regelmässigen Krystallumrissen. Sehr deutlich erkennt man, dass die metallisch-schillernde Oberfläche desselben von einer Umwandlung herrührt, in Folge deren sich das Mineral mit einer undurchsichtigen, mehr oder weniger dicken Haut von Eisenoxyd überzieht, welche sich bei den weitaus meisten beobachteten Individuen auf zahlreichen Capillarspalten, hauptsächlich in der Richtung der vollkommensten Spaltung (nach  $\infty P \infty$ ) auch etwas in's Innere des Krystalls eindringt. Oft erfüllen die Schüppchen von Eisenoxyd das Mineral so vollständig, dass es absolut undurchsichtig oder doch kaum durchscheinend geworden ist, ganz ähnlich, wie man es bei den Orthoklasen so oft zu beobachten Gelegenheit

hat. Zwillingsbildungen, welche makroskopisch nicht beobachtet wurden, fehlten auch unter dem Mikroskope. Nur in 2 Fällen erkannte ich bei Anwendung des polarisirten Lichtes, dass zwei Individuen nach einer Fläche von  $\infty$  verwachsen waren. Die Verhältnisse waren so, dass an eine zufällige Verwachsung nicht gedacht werden konnte, liessen aber eine genauere Bestimmung des Verwachsungsgesetzes nicht zu.

Sehr oft beobachtet man am Hyalosiderit die Erscheinung, dass die Krystallumrisse in der durchgreifendsten Art verzerrt, verdrückt und zerrissen sind. So sieht man sehr häufig, wie das Gesteinsmagma meistens mit Einschlüssen von Magnetit sich tief in die Krystalle einbuchtet und während beim Augit umschlossene Theilchen des Gesteinsglases häufiger waren, als Einbuchtungen, tritt beim Hyalosiderit gerade der umgekehrte Fall ein. Auch von Hyalosiderit wird Magnetit intercludirt, aber weit seltener als vom Augit und zwar in den weitaus meisten Fällen nur indirect, wo nämlich der Magnetit sich in eingebetteten Glasfetzen befindet. Wenn auch nur in selteneren Fällen, so findet sich doch hie und da eine Umwachsung des Augites durch den Hyalosiderit, aber stets ist dann der Augit vergesellschaftet mit Glasmasse, die durch eingeschnürte Fortsetzungen mit der allgemeinen Glasmasse zusammenhängt, so dass nicht an eine Präexistenz der Augite und allmähliche Einschliessung derselben während des Wachstums der Hyalosiderite gedacht werden kann. Vielmehr liegt die Sache so und wird auch durch andere Beobachtungen bestätigt, dass der Augit in den Hyalosiderit eindrang. Eine solche Nachgiebigkeit des Hyalosiderits gegen äussere Eindrücke wird auch bestätigt durch die mannichfachen Biegungen und Krümmungen seiner Krystallumrisse, da wo ein Druck auf dieselben durch die Magnetitkörner-Anhäufungen ausgeübt wurde. Solche Erscheinungen, die ich auch an manchen anderen Mineralien, besonders schön aber an den Feldspathen einiger Augit-Andesite von Java (Grad-Jakav) gemacht habe, bei welchen die Verbiegungen der äusseren Contouren vollständig genau bis in's kleinste Detail von den concentrischen Zonen der Interpositionen wiederholt werden, zwingen mit Nothwendigkeit zu der Annahme, dass die Krystalle, als schon ihre äussere Form gegeben war, sich entweder noch in einem plastischen Zu-

stand befanden, oder aber in denselben zurückversetzt wurden. Die erste Annahme zwingt zu der Hypothese, dass zwischen den Aggregatzuständen flüssig und krystallinisch-fest eine Art colloidalen Zwischenstadiums läge — eine Hypothese, die, wie es mir scheint, sofort verworfen werden muss. Wahrscheinlicher scheint es mir, dass wir es in solchen Fällen mit wieder an- oder umgeschmolzenen Massen zu thun haben, in welchen unsere Krystalle lagen. Ich denke mir also, dass solche Krystalle sich in dem Tuff- und Schlackenpfropfen bildeten, welcher während eines Zustandes der Ruhe sich im vulcanischen Canal bilden muss und naturgemäss der Herd einer höchst thätigen chemischen Action und dadurch bedingter krystallinischer Vorgänge sein wird. Wurde durch Einsturz desselben oder Steigen der Schmelzzone im Vulcanschlott das Material desselben einem gänzlichen Umschmelzungs- oder partiellen Anschmelzungsprocesse in der flüssigen Lava unterworfen und gelangte so zum Ausfluss, so kann ich mir vorstellen, wie grössere Krystalle, eben weil solche, einer vollständigen Umschmelzung besser widerstehen konnten, während dennoch die Cohärenz ihrer Theile nicht unbedeutend durch die hohe Temperatur gelockert werden konnte, so dass eine Veränderung ihrer Umrisse und äusseren Zonen durch Druck möglich wurde. Vielleicht dürfte sich auch die Art des Vorkommens der Olivine auf ähnliche Verhältnisse zurückführen lassen, wie denn auch in solchem Falle die Augitkörner mancher basaltischen Gesteine nichts Räthselhaftes mehr hätten\*.

Noch ist bei den Hyalosideriten zu erwähnen, dass sie hie und da Einschlüsse von einem unregelmässig umgrenzten, wasserhellen Mineral haben, welches nur sehr schwach auf polarisirtes Licht einwirkt. Eine mikrochemische Untersuchung unter dem Mikroskop gab über die Natur desselben keine Aufklärung, sondern nur das negative Resultat, dass es kein Carbonat sei. Dasselbe löste sich übrigens selbst in HCl nicht auf.

Einen sehr klaren Einblick gewährt uns das Mikroskop in die Natur der Mandeln, welche eirund bis rund, bald spärlich

\* Ich wurde auf diese Erklärung der oben besprochenen Thatsachen geführt durch VOGELSAW, Philosophie der Geologie, p. 173 sqq. Ob sich solche Vorgänge nicht experimentell bestätigen liessen?

durch den Schliff zerstreut sind, bald, wenn auch seltener, neben einander liegend, nur durch dünne Scheidewände getrennt sind, auch wohl hie und da in einander verfließen. Die Umgrenzung derselben gegen das Gestein ist haarscharf; dann umgibt sie ein äusserst feiner dunkler Saum, auf welchem stets eine mehr oder weniger breite Zone ziemlich entfärbten Gesteinsmagma's folgt. Stets liegen sie mitten in glasigen Partien des Gesteins, nirgends grenzen sie direct an einen Augit- oder anderen Krystall. Hie und da, und zwar keineswegs sehr selten, trifft man auf rundliche wasserhelle Stellen im Magma, welche wie Mandeln aussehen, mit diesen aber doch nichts gemein haben. Dieselben grenzen sich nicht scharf ab, sondern verlaufen ganz allmählich in's Gestein. Übergänge zwischen diesen Erscheinungen und wirklichen Mandeln, die an eine Entwicklung der einen aus der anderen denken liessen, existiren nicht. Bei den scharf abgegrenzten, wirklichen Mandeln fehlen capillare Infiltrationscanäle nirgends, sind oft zu 2, 3 und mehr vorhanden, während sie bei den bloss mandelartigen Gebilden stets und ausnahmslos fehlen. Auch der Inhalt der wirklichen und scheinbaren Mandeln unterscheidet sich in wesentlicher Weise schon unter dem Mikroskope der Structur nach, mehr aber noch bei der Behandlung mit Säuren.

Bei den allmählig in das Gestein verfließenden Pseudo-Mandeln, welche stets ganz wasserhell sind und um welche das Gesteinsglas durch kaum auffassbare Zwischenstufen in hellgelb, dunkelgelb, orange und roth übergeht, wird der scheinbare Mandelraum von einer structurlosen, glasartigen Substanz erfüllt, welche sich gegen polarisirtes Licht absolut indifferent verhält und von dem durch Säuren künstlich entfärbten Gesteinsglase sich in keinerlei Weise unterscheidet. Nur in äusserst spärlichen Fällen entdeckt man in dieser structurlosen Substanz hie und da ein polarisirendes Pünctchen, welches an Calcit oder dergl. erinnert. Gegen Säuren verhalten sich diese Pseudomandeln durchaus indifferent und mit aller Sicherheit glaube ich sie für entfärbte Partien des Gesteinsglases halten zu dürfen. Was wir künstlich durch kräftige Säuren in kurzer Zeit im Schliff herstellen können, hat hier offenbar durch die Einwirkung der schwachen Kohlensäure in längeren Zeiträumen stattgefunden. Die Vergleichung

mit später zu besprechenden Verhältnissen wird die Sache vollständig ausser Zweifel setzen.

Die durch eine eigenthümliche graugelbe Zone mit dunklem Saume gegen das Gesteinsglas hin abgegrenzten, wirklichen Mandeln sind höchst selten ganz durch büschlige Zeolith-Aggregate erfüllt; ebenso selten ganz durch Carbonate. Am häufigsten finden sich die Wände bekleidet durch radial-divergirende, äusserst zarte und schön blau polarisirende Zeolithbündel, während das Innere des Mandelraums durch Carbonate von blättriger bis körniger Structur ganz oder theilweise ausgefüllt ist. Bei denjenigen Mandeln, welche nur Zeolithe, keinen Dolomit erkennen lassen, ist sehr oft der Kern der Mandel leer und die Spitzen der Zeolith-Nadeln ragen frei in denselben hinein, während sie in anderen Fällen gegen den hohlen Kern hin wirklich in ihrer Gesammtheit die glatte Oberfläche eines Kugelsectors zu bilden scheinen. In nicht seltenen Fällen finden sich in regelloser Weise zwischen die Zeolithbündel eingelagert meist unregelmässig begrenzte, oft auch quadratische Durchschnitte zeigende Partien einer apolaren Substanz in derartiger Verwachsung mit den Strahlen des Zeoliths, dass diese aus jenen hervorzuwachsen scheinen. Diese unregelmässigen bis quadratischen Partien sind selbst eine gelatinirende Substanz, wie sich bei Behandlung mit Säure deutlich erkennen lässt und werden wohl auf Faujasit zu deuten sein, wenn man das chemische Verhalten mit dem optischen und mit den hie und da auftretenden quadratischen Durchschnitten zusammenstellt. Wir hätten alsdann in den Mandelräumen eine Aufeinanderfolge von Faujasit, Phillipsit und Dolomit.

Das Kalk-Magnesia-Carbonat, welches meistens im frischen Gestein nur den Kern bildet, seltener die ganze Mandel erfüllt, hat, wie gesagt, blättrige bis körnige Structur. An der Grenze nach dem Zeolith hin, mit welchem es sich gegenseitig durchdringt, sieht man nicht selten rhomboedrische Durchschnitte, auf denen man bei starken Vergrösserungen eine äusserst zarte Zwillingstreifung wahrnimmt; auch fehlen prismatische Krystallformen mit aufgesetzten Rhomboederflächen nicht. Mehr nach dem Centrum der Mandel hin nimmt hie und da das Carbonat eine concentrisch-schalige Structur an und in solchen Fällen sah ich einmal ein winzigstes Augit-Bruchstückchen, ein anderes Mal ein

ebensolches Fragment des Gesteinsglases mitten in der concentrisch-schaligen Carbonatausfüllung der Mandel.

Man erkennt nicht nur die zeolithische Ausfüllung der Mandeln von der dolomitischen sehr leicht zwischen gekreuzten Nicols an dem verschiedenen Polarisationsverhalten, durch welches auch die verschiedene Structur beider Substanzen ausserordentlich scharf hervortritt, sondern auch sehr gut bei blosser Anwendung des unteren Nicol; bei einer Stellung desselben absorbiert nämlich das Carbonat sehr stark das Licht, während der Phillipsit bei allen Stellungen gleich hell bleibt. Zwischen gekreuzten Nicols zeigen die Phillipsit-Aggregate in schönster Weise die Erscheinungen, welche STELZNER (cf. Petrographische Bemerkungen über Gesteine des Altai. Separat-Abdruck aus B. v. COTTA »Der Altai, sein geologischer Bau und seine Erzlagerstätten. 1871«) und P. GROTH zuerst an den Sphärolithen mancher Porphyre beobachteten und beschrieben und die mit gewissen Modificationen auch COHEN (E. COHEN, die zur Dyas gehörigen Gesteine des südlichen Odenwaldes. Heidelberg, 1871. p. 86 sqq.) von den Porphyren des Apfelskopfes und vom Edelstein erwähnt.

Ganz besonders schön treten auch die Verhältnisse der Zeolithe und Carbonate in den Mandeln bei Behandlung der Schriffe mit Säuren unter dem Mikroskope hervor. Betüpfelt man einen mandelführenden Schliff mit Essigsäure, so bemerkt man sofort eine starke Entwicklung von Kohlensäure aus den Carbonaten der Mandel, während natürlich die zeolithische unverändert bleibt. Allerdings steigen auch aus den Zeolith-Aggregaten Bläschen auf und zeigen an, dass auch zwischen ihren Strahlen sich Carbonate eingedrängt haben. Aber sehr bald verschwindet die Effervescenz an diesen Stellen und dauert nur noch über dem dolomitischen Theil der Mandel fort, bis dieser vollständig gelöst ist. Hebt man nun mit einer Capillarpipette einen Tropfen der essigsauren Lösung ab, so erhält man mit Ammoniak und kohlen-saurem Ammoniak einen kräftigen Niederschlag von kohlen-saurem Kalk; hebt man nach Absetzung dieses Präcipitates einen winzigen Theil der klaren Flüssigkeit ab, so erzielt der Zusatz von phosphorsaurem Natron unter den bekannten Bedingungen den deutlichsten krystallinisch-prismatischen Niederschlag von phosphorsaurer Magnesia. — Reinigt man nun den Schliff und trägt

einen Tropfen verdünnter Salzsäure auf, so widersteht der zeolithische Bestandtheil der Mandel, dessen radialfasrige Structur nach Entfernung des Carbonates deutlicher hervortritt, ich möchte sagen, gröber geworden ist, je nach der Dicke des Präparates längere oder kürzere Zeit der Einwirkung der Säure, die sich ziemlich rasch grün färbt durch Auflösung von Magnetit und dadurch, dass sie dem Gesteinsglase Eisen entzieht. Dann gelatinirt, bei kalter Säure erst nach mehreren Stunden vollständig, sowohl der büschelige Zeolith, wie jene mit ihm verwachsenen Partien von oft quadratischer Umgrenzung, die oben beschrieben wurden. Leider lässt sich über die chemische Natur der Zeolithe und somit über die Species, welcher sie angehören, auf mikro-chemischem Wege nichts feststellen. Die durch Salzsäure erhaltene Lösung liess an Basen Eisen, Thonerde, Kalk, Magnesia und Natron erkennen. Da aber zugleich mit den Zeolithen auch der Hyalosiderit gelatinirt, auch sonst der Schliff chemisch verändert wird, so ist wohl nur mit einiger Sicherheit zu constatiren, dass der Kalk und die Thonerde, sowie das Natron den Zeolithen angehören, die ich, wie schon oben bemerkt, für Phillipsit und Faujasit halte.

(Fortsetzung folgt.)

---

# Petrographische Studien an den Gesteinen des Kaiserstuhls

von

Herrn Professor **H. Rosenbusch**

in Freiburg i. Br.

(Mit Tafeln III und IV.)

---

## I. Die Limburg und ihre Gesteine.

(Fortsetzung.)

Wenden wir uns nun zu der glasig erstarrten Grundmasse des Gesteines, so ist zuerst hervorzuheben, dass sie keineswegs in kleineren Partien zwischen den krystallinischen Ausscheidungen eingeklemmt auftritt; sie tritt im Gegentheil mit grosser Entschiedenheit hervor und bildet gewissermassen den Hintergrund des mikroskopischen Bildes, auf welchem sich die besprochenen Mineralausscheidungen abheben. Wir haben es hier mit einem vollkommenen Glase im strengsten physikalischen Sinne des Wortes zu thun; nirgends findet sich irgend eine Spur irgend welcher entglasender Prozesse. Die pyroxenischen Gesteine des Kaiserstuhles sind im Allgemeinen sehr reich an solchen typischen Gesteinsgläsern, aber soweit meine Kenntniss derselben reicht, sind sie, wie auch die ähnlichen Substanzen anderer Fundorte, ganz oder fast farblos. Ein in ähnlicher Weise bei krystallinischen Gesteinen hervortretendes und zugleich ebenso energisch gefärbtes Glas erinnere ich mich nur in einem Augit-Andesit der Vulkangruppe Widodarin von der Insel Java gesehen zu haben. Nur ist das Andesitische Gesteinsglas chokoladebraun, das unsrige, wenn sehr dünn, orange gelb, sonst tief roth bis schwarz und undurchsichtig. Nur mit Mühe bekommt man irgendwie gute

Schliffe, einmal wegen der grossen Sprödigkeit des Gesteinsglases selbst, welche die Herstellung sehr dünner Schliffe erschwert, wie sie doch nöthig sind, damit sie überhaupt durchsichtig werden, dann auch weil die zahlreich eingelagerten Krystalle und Mandeln in ganz besonderer Weise das Zerreißen der Schliffe befördern.

Die Färbung, welche mit aller Bestimmtheit von Eisenoxyd herrührt, ist ausserordentlich gleichmässig durch das ganze Magma vertheilt, wenn es auch nicht an einzelnen Stellen fehlt, wo das Pigment in geringerer Menge auftritt, ja ganz fehlt, wie wir bei Besprechung der Mandeln gesehen haben. Doch dürften, wie schon oben erwähnt, solche Verhältnisse eher auf eine begonnene Auslaugung, als ursprüngliche Anordnung schliessen lassen. Auffallend ist nicht nur im Gesteinsglase, sondern im gesammten mikroskopischen Bilde der absolute Mangel an Poren und Bläschen irgendwelcher Art, sowie an allen den übrigen Erscheinungen, welche man sonst so durchgehend an vulkanischen Gläsern beobachtet. Auch irgend welche Anzeichen einer Fluidalstructur sind nirgends vorhanden; nur aus den Einbuchtungen der Grundmasse in die Hyalosiderite, sowie aus den zerquetschten Umrissen dieser Krystalle lässt sich auf eine Massenbewegung des Gesteines schliessen.

Selbst die Mikrolithe, welche weitaus zum grössten Theil augitischer Natur sein dürften, sind keineswegs sehr zahlreich; ja sie verschwinden fast im mikroskopischen Bilde und häufen sich auch nicht an einer einzigen Stelle in der Art, dass sie im Geringsten die Natur der Grundmasse und ihren Charakter als Glas beeinträchtigen könnten. Die Mikrolithe sind stets sehr klein und zeigen durchgehend ein Verhältniss von Länge zu Breite wie 3 : 1. Durch Farbe (grün), lebhafte Polarisation und krystallinische Umrisse geben sie sich zweifellos als Augite zu erkennen. Nur bei einzelnen heller gefärbten könnte man schwanken, wenn nicht dann ihre überaus winzigen Dimensionen den Mangel der Farbe erklärten. Mikrolithe, welche irgendwie auf Feldspathe gedeutet werden könnten, fehlen absolut. Sehr spärliche, wasserhelle Prismen erinnern einigermassen an die Apatit-Vorkommnisse in Basalten und Nepheliniten und dürften auch wohl diesem Mineral zugezählt werden müssen. Ganz besonders auffallend ist die polare Endigung dieser Augit-Mikrolithe; sie strahlen nämlich

zackig in Nadeln aus, die entweder parallel stehen und im Sinne der Hauptaxe verlaufen, oder aber sie stehen reihenförmig schräg ab, etwa in der Weise, wie wohl die Magnetittheilchen, welche man aus Gesteinspulver auszieht, sich zum Barte am Magneten ordnen. Und zwar finden sich diese Mikrolithen-Bärte nicht nur an polar unabgeschlossenen Augit-Mikrolithen, sondern auch an solchen, die vollkommen normal mit P endigen. Dagegen sieht man sie nur sehr selten auf den vertikalen Kanten derselben aufsitzen. Aber auch unabhängig von regelmässig umgrenzten Augit-Mikrolithen finden sich diese Stachelchen in dem Gesteinsglast zerstreut, wohl nie ganz einzeln, sondern stets zu mehreren vergesellschaftet, entweder nach Art eines in der Mitte eingeschnürten Ruthenbündels, oder auch wie von einem Punkte aus concretionsartig in das Gesteinsglas hineinstrahlend.

Mikrolithen, welche mit einigem Schein des Rechtes auf Hyalosiderite gedeutet werden könnten, finden sich nicht; ebenso fehlt auch das in den basaltischen Gesteinen sonst so häufige staubartige Vorkommniss des Magnetit.

Nicht uninteressant war es mir auch, in diesem Gesteinsglast einer Erscheinung zu begegnen, welche mir zum ersten Male beim Studium javanischer Augit-Andesite und Basalte aufgefallen war, und die darin besteht, dass sphäroidische oder ellipsoidische Krystallrudimente sich nach einer Richtung zusammenlagern und auf diese Weise prismatische Mikrolithen bilden. Doch bedarf es sehr starker Vergrößerungen, um dieses Phänomen zu beobachten, welches an die Beobachtungen VOGEL'SANG'S bei verlangsamer Krystallisation gelöster Körper einigermaßen erinnert. Während indessen bei den Javanischen Gesteinen diese Erscheinung sehr häufig war und in einzelnen Fällen das Gesteinsglas nahezu vollständig durch solche Mikrolithenelemente entglast schien, ist sie hier nur äusserst spärlich, und wurde nur in zwei Schliffften beobachtet.

Eine kurze Besprechung verdienen noch die Capillargänge, welche nach allen Richtungen die Schlifffte durchziehen und meistens in Beziehung zu den Mandelräumen stehen, für welche sie als mikroskopische Infiltrationscanäle fungiren. Sie durchziehen in gewundenen Richtungen den Schlifff, höchst selten sich schneidend; wo sie in die Mandelräume einmünden, da erweitern sie

sich deltaähnlich und durchbohren entweder sofort die dunkle Haut des Mandelraumes mit einem zarten Canal, oder sie zweigen sich beiderseits ab in die helle Umgrenzungszone der Mandel und durchbrechen dann erst später irgendwo die dunkle Haut. Die Mitte dieser capillaren Gänge wird ausgefüllt von Carbonaten, denen hie und da, aber nur sehr selten, winzigste Körnchen der Gesteinssubstanz beigemischt sind, welche, wie es scheint, bei der chemischen Auslaugung des Gesteines, durch welche die capillare Spalte erweitert wird, sich von den Wänden derselben mechanisch lostrennten und im Gange zurückblieben. Nach beiden Seiten sind die capillaren Gänge umgrenzt von einer dunklen, undurchsichtigen Zone, die hautartig die Wandungen der Gänge überzieht; erst auf diese folgen dann die mehr oder weniger breiten, nach beiden Seiten allmählig in das Gesteinsglas übergehenden Zonen, welche bald ganz wasserhell sind, bald aber noch eine mattgelbliche Färbung erkennen lassen. Diese Verhältnisse sind nur in selteneren Fällen so deutlich ausgeprägt, dass man sie auch bei schwächeren Vergrößerungen leicht erkennt; meistens erscheint ein solcher Capillargang bei schwachen Vergrößerungen nur als ein dunkler Faden, mit hellen seitlichen Bändern, und erst bei ziemlich starken Systemen treten die Sachen auseinander. Übrigens bin ich nicht absolut sicher, dass nicht die erwähnte dunkle, undurchsichtige Haut, welche den Capillargang umgrenzt, lediglich eine Folge der Lichtreflexion zwischen dem Gestein und der Ausfüllung des Ganges sei. — Solche capillaren Gänge münden übrigens nicht nur in Mandelräumen, sondern auch an den Grenzen der ausgeschiedenen Hyalosiderite und Augite. Dass die Circulation von Flüssigkeiten auf diesen Spalten sehr rasch stattfindet, beobachtet man bei der Behandlung eines Schliffes mit Säuren; dieselben wirken dann stets zuerst von diesen Spalten aus ein und dringen von da ab nur sehr langsam nach innen vor.

Die Wirkungen, welche Säuren an Schliffen hervorbrachten, denen zuvor durch Essigsäure die Carbonate entzogen waren, traten stets zuerst deutlich an den Hyalosideriten und Zeolithen hervor, die schon bei Anwendung kalter Säuren gelatinirten. Das Gesteinsglas widersteht selbst warmer Salzsäure ziemlich kräftig; es entfärbt sich dadurch, dass Eisenoxyd in Lösung geht, und

zwar geht der Process, wie schon erwähnt, von den Capillarspalten und Schliffrändern aus, so dass nach einiger Zeit das vorher braunrothe Gesteinsglas durchzogen ist von einem Netz farbloser Streifen, zwischen dessen Maschen Partien unangegriffenen Glases mit ihrer ursprünglichen Farbe zurückgeblieben sind, während zugleich im entfärbten Glase die Mikrolithen unversehrt blieben. Dieses Verhalten des Eisens im Gesteinsglase scheint mir darauf hinzuweisen, dass dasselbe hier nicht eigentlich chemisch gebunden ist, wie im Augit, dessen Farbe selbst nach wochenlanger Einwirkung der Säure nicht an Intensität abnahm. Von einem Gelatiniren des Glases war nichts zu bemerken. Die Augite bleiben absolut unversehrt. Um zu prüfen, ob nicht bei sehr langer Einwirkung von Salzsäure auf Augite, diese dennoch angegriffen würden, wurden mehrere Schiffe wochenlang immer von Neuem befeuchtet und auf den Ofen gelegt, um die Einwirkung des Reagens durch Wärme zu erleichtern. Dennoch blieben die Augite absolut frisch, aber es zeigte sich, dass das Gesteinsglas zuletzt angegriffen wurde; der Schliff war zerbröckelt und nicht unbedeutende Theile der Grundmasse unter gelatinöser Ausscheidung von Kieselsäure in Lösung gegangen. Dieselben That-sachen bezüglich der Löslichkeitsverhältnisse der einzelnen Gemengtheile dieses Gesteines ergibt die Vergleichung des frischen Pulvers mit solchem, welches mit Essigsäure und ferner solchem, welches mit Salzsäure behandelt worden war. Auch hier hatten sich die leicht erkennbaren apolaren Glasparkeln theils vollständig, theils grösstentheils entfärbt, je nach der zufälligen Grösse des Kornes.

Diese bedeutendere Resistenzfähigkeit gegen Säuren unterscheidet unser Gesteinsglas von einem Theile jener basaltischen Gläser, mit denen man dasselbe sonst zusammenzustellen geneigt wäre, und fällt um so mehr auf, weil mit Entschiedenheit dieses Glas noch um ein Bedeutendes basischer sein muss, als die Tachylyte, Hyalomelane und dichten oder schlackigen Augite von Ostheim, welche alle über 50% Kieselsäure enthalten, während hier die Bauschanalyse 42% Kieselsäure ergibt in einem Gesteine, dessen sauerster Gemengtheil etwa 45% und dessen basischster 37% davon enthält, so dass wir also bei dem nicht allzubedeutenden Gehalt an Magnetit schwerlich dem Gesteinsglase mehr

Kieselsäure zuschreiben dürfen, als das Gestein im Ganzen hat. Übrigens ist selbst von vorn herein nicht anzunehmen, dass die Glasgrundmasse eines Gesteines in chemischer Beziehung identisch sei mit dem ganzen Gesteine, wenn dasselbe glasig erstarrt ist, denn durch die Ausscheidung der krystallinischen Gemengtheile musste offenbar die Durchschnittszusammensetzung der restirenden Mutterlauge, welche nun glasig erstarrt, eine andere geworden sein. Der umgekehrte Fall würde nur dann eintreten, wenn, — oder zwänge vielmehr zur Voraussetzung, dass die Summen der chemischen Bestandtheile der einzelnen krystallinischen Gemengtheile multiplicirt mit den Zahlen, welche je die relativen Mengen dieser Gemengtheile im Gestein ausdrückten, gleich der Durchschnittszusammensetzung des Gesamtgesteines (also krystallinische Gemengtheile plus Glasgrundmasse) wären. Demnach, meine ich, dürfe man die Tachylyte und verwandte Substanzen, welche man gewiss mit Recht als glasig erstarrte Basaltmagmen ansieht, nicht mit den basaltischen Gesteinsgläsern identificiren, die ja die glasig erstarrten Residua solcher Magmen sind, aus denen schon verschiedene Substanzen nach verschiedenen stöchiometrischen Proportionen sich krystallinisch getrennt hatten. Auch das Gelatiniren darf nicht als ein Beweis für die Identität der Gesteinsgläser der Basaltfamilie und der Tachylyte angesehen werden, denn einmal gelatiniren nicht alle Tachylyte, und andererseits wissen wir in Wirklichkeit noch gar nicht, wodurch es bedingt wird, dass ein Silicat gelinire oder nicht. Es scheint das weder allein von chemischen, noch auch bloss von morphologischen Eigenschaften der Substanz abhängig zu sein, wie das gerade die Gruppe der chemisch so ähnlichen Tachylyte und schlackigen Augite darthut, von denen der Säsebhler äusserst leicht, der Bobenhausener schwieriger, der Ostheimer und Sababurger gar nicht gelatiniren. Es wäre gewiss von Interesse, alle Basalte und ähnlichen Gesteine jeweils auf das Gelatiniren der Glasgrundmasse zu untersuchen und dadurch die Versuche ZIRKEL's, Basaltgesteine pag. 103, zu vervollständigen, der auch hier, wie in so manchen andern Dingen, den rechten Weg gezeigt hat.

Da es scheint, dass die Untersuchung der tachylytischen Substanzen, welche lange vernachlässigt und hintangesetzt, heute ein hohes Interesse besitzen, noch zur Lösung mancher Frage führen

wird, so erlaube ich mir im Anschlusse an das Gesteinsglas des Limburger Gesteines meine Erfahrungen über diese Körper hier mitzuthemen.

Wahrhaft auffallend ist die Ähnlichkeit, welche auf den ersten Blick ein Schliff des Limburger Gesteins mit einem Schliff des sogenannten „Perlit von Monte Glosso“ (ZIRKEL) oder „blauen Pechsteins von Marostica“ nach der Etiquette der hiesigen Universitätssammlung erkennen lässt. Nach der Beschreibung, welche ZIRKEL, Zeitschrift der deutsch. geol. Ges. 1867, pag. 776 von diesem Gestein und seinen Schliffen gibt, ist es vollständig identisch mit dem sogenannten blauen Pechstein von Marostica hier; auch das chemische Verhalten, welches ich untersuchte, ist absolut conform dem von ZIRKEL, Basaltgesteine pag. 184, angegebenen, so dass dessen Vermuthung über die Identität zur Sicherheit geworden ist. Nur muss ich bemerken, dass die Perlit-structur, welche makroskopisch sehr deutlich ist, in meinen Schliffen nicht durch concentrische Kreise bemerklich wird. — Bei weniger dünnen Schliffen des Limburger Gesteines bleiben stets rundliche bis unregelmässige Stellen des Glases undurchsichtig und ähneln dann sehr den von ZIRKEL meisterhaft beschriebenen Gebilden im Gestein von Monte Glosso. Bei genauerer Untersuchung allerdings verschwindet die Ähnlichkeit durch den Mangel der Mikrostructur, welche im Monte Glosso-Gestein so deutlich ausgeprägt ist. Dagegen enthalten meine Schliffe dieses letzteren Gesteins zahlreiche und grosse Augitkrystalle, welche in Farbe und Structur sehr den braunen Augiten im Limburger Gestein ähneln. — ZIRKEL erwähnt diese Augite nicht, dagegen hexagonale Krystalldurchschnitte, die er auf Apatit deutet, und die sich auch in meinen Schliffen finden, hie und da mit der Eigenthümlichkeit, dass sie einen undurchsichtigen, dunklen Kern einschliessen. Auch die scheinbaren Mandelräume des Limburger Gesteines finden sich bei dem blauen Pechstein von Marostica und erweisen sich auch hier als farblose, rundliche Glaspartien. Bei einer solchen legte indessen das Auftreten einer divergent strahligen Aggregatpolarisation den Gedanken nahe, dass hier eine Mikrolithen-Concretion vorliege. Von einem feldspathigen Gemengtheil oder von Olivin habe ich nichts bemerken können. Behandelt man den Schliff mit Salzsäure, so tritt sehr rasch eine Entfärbung

der durchsichtigen, braungelben Glasmasse ein: die Gelatination, welche im Pulver sehr rasch erfolgt, bemerkt man im Schliiff erst später. Die schwarzen und durchscheinenden Partien widerstehen dem Angriff der Säure sehr lange, werden aber durchsichtiger und ermöglichen dann ein besseres Studium ihrer Structur. Einige derselben, und zwar die undurchsichtigsten und klumpigsten, schienen mir nach mehrtägiger Behandlung mit Säure aus einer Concretion von prismatischen Augit-Mikrolithen zu bestehen. Doch trat nie eine hinreichende Durchsichtigkeit ein, um eine Entscheidung treffen zu können. Lässt man die salzsaure Lösung, welche sich über einem solchen Schliiffe gebildet hat, freiwillig verdunsten, so bilden sich neben den massenhaften Eisenchlorid-Nadeln auch ziemlich zahlreiche Würfel von NaCl und neben diesen andere, welche quadratische Prismen mit Pinakoid zu sein schienen. Sie sind farblos und polarisiren sehr lebhaft. — Ganz die gleichen Gebilde entstanden auch bei der freiwilligen Verdunstung der Lösung über einem Schliiffe des Limburger Gesteines, dessen Glas schon angegriffen war. — Schon ZIRKEL streicht dieses Monte Glosso-Gestein aus der Reihe der eigentlichen Perlite und stellt es zu den Tachylyten auf Grund des chemischen Verhaltens und der mikroskopischen Ähnlichkeit mit wirklichen Tachylyten. Dieses Urtheil dürfte eine bedeutende Stütze in dem zahlreichen Auftreten des Augites erhalten haben; und wie wir nun in den eigentlichen Tachylyten Basaltobsidiane besitzen, so hätten wir hier im Monte Glosso-Gestein auch einen Basaltperlit.

Über den Tachylyt, var. *Hyalomelan* von Bobenhausen sind die Mittheilungen ZIRKEL's l. c. pag. 182, 299; auch Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellsch. 1867, pag. 778, und FISCHER's, Kritische, mikroskopisch-mineralogische Studien. Freiburg 1869, pag. 30 sqq. sehr auseinandergehend. ZIRKEL beschreibt ihn als eine glasige Substanz mit Interpositionen, wie sie das Gestein von Monte Glosso zeigt; FISCHER dagegen als eine kräftig polarisirende Substanz mit dunklen Porenreihen, und will ihn in Folge davon gänzlich aus der Reihe der amorphen Substanzen in die der individualisirten vorrücken lassen. Ich bin nun durch einen Zufall in der glücklichen Lage, diese beiden so absolut widersprechenden Beschreibungen der beiden so hoch verdienten Forscher sehr einfach erklären zu können. Das Material, aus welchem

ich meine Schliche anfertigte, verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Professor FISCHER. Die hiesige Universitätssammlung hat vier Proben von dem Bobenhausener Tachylyt, s. *Hyalomelan*, die eine etiquettirt mit No. 151, die anderen mit Nummer 4, 5, 6. Von allen Proben verfertigte ich Schliche und fand die Schliche der 4, 5 numerirten Stücke absolut übereinstimmend mit der Beschreibung ZIRKEL's, während der Schliff von dem mit 6 numerirten Stücke vollkommen die Angaben FISCHER's bestätigte und nach meiner Ansicht für Olivin gehalten werden muss, wofür morphologische und chemische Eigenschaften sehr entschieden sprechen. Dass weder an Feldspath, noch an Augit gedacht werden kann, hat schon FISCHER a. a. O. auf Grund der chemischen Analyse von GMELIN sehr richtig hervorgehoben. FISCHER hat schon früher, cf. *Clavis der Silicate*, pag. 106, bei der makroskopischen Beschreibung hervorgehoben, dass im Tachylyt von Bobenhausen heller und dunkler gefärbte, gegenseitig scharf abgegrenzte Partien streifenartig verlaufen, und sucht hiermit das reihenförmige Auftreten mikroskopischer Poren in Beziehung zu setzen. Mir will es nach Obigem wahrscheinlicher scheinen, dass diese scharf geschiedenen Farben am Handstück vielmehr auf die beiden componirenden Bestandtheile der Substanz, nämlich Tachylyt und Olivin, zurückzuführen seien. Dass der polarisirende Bestandtheil wirklich Olivin ist, dürfte auch darin seine Bestätigung finden, dass die von FISCHER beschriebenen Porenreihen zum grossen Theile als jene Flüssigkeitporen sich erwiesen, die in den Olivinen der vulkanischen Gesteine fast so constant auftreten, wie in den Quarzen der plutonischen.

Als nun auch der Bobenhausener *Hyalomelan* No. 151 geschliffen wurde, so erwies sich dieser ebenfalls durchaus übereinstimmend mit ZIRKEL's Angaben; nur fanden sich in der braunen Glasmasse neben den undurchsichtigen, von ZIRKEL beschriebenen Interpositionen noch eine ziemliche Anzahl krystallinischer Ausscheidungen, nämlich zuerst Olivin, sehr frisch, ohne irgend welche Spur von Zersetzung und stets umgeben von einer Anhäufung jener dunkleren Gebilde. Er hat nicht eben zahlreiche Einschlüsse von Glasfetzen mit anhängenden Gasbläschen und ohne ein solches. Auch Körner und quadratisch umgrenzte Kryställchen, die man wegen ihrer Undurchsichtigkeit für Magnetit halten

möchte, wogegen indessen der Mangel des metallischen Glanzes im reflectirten Lichte spricht, finden sich hie und da im Olivin; möglicherweise sind es Picotite. Neben den Olivinen finden sich in geringerer Menge Plagioklasleisten, mit schöner und kräftig entwickelter Zwillingsstreifung, die im polarisirten Licht zumal sehr scharf hervortritt; sie intercludiren feinste, fadenförmige Partien der Glasmasse mit hie und da anhängenden Gasbläschen. Ferner finden sich Mikrolithen, unter denen diejenigen von etwas grösseren Dimensionen sich nach Farbe, Polarisation und Krystallformen als Augite kundgeben. Dieselben zeigen hier im Bobenhausener Tachylyt sehr schön dieselbe Erscheinung, wie im Limburger Gestein, dass nämlich auf den oberen und unteren wie auf den vertikalen Kanten Büschel von polarisirenden Mikrolithen aufsitzen, in ähnlicher Weise, wie die Eisentheilchen einen Bart am Magnet bilden. — Nirgends fanden sich Körner oder Kryställchen, welche auf Magnetit gedeutet werden könnten, in der Glasmasse. — Dagegen fehlten auch hier nicht jene rundlichen Partien farblosen und schwächer gefärbten Glases, wie wir sie im Limburger Gestein und in dem vom Monte Glosso antrafen; nur sind dieselben hier sehr fein punktirt; doch vermochte ich über die Natur dieser Pünktchen keine Aufklärung zu bekommen.

Auch ein Tachylyt von Alsfeld aus der hiesigen akademischen Sammlung erwies sich durchaus übereinstimmend mit dem Bobenhausener und Monte Glosso-Vorkommniss. Dieselbe durchaus apolare Grundmasse mit den gleichen kaum durchscheinenden, von ZIRKEL a. a. O. beschriebenen Interpositionen, deren Structur in diesem Tachylyt fast noch besser zu studiren ist, als irgendwo anders, und die auch hier mit dem typischen helleren Streifen umgeben sind. Auch fehlen die rundlichen, farblosen Stellen im Glase nicht, die bei den andern erwähnt wurden. Dagegen zeigt sich hier keinerlei krystallinische Ausscheidung. Zu erwähnen ist noch, dass in dem sehr gut gerathenen Schliff die dichtesten dunklen Interpositionen sich auflösen in ein Netzwerk von sehr nahe bei einander liegenden und sich meistens unter  $90^{\circ}$ , aber auch in andern Winkeln schneidenden, schwarzen Balken, zwischen deren Maschen hindurch man die apolare Glasmasse deutlich erkennt. — Über die Löslichkeitsverhältnisse dieser Substanz kann ich mittheilen, dass nach vollendeter Entfärbung

durch das Ausziehen des Eisens, die Salzsäure bei Erwärmung eine vollständige Lösung mit Gelatination bewirkt, und dass also das Alsfelder Vorkommniß neben das Bobenhausener gestellt werden muss.

Kommen wir nun zu dem am frühesten bekannt gewordenen, dem Tachylyt *κατ' ἐξοχην* vom Säsebühl bei Dransfeld. Auch hier verdanke ich das Material der Freundlichkeit des Herrn Professor FISCHER, dem wir, soviel mir bekannt geworden ist, auch die erste mikroskopische Analyse dieser Substanz verdanken, cf. H. FISCHER, Kritische, mikroskopisch-mineralogische Studien. Freiburg 1869, pag. 33 sq. Ich kann die l. c. gegebene Beschreibung vollständig bestätigen, und erlaube mir nur einige Ergänzungen hinzuzufügen, die in Folge ausnahmsweise gut gelungener Schriffe möglich wurden.

Neben den vereinzelt ausgeschiedenen, aber bei mir in keinem Schliff fehlenden Augitkrystallen finden sich vereinzelte, aber durch metallischen Glanz im reflectirten Lichte und ihre krystalinischen Umrissse wohlcharakterisirte Magnetite. Ferner zeigt einer meiner Schriffe, aber nur einmal, ein krystallisiertes Mineral von gelbrother Farbe, lebhaft polarisirend, für welches ich kein Analogon kenne, und welches ich daher auch nicht zu deuten weiss. Wichtiger, als dieser vereinzelte Gemengtheil, sind die mikrolithischen Interpositionen. Unter diesen kennzeichnen sich einzelne, von etwas bedeutenderen Dimensionen, durch Umrissse und Polarisation als Augite. Sie ähneln sehr den im Limburger Gestein und im Bobenhauser Tachylyt beschriebenen, und brauchen also nicht noch einmal geschildert zu werden. Neben diesen einzeln liegenden Mikrolithen finden sich nun auch Mikrolithen-Concretionen, bei denen die einzelnen kleinen Individuen von einem Centrum nach allen Richtungen, und zwar in verschiedenen Ebenen ausstrahlen, und so in einer Horizontalprojection jene Gebilde ergeben, welche SANDBERGER, cf. Neues Jahrbuch für Mineral. etc. 1871, pag. 622 sechsstrahlige Sterne nennt. Dabei muss ich indessen bemerken, dass in meinen Präparaten die Sterne nicht sechsstrahlig sind, sondern eine durchaus wechselnde Zahl von Strahlen besitzen, je nach der Ebene, in welcher der Schliff diese Concretionen durchschneidet; meistens sind es sogar mehr als 6 Strahlen. Die Individuen zeigen manche Strukturverhält-

nisse, welche an die von ZIRKEL bei dem Monte Glosso- und Bobenhausener Vorkommniß geschilderten erinnern, zeigen sich aber von vornherein insofern als etwas durchaus Verschiedenes, als sie polarisiren und keineswegs amorph oder regulär sind. Nach dem Centrum der Concretion hin sind sie prismatisch ausgebildet; wo ihrer mehrere sich decken, sind sie undurchsichtig, sonst heller gefärbt als die Grundmasse des Tachylyt. Ihre Polarisation erinnert nicht eigentlich an Augite, wofür ich sie ursprünglich zu halten geneigt war. Nach aussen hin sind alle die kleinen prismatischen Mikrolithen, welche eine solche Concretion bilden, schräg abgestumpft, so dass man sie nicht unpassend mit einem zugeschnittenen Gänsekiel würde vergleichen können. Die Spitze ist dabei mehr oder weniger stark ausgezogen und trägt an den nach innen gekehrten Rändern der Zuspitzung eine grosse Zahl parallel gestellter Stacheln, die sich an die Spitze etwa unter einem Winkel von  $30^{\circ}$  ansetzen. Liegt der Mikrolith so, dass man nur den einen Rand der Zuspitzung sieht, so macht sich die Sache, wie die Fahne an einer Seite eines Federschaftes. Noch ist zu erwähnen, dass nicht immer die Spitze solcher Mikrolithen in einer Concretion in gerader Fortsetzung der Prismenränder verläuft; gar häufig biegt sie sich nach rückwärts und macht dann einen stumpfen Winkel mit dem Prisma, dessen Fortsetzung sie ist. Übrigens findet man diese Mikrolithen nicht nur zu vielen zu einer Concretion vereint, sondern sie bilden auch verschieden gestaltete Büschel zu 2 und 3, ja sie liegen auch einzeln in der Tachylytsubstanz, und sehen dann bei starken Vergrösserungen eigenthümlich borstig aus, indem nicht nur an den Zuspitzungen, die bei einzelnen solchen Mikrolithen meistens beiderseitig aufsitzen, sondern auch an den vertikalen Prismenrändern unzählige solcher kleinster Stacheln aufsitzen. Auch hier erkennt man meistens eine hellere Zone um eine solche Concretion, was übrigens bei sehr schön durchsichtigen Schliften kaum auffällt.

Die beschriebenen Mikrolithen und Mikrolithenconcretionen liegen im Tachylyt in Zonen geordnet, während diese durch Bänder mikrolithenleerer Substanz getrennt sind; aber innerhalb der Zonen selbst sind die Längsaxen einzelner Mikrolithen nicht parallel geordnet; vielmehr liegen dieselben wirt durcheinander, und jene prachtvolle Fluidalstructur, welche SANDBERGER (l. c.)

hervorhebt, habe ich nirgends finden können, ausser etwa da, wo in einer Mikrolithenzone ein grösserer Augit-Krystall liegt. Überdies unterscheiden sich meine Schriffe auch sonst noch ganz wesentlich von denen, welche SANDBERGER bespricht, durch den absoluten Mangel jeglichen Feldspathes oder feldspathartigen Minerals.

Behandelt man einen Dransfelder Tachylyt-Schliff mit Salzsäure, so wird er momentan angegriffen; der eigentliche Tachylyt löst sich sofort und leicht schon in kalter Säure, während die kleinen Mikrolithen-Concretionen weit länger der Einwirkung der Säure widerstehen, und noch nach vollständiger Zerstörung der Glasmasse in der Lösung umherschwimmen. Nach und nach aber werden auch sie zersetzt und nur die grösseren Augit-Krystalle, sowie die vereinzelt Mikrolithe, die ich ebenfalls für Augite ansprach, bleiben ungelöst und ohne dass sie in irgendwelcher Weise verändert zu werden scheinen, zurück.

Während die bislang aufgeführten amorphen Substanzen, der Tachylyt von Dransfeld, der von Alsfeld, der Hyalomelan von Bobenhausen und das Monte Glosso-Gestein nach ihrem chemischen Verhalten, wie nach ihrem mikroskopischen Erscheinen im Wesentlichen dasselbe sind, so dürften doch die folgenden, meistens mit ihnen zusammen aufgeführten Körper gänzlich von ihnen geschieden werden müssen, nämlich der schlackige oder dichte Augit von Ostheim und der sog. Tachylyt von der Sababurg. Wenn auch allen diesen Körpern die amorphe Structur eigenthümlich ist, und so nahe sie sich in ihrer chemischen Constitution stehen, will es mir doch scheinen, dass die so sehr verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse uns zwingen, sie auseinanderzuhalten. Gegenüber den mehr oder weniger leicht und vollkommen löslichen Tachylyten von Dransfeld, Alsfeld, Bobenhausen u. s. w., würden die absolut unlöslichen Substanzen von Ostheim und der Sababurg den Namen Tachylyt ungefähr in derselben Weise führen können, wie *lucus a non lucendo*. Übrigens ist auch nach dem mir vorliegenden Material die Mikrostructur des schlackigen Augit von Ostheim und von der Sababurg nicht unwesentlich verschiedenen von der der wirklichen Tachylyte. Es scheint mir nicht thunlich, solche Substanzen, wie die genannten, als Mineralspecies im strengsten Sinne des Wortes ferner aufzuführen, weil ich der

Ansicht bin, dass man bei der Definition von Mineral ein grösseres Gewicht auf das Attribut der Individualisation legen muss, als bislang geschehen ist; die blosse Homogenität beweist bei solchen Gläsern noch lange nicht für ihre Berechtigung als Mineralspecies, und das drückt sich auch chemisch dadurch aus, dass die Analysen solcher Körper sich jeder Berechnung auf eine annehmbare Formel entziehen. Andererseits aber dürfte bei gut individualisirten Mineralkörpern eine gewisse Mangelhaftigkeit in der Homogenität keineswegs als ein vollgültiger Beweis gegen ihre Existenzberechtigung als Mineralspecies anzusehen sein, ausser in denjenigen Fällen, wo diese Substanzen als pseudomorph und ihre individualisirte Form also als unwesentlich zu betrachten ist. Will man indessen am Alten festhalten und die besprochenen anorganischen Körper fortan als Mineralspecies beibehalten, so möchte ich den Vorschlag machen, die löslichen Substanzen dieser Gruppe künftighin als Tachylyte zu bezeichnen, und für die unlöslichen, bislang „schlackige oder dichte Augite“ genannten Vorkommnisse von der Sababurg und von Ostheim den von HAUSMANN für das Bobenhausener Vorkommniss eingeführten Namen Hyalomelan zu verwenden.

ZIRKEL beschreibt in seinen Basaltgesteinen pag. 184 einen Tachylyt von Mainzer-Eichen in Hessen als ausserordentlich ähnlich dem Hyalomelan von Bobenhausen, und FISCHER gibt in seiner Clavis der Silicate pag. 107 an, dass der Ostheimer schlackige Augit auf KRANTZ'schen Etiquetten als Tachylyt von Mainzer-Eichen charakterisirt sei. Wenn ich aber meine Schliche von Ostheim mit der Beschreibung ZIRKEL's von Mainzer-Eichen vergleiche, so muss ich daran zweifeln, dass beide Sachen demselben Fundorte entstammen, während sich mir zu gleicher Zeit die Vermuthung aufdrängt, dass mein Tachylyt von Alsfeld identisch sei mit ZIRKEL's Tachylyt von Mainzer-Eichen. Ich erhielt von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrath BLUM, ein Stück als dichten Augit von Ostheim, welches in jeder Beziehung mit der Beschreibung der Substanz stimmt und verfertigte von diesem meine Schliche.

Dieselben zeigen ein ausserordentlich tiefbraunrothes Glas, in welchem ich nirgends krystallinische Ausscheidungen erkennen konnte; auch von Mikrolithen war nichts zu entdecken. Capillare Spalten, analog denen im Limburger Gestein, durchziehen spärlich

(in einzelnen Schlifften fehlen sie ganz) das Glas und brausen schwach mit Säuren. Meistens in Beziehung zu diesen, und zwar in sehr deutlicher, finden sich rundliche Gebilde, hellerer Farbe, concentrisch-schaliger und radial-fasriger Structur mit schöner Aggregatpolarisation, aber im Allgemeinen unter Verhältnissen, die eher an Secretionen, als an Concretionen denken lassen. — Salzsäure entzog dem „dichten Augit von Ostheim“ etwas Eisen, liess ihn aber sonst absolut unverändert.

Noch weit kräftiger widerstand allen Säuren jene Substanz, welche als „schlackiger Augit“ von der Sababurg in den Sammlungen aufgestellt ist und neuerdings von MÖHL, cf. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1871, pag. 885 sqq. als „Tachylyt“ untersucht und beschrieben wurde. Selbst warme Salzsäure und Schwefelsäure entzogen dieser Substanz auch nicht eine Spur von Eisen, geschweige denn dass sie dieselbe sonst irgendwie angegriffen hätten. Während sonst die Gläser, auch die dunkelsten, ziemlich leicht durchsichtig werden, hält es ganz besonders schwer, von dieser Sababurger Substanz einen schön durchsichtigen Schliff zu erhalten; und dazu trägt ebenso sehr die tiefdunkle Färbung bei, wie die Neigung der äusserst spröden Substanz zum Zerreißen. Dieses Sababurger Vorkommniss ist, abgesehen von der Unangreifbarkeit durch Säuren, auch dadurch dem Ostheimer sehr ähnlich, dass es ein absolut homogenes Glas ohne irgendwie erwähnenswerthe krystallinische oder concretionäre Ausscheidungen darstellt. Nur äusserst spärlich finden sich in meinen Präparaten säulenförmige Kryställchen, bei denen eine Art streifenartigen Farbenwechsels bemerkbar ist. Doch möchte ich dieselben nicht auf Plagioklas deuten, sondern vielmehr auf Apatitsäulchen, bei denen der Farbenwechsel dadurch bedingt wird, dass sie auf einer Prismenfläche aufliegend und also an dieser Stelle dicker, hier anders gefärbt erscheinen müssen im polarisirten Licht, als seitlich, wo die andern beiden Prismenflächen aufstreben und der Krystall also dünner ist. Da in den mit Säure behandelten Schlifften solche farblose Prismen gänzlich fehlten, so konnte ihre Löslichkeit, resp. Unlöslichkeit keinen Aufschluss über ihre chemische Natur geben. Es verdient noch erwähnt zu werden, dass in den Schlifften des Sababurger schlackigen Augits sich rundliche, hellergefärbte Partien finden, welche theils vollständig apolar sind,

theils eine körnige Aggregatpolarisation erkennen lassen, die auf begonnene chemische Veränderung schliessen lässt.

Wirklich auffallend ist die Ähnlichkeit, welche der Sordawalit mit dem Sababurger dichten Augit unter dem Mikroskope zeigt, und die so gross ist, dass es schwer halten möchte, nur auf den Schliff hin, diese beiden Substanzen zu unterscheiden. Weniger ausgeprägt ist die Ähnlichkeit des Wichtisit mit der genannten Substanz. Bei beiden Körpern, welche ebenfalls schon von H. FISCHER, Kritische, mikroskopisch-mineralogische Studien, p. 13 sqq. mikroskopisch untersucht wurden, widersprechen die Verhältnisse ihres Vorkommens nicht der Vermuthung, dass sie den dichten Augiten von Ostheim und der Sababurg analog seien, und ich muss es sehr betonen, dass das mikroskopische Bild diese Vermuthung sehr nahe legt. Beim Sordawalit würde allerdings der hohe Gehalt von über 20% Phosphorsäure, den beide mir bekannten Analysen von NORDENSKIÖLD und WANDESLEBEN angeben, auffallend sein. Es fehlen allerdings im Sordawalit nicht jene prismatischen Kryställchen, die ich hier, wie bei dem Sababurger dichten Augit deuten möchte, aber in den Analysen fehlt der Kalk, der zum Apatit unerlässlich wäre, gänzlich.

Vergleicht man nun die Analysen aller dieser amorphen Substanzen, so fällt es von vornherein auf, dass das Eisen in ihnen in den meisten Fällen ganz, sonst zum grössten Theil als Oxydul angegeben ist, während die Färbung der Gläser doch mit Entschiedenheit auf Eisenoxyd schliessen lässt. Wahrscheinlich dürfte die Trennung der beiden Oxydationsstufen des Eisens in den meisten Analysen eben nicht vorgenommen sein, und also das Eisenoxydul nur hypothetisch als solches berechnet sein. In einer neueren Analyse des Sababurger dichten Augites von MÖHL (vgl. N. Jahrbuch für Mineral. 1871, pag. 887) werden allerdings Eisenoxyd und Eisenoxydul gesondert angegeben, aber eben hier beträgt in auffallender Weise das Oxydul fast das Doppelte vom Oxyd.

Um zu sehen, ob auch in den chemischen Constitutionsverhältnissen ein Unterschied hervortritt, welcher vom chemischen Standpunkt aus die mineralogisch nothwendige Eintheilung der besprochenen amorphen Substanzen in zwei Gruppen als lösliche Tachylyte und unlösliche Hyalomelane rechtfertigen möchte, be-

rechnete ich die bekannten Analysen des Tachylit vom Säsebühl von SCHNEDERMANN, Bobenhausen von GMELIN, Ostheim von GMELIN, und Sababurg von MÖHL. Aber ich fand keinen Anhaltspunkt, der zu Trennung derselben auf Grund der chemischen Constitution Veranlassung geben könnte. Rechnet man den Wassergehalt zu den Basen, und das muss man doch wohl bei dem gänzlichen Mangel an Einschlüssen wasserhaltiger Mineralien, so ist der Sauerstoffquotient bei

Säsebühl	= 0,562
Bobenhausen	= 0,638
Ostheim	= 0,493
Sababurg	= 0,582.

Also gerade die beiden Extreme Säsebühl und Sababurg ständen sich chemisch am nächsten. Die Atomverhältnisse sind bei

	RO	:	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	:	SiO <sub>2</sub>	:	HO
Säsebühl	= 1,0620	:	0,2412	:	1,8580	:	0,3033
Bobenhausen	= 1,0826	:	0,3471	:	1,7085	:	0,0552
Ostheim	= 0,9746	:	0,2981	:	1,8933	:	—
Sababurg	= 0,6304	:	0,4227	:	1,8382	:	0,2400.

Einen Gesichtspunkt möchte ich noch hervorheben, welcher vielleicht einiges Licht auf die besprochenen Verhältnisse zu werfen fähig wäre. Ich meine nämlich, es müsse auffallen, dass die vollständig, oder doch fast vollständig homogenen Gläser von Ostheim und der Sababurg durchaus in Säuren unlöslich sind, während die übrigen Substanzen, bei denen schon eine mehr oder weniger ausgedehnte Fractionirung des chemischen Bestandes und dadurch bedingte krystallinische Ausscheidungen eingetreten waren, auch im entsprechenden Maasse löslich geworden sind. Die ersteren stehen also den pyroxenen Gesteinen als Ganzem, die letzteren den in den pyroxenen Gesteinen glasig erstarrten Mutterlaugen näher.

Neben diesen Gruppen von Tachyliten und Hyalomelanen gibt es eine weitere Classe von Mineralkörpern sehr ähnlicher Natur, die wir um so mehr gegenüber dem glasigen Magma des Limburger Gesteines vergleichend betrachten müssen, als, wie schon oben bemerkt, frühere Forscher die Umwandlungsprodukte dieses Magmas jener Classe zugerechnet haben. Ich meine die Palagonite.

Die Palagonit genannte Substanz findet sich meistens nur in

eckigen Körnern und Brocken in den danach genannten Tuffen; als für sich allein gesteinsbildend lernten wir dieselbe nur an einem Fundorte durch BUNSEN kennen, nämlich von Seljadalr, einem Weideplatze zwischen Reikjavik und dem Thingvellir-See auf Island. Für eine genauere Kenntniss dieser Substanz schien es daher wünschenswerth, ihr reinstes Vorkommniss zuerst kennen zu lernen. Ich wandte mich also an meinen hochverehrten Lehrer, Herrn Wirkl. Geh. Hofrath BUNSEN mit der Bitte um ein kleines Stück dieses Vorkommnisses, und mit der diesem ausgezeichneten Forscher eigenen Freundlichkeit sandte er mir nicht nur den dichten Palagonit von Seljadalr, sondern auch noch mehrere Stücke palagonitischer Tuffe von Island, sowie eine Probe des höchst interessanten, kraterbildenden, geschichteten, palagonitischen Gesteins von James Island, einer der Inseln aus der Gallópagos-Gruppe, welches von DARWIN an Ort und Stelle geschlagen war. Ferner stand mir Material aus dem Val di Noto, von Java und andern Fundorten aus den akademischen Sammlungen von Heidelberg und hier durch die Güte der Directoren derselben, der Herren Hofrath BLUM und Professor FISCHER zu Gebote. Über die Authenticität der untersuchten Substanzen dürfte also keinerlei Zweifel herrschen.

Ich beginne mit dem Palagonit von Seljadalr, für dessen mineralogische und chemische Charakteristik ich auf BUNSEN's „Beitrag zur Kenntniss des Isländischen Tuffgebirges“ in Pogg. Annal. d. Chemie und Pharm. Band LXI, Heft 3, pag. 265 sqq. verweise. — Unter dem Mikroskop bietet dieser Palagonit ein ganz eigenenthümliches Bild; zuerst fallen zahlreiche, unregelmässig begrenzte Durchschnitte von eckigen Körnchen und grösseren Brocken auf, die bei einer ledergelben bis kaffeebraunen Farbe absolut indifferent gegen polarisirtes Licht sind. In eben so wechselnder Menge, wie schwankenden Dimensionen vorhanden, ziehen dennoch diese Theile des mikroskopischen Bildes zuerst die Aufmerksamkeit auf sich. Um dieselben winden sich schmalere oder breitere Bänder einer rothgelben bis morgenrothen Substanz, gewissermassen Maschen bildend, welche von den zuerst erwähnten Partien erfüllt werden. Diese Bänder verhalten sich ebenfalls indifferent gegen polarisirtes Licht, sind homogen, obwohl sie keineswegs jenen eminenten Eindruck einheitlicher Substanz

machen, wie jene in ihren Maschen liegende, ledergelbe Substanz. Oft sind diese beiden Substanzen durch einen opaken, ziemlich scharfen Rand gegen einander abgegrenzt, oft aber auch verzweigen sie sich in einander und gehen allmählich in einander über. Die genetischen Beziehungen, welche zwischen den ledergelben und rothgelben Partien bestehen, werden ferner in ganz besonderer Weise durch das Auftreten der letzteren in den ersteren in's Licht gesetzt. Sehr häufig finden sich nämlich, ganz umschlossen von der ledergelben Substanz, opake rundliche bis elliptische Stellen, welche ganz mit der erwähnten Grenzzone zwischen den beiden besprochenen Substanzen stimmen, schönstens umgrenzt von einer morgenrothen Zone. Dabei stehen der opake Kern und die hellrothe Zone in allen möglichen Verhältnissen der relativen Dimensionen, wie sich auch die beiden Extreme allein finden, einerseits bloss ein opaker, rundlicher bis elliptischer Kern ohne Zone, andererseits ein elliptischer Einschluss der hellen Substanz, in welcher von einem opaken Kern nichts mehr bemerklich ist. Beiläufig bemerkt finden sich auch hie und da zwei solcher opaker Kerne von einer gemeinschaftlichen hellen Zone umschlossen. Dieselben opaken rundlichen bis elliptischen Stellen finden sich aber auch in der rothgelben Substanz, und zwar stets an solchen Stellen vorzugsweise und in grösserer Zahl, wo die ledergelben Partien fehlen oder doch in den Hintergrund treten. Bei ausserordentlich dünnen Schlifften erkennt man wohl an diesen opaken Kernen eine Art radialfasrige Structur, indem von einem Mittelpunkte aus sich zahlreiche, haarförmige, oft krummlinige Fasern durch eine fast wasserhelle Substanz verbreiten. Wo die Bänder der hellrothen Substanz breiter werden und zu ausgedehnteren Partien zusammenfliessen, da findet man in ihrer Mitte absolut wasserhelle Stellen, die aus jenen allmählich hervorgehend, in keinerlei Weise scharf gegen sie abgegrenzt sind. Auch diese farblosen Stellen sind in weitaus den meisten Fällen absolut apolar, und nur selten zeigen sie eine an Zeolithe erinnernde radiallyfasrige Aggregatpolarisation.

Die ledergelben Partien des mikroskopischen Bildes, welche durchaus den Eindruck des Ursprünglichen machen, enthalten oft sehr zahlreiche einzelne Mikrolithen oder auch Concretionen der-

selben. Die Form dieser Mikro-Individuen ist meistens leistenförmig, und lässt in einzelnen Fällen noch recht gut die Streifung der triklinen Feldspathe erkennen. Höchst spärlich fanden sich solche, die ich ohne Bedenken auf Augite deuten möchte, und nur als Seltenheit trifft man hie und da eine pyramidale Gestalt. In den meisten Fällen ist es nicht möglich, die Mikrolithen ohne willkürliche Annahmen auf eine oder die andere Mineralspecies zu beziehen. Luftporen findet man sehr häufig in den ledergelben Fetzen, meist rundlich oder auch elliptisch, und dann fast stets so, dass ihre längeren Axen parallel liegen. In zahlreichen Fällen erkennt man es mit voller Sicherheit, dass von diesen Luftporen aus eine Umwandlung der ledergelben Stellen sich vollzogen hat; um ihre Ränder herum ist die Substanz opak geworden und bietet dasselbe Bild, wie die Grensränder der ledergelben und hellrothen Substanz. Oft sieht man noch die eigentlichen Luftporen als solche, kenntlich an dem dicken Rande; in ebenso zahlreichen Fällen ist aber die eigentliche Luftpore verschwunden und ihr Raum mit opaker, fester Substanz ausgefüllt, und es finden sich in den verschiedensten Stadien allmählicher Entwicklung die Übergänge aus früheren wirklichen Luftporen in jene öfters erwähnten und durch die ganze Gesteinsmasse zerstreuten opaken Kerne.

Dass die rothgelbe Substanz nichts ursprünglich Verschiedenes von der ledergelben ist, erkennt man mit grosser Entschiedenheit aus dem Umstande, dass nicht selten die leistenförmigen oder prismatischen Mikrolithen aus den ledergelben Fetzen durch die opake Zone in die rothgelbe Streifensubstanz hinüberrauchen. Und so kann es auch nicht wundern, wenn wir mitten in den rothgelben Bändern vereinzelt Mikrolithen aller der Arten finden, wie sie in den ledergelben Stellen so häufig auftreten. Noch als solche kenntliche und unveränderte Luftporen findet man nicht in der rothgelben Bändersubstanz. Es wurde schon erwähnt, dass diese ebenfalls amorph ist und zwischen gekreuzten Nicols in allen Stellungen dunkel bleibt; doch muss bemerkt werden, dass auch in einzelnen Fällen und unter Verhältnissen, wo an Beugungserscheinungen nicht zu denken ist, eine schwache Aggregatpolarisation sich beobachten liess.

Als ein noch weiter verändertes Umwandlungsprodukt des

ursprünglich ganz homogenen ledergelben Glases sehe ich die wasserhellen, strukturlosen Stellen an, welche nirgends weder Mikrolithen, noch frische oder veränderte Luftporen erkennen lassen, ihrerseits aber hie und da angefangen haben, sich zu individualisiren und zu büschligen Zeolith-Aggregaten geworden sind. Man wird sich erinnern, dass auch in dem Limburgit ähnliche Umwandlungen des ursprünglich ganz homogenen Glases beschrieben wurden, die mit einer vollständigen Entfärbung und darauf folgender Zeolithisirung desselben endeten.

Nur sehr selten lassen die Schiffe des Seljadalr dichten Palagonitgesteins auch kleine Brocken eines fremden, schwarzen Gesteines als Einlagerungen erkennen; da dieselben nicht durchsichtig genug wurden, um ausser Feldspathleisten irgend etwas erkennen zu lassen, so vermag ich nicht zu sagen, welchem Gesteine sie angehören mögen. Hie und da auch lag ein Olivinfragment, seltener noch ein Krystall dieser Species eingebacken im Palagonit.

Bei Betupfung mit Säuren gibt sich nirgends in den Schriffen des Seljadalr Palagonits durch Effervescenz die Anwesenheit von Carbonaten zu erkennen. In verdünnter kalter Salzsäure löst sich die weisse amorphe und die hellrothe Bändersubstanz ausserordentlich rasch und leicht, während die von mir als ursprüngliche und unveränderte Substanz bezeichneten ledergelben Flecken weit länger der vollständigen Zersetzung widerstehen, und anfangs nur eine Entfärbung erkennen lassen.

Ausserordentlich auffallend ist bei einem so basischen Gesteine der absolute Mangel an Magnetit; es findet sich nämlich nach meinen mikroskopischen Erfahrungen dieses Mineral nirgends im eigentlichen Palagonit; wo man daher es vermittelt eines Magnetstabes aus dem Pulver zu extrahiren vermag, muss es mit aller Entschiedenheit den eingelagerten fremden Gesteinsbrocken zugeschrieben werden.

Als unter dem Mikroskope absolut identisch mit dem Seljadalr dichten Palagonitfels erwies sich eine Substanz, welche ich unter der Etiquette „Palagonittuff von Java, Distrikt Djampang-Kulon“ der Güte des Herrn Hofrath Blum verdanke. Makroskopisch und noch mehr mikroskopisch stimmen beide Vorkommnisse auffallend, zeigen auch in ihrem chemischen Verhalten unter dem

Mikroskope keinerlei Verschiedenheit, nur scheint es mir, dass die Einwirkung der Salzsäure bei dem Javanischen Palagonit eine noch rapidere sei, als bei dem von Seljadalr. Zu erwähnen wäre höchstens noch, dass bei dem Javaner Palagonit die unveränderten, ledergelben Partien bedeutend überwiegen und nicht mikrolithenführend sind. Luftporen sind auch hier sehr zahlreich vorhanden, aber stets rundlich, nie in die Länge gezogen; die farblosen Theile des mikroskopischen Bildes sind indessen hier fast ausnahmslos zeolithisirt und erweisen sich nur selten als indifferent gegen polarisirtes Licht. PRÖLSS veröffentlichte im Jahre 1864, cf. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1864, pag. 432 sq. neben den Analysen anderer Javanischer Gesteine auch die eines Palagonits von dort, ohne jedoch den näheren Fundort anzugeben. Wäre das, wie ich zu vermuthen Ursache habe, unser Palagonit von Djampang-Kulon, so ergäbe sich aus der genannten Analyse auch eine chemische Zusammensetzung dieser Substanz, die höchst genau mit der des Seljadalr Palagonits stimmt. PRÖLSS erwähnt a. a. O., dass der von ihm untersuchte Palagonit von Java vor dem Löthrohre sich in eine schwarze und weisse Substanz zerlegen lasse. Nach dem, was ich über die Erscheinung der Palagonite unter dem Mikroskope oben mitgetheilt habe, erklärt sich dieses eigenthümliche Verhalten leicht dadurch, dass beim Glühen das Eisenoxyd des Palagonitglases in Oxydoxydul übergeht, und nun der Farbenunterschied in den Gemengtheilen des Palagonits deutlich hervortritt.

Gleich hier sei es erwähnt, dass die besprochenen Mikrostrukturverhältnisse mit nur wenig wesentlichen Modificationen bei allen wirklichen Palagoniten wiederkehren und dieselben in höchst scharfer Weise von allen übrigen Gesteinen trennen. Ja, ich glaube mit voller Sicherheit behaupten zu können, dass kein anderes Gestein sich mit solcher Sicherheit unter dem Mikroskope allein und ohne Anwendung irgend einer andern Methode erkennen lässt. Unter dem Mikroskope besteht, soweit meine Erfahrungen reichen, keinerlei Übergang zwischen wirklichen Palagonitgesteinen und den durch die gewöhnlichen Vorgänge der Verwitterung veränderten pyroxenen Gesteinen. Allerdings cursiren unter dem Namen palagonitischer Gesteine gerade Isländische Vorkommnisse, welche nur äusserst verwitterte basaltische

Gesteine sind, von der Mikrostructur der Palagonite nichts erkennen lassen, sondern, wenigstens die von mir untersuchten, noch deutlich grössere Augitkrystalle, Olivin spärlich, Plagioklas und Magnetit neben den Resten eines farblosen Gesteinsglases deutlich erkennen lassen.

Einige, wenn auch nicht wesentliche, so doch erwähnenswerthe Abweichungen von der Mikrostructur des typischen Palagonitfelses von Seljadalr ergaben die Schliche eines geschichteten Palagonittuffs von James Island, welcher dort kraterbildend auftritt. Über die geologischen Verhältnisse dieses Gesteines, sowie über die chemische Constitution desselben verweise ich auf CH. DARWIN, *Geological Observations on Coral Reefs and Volcanic Islands*. London 1851. Part. second, pag. 98 sqq., und BUNSEN, Über die Prozesse der vulcanischen Gesteinsbildungen Islands. Annal. der Physik u. Chemie, Bd. 83, pag. 197 sqq. 1851. Das Gestein hat im Ganzen gelbbraune bis rostrothe Farbe, schwach harzigen Glanz, oft matt; Härte 4; schmilzt leicht zu einer schwarzgrünen, schwach magnetischen Perle. Bruch uneben. Bei Betrachtung unter der Loupe ergibt es sich, dass das Gestein durchaus nicht homogen ist, sondern aus vorwaltenden rostrothen bis braunen, kantendurchscheinenden, hie und da stark porösen, eckigen Körnern besteht, die durch eine weisse bis wasserhelle Substanz verkittet sind. Dunklere bis schwarze Körner sind fremde, wohl basaltische Einschlüsse; hie und da erkennt man Olivinkörnchen. In kleinen Porenräumen finden sich stellenweise zeolithische Überzüge. Die Structur des Ganzen erinnert manchmal an das Zuckerkörnige des Domites.

Das Gestein schleift sich besser, als ich seinem ganzen Habitus nach erwartet hatte, und wird ebenso wie Seljadalr vollständig durchsichtig. Doch muss man sich bei der Herstellung von Schliffpräparaten palagonitischer Gesteine hüten, dieselben in noch kochenden Canadabalsam zu legen; denn sonst verlieren sie Wasser in ausgedehntem Maassstabe und werden also chemisch verändert. Ich lege die zu schleifenden Stücke oder zu übertragenden Schliche erst dann in den Canadabalsam, wenn dieser schon wieder ziemlich abgekühlt ist. Unter solchen Vorsichtsmassregeln bemerkt man keinerlei Ebullition, die auf Entweichung von Wasser schliessen liesse. — Im durchfallenden Lichte erkennt

man ein Gemenge von eckigen, ganz regellos begrenzten, rothen bis rothgelben Partien und eine wasserhelle Substanz, in welcher jene eingebettet liegen, als die wesentlichsten Gemengtheile. Das relative Mengenverhältniss zwischen beiderlei Substanzen wechselt, doch überwiegen wohl immer die rothgelben Körner.

Diese letzteren zeigen abgesehen von der doch auch nicht sehr wesentlichen Farbe, die grösste Ähnlichkeit mit den ledergelben Partien des Seljadalr dichten Palagonits. Wie jene sind auch diese durchaus amorph, und also absolut apolar. Auch hier finden wir denselben Reichthum an Luftporen, theils vollkommen intact, theils schon wieder ganz oder in grösserem und geringerem Maasse von einer, hier allerdings meistens Aggregatpolarisation zeigenden Substanz erfüllt. Auch hier sind die Ränder der Poren theilweise verändert, und die Gesteinssubstanz um dieselben zeigt körnige Structur und ist opak geworden. An einigen Stellen sind auch wohl kleinere Fetzen der rothen Glasmasse in ihrem ganzen Umfange opak geworden, und geben auf diese Weise deutlich Kunde von der stellenweise bedeutenden molekularen Veränderung des Gesteines. Die Form der Poren ist rund, selten länglich; doch fehlen auch hier nicht jene Anhäufungen mit ihrer Längsaxe parallel gelagerter Poren. An Mikrolithen sind die rothen bis rothgelben Glaskörner ärmer. Plagioklase mit deutlicher Zwillingsstreifung finden sich nicht gar selten; irgend welche als Augite aufzufassende Krystallisationen fehlen gänzlich; dagegen tritt der Olivin in grosser Menge als Einlagerung in den Glasfetzen auf; und dass derselbe durchaus gleichzeitiger Bildung ist, beweisen die Einschlüsse von rothgelbem Glase, welche er seinerseits beherbergt; letztere führen zum grössten Theile Luftbläschen, doch fehlen dieselben oft auch gänzlich. Nicht selten zeigt der Olivin, wo er in grösseren Glasfetzen eingeschlossen auftritt, vollständige krystallinische Ausbildung; ebenso häufig aber findet er sich in Körnern und Bruchstücken. Stets in letzterer Form, aber sehr häufig, liegt er auch selbstständig durch die ganze Gesteinsmasse zerstreut. Dass er auch hier desselben Ursprungs sei und nicht etwa aus anderen Gesteinen mit heraufgerissen, beweisen die gleichen Interpositionen von rothgelben Glasfetzen.

Die wasserhelle Substanz, in welcher die rothgelben Glaskörner eingebettet liegen, erweist sich hier, im Palagonittuff von

James Island, durchweg als polarisirend, und gibt sich schon dadurch als etwas von dem rothgelben Glase durchaus Verschiedenes zu erkennen; doch zeigen sich nur selten einheitliche krystallinische Partien von grösserer Ausdehnung mit gleichem und uniformen Polarisationsverhalten. Der gänzliche Mangel an trikliner Streifung lässt nicht an Plagioklase denken, und dieser Umstand, verbunden mit der leichten Angreifbarkeit durch Säuren legt die Annahme zeolithischer Natur nahe. Nirgends konnte ich bei den Schliffen dieses Palagonittuffes beobachten, dass etwa Mikrolithen aus den rothgelben Glasfetzen in den wasserhellen Grundteig hinüberraigten; überhaupt ist letzterer frei von allen Interpositionen, seien es Poren, seien sie körperlicher Natur. —

Recht interessant sind die Einschlüsse eines pyroxenen (?) Gesteines in dem James Island-Palagonit. Dieselben haben unregelmässig eckige Umgrenzung, sind hier, wie in Island, unter dem Mikroskop recht scharf geschieden von der übrigen Gesteinsmasse, und legen nirgends den Gedanken nahe, dass sie die Ursubstanz seien, aus welcher durch irgend welche Prozesse das Gestein sich bildete. Dieselben bestehen aus einer nicht durchsichtig werdenden grauen bis schwarzen Grundmasse, in welcher man deutlich triklone Feldspathe in leistenförmigen Individuen, neben ihnen Olivinkörner, seltener Krystalle erkennt; endlich bemerkte ich in denselben nur vereinzelt, aber stets in grösseren Individuen auch Nephelin mit der diesem Mineral eigenthümlichen Mikrostructur und Polarisation. In dem eigentlichen Palagonit, d. h. dem rothgelben Glase, sowie in dem wasserhellen, polarisirenden Grundteig fehlt der Magnetit gänzlich; auch in den Einschlussbrocken von pyroxenen Gesteinen lässt er sich als solcher unter dem Mikroskop nicht erkennen; doch vermag man ihn in kleineren Spuren mit dem Magnetstabe aus dem Gesteinspulver zu extrahiren, so dass er wohl in der undurchsichtig bleibenden Grundmasse der Einschlüsse verborgen liegen wird.

Die Schliffe des Gesteines von James Island brausen mit Säuren nur in und an den Einschlüssen pyroxener Gesteinsfragmente; nur ganz vereinzelt steigt aus dem Palagonittuff selbst ein Bläschen auf. Die ganze Masse des Gesteins, das rothgelbe Glas sowie der wasserhelle polarisirende Grundteig löst sich rasch schon in kalter verdünnter Salzsäure; die Olivine wider-

stehen weit kräftiger, und die Plagioklas-Mikrolithen bleiben unversehrt, können also wohl nicht Anorthit sein.

Die dritte grössere Gruppe von Palagonitgesteinen sind die sicilianischen aus dem Val di Noto. Mir standen deren zwei, eines von Aci Reale \*, das andere von Militello zur Untersuchung zu Gebote. Ich beschränke mich auch hier, da die Vorkommnisse hinreichend bekannt sind, auf die Beschreibung der mikroskopischen Verhältnisse. Zum grossen Theil bestehen die Schriffe dieser Vorkommnisse aus vollkommen apolaren, unregelmässig und eckig begrenzten Fetzen einer ledergelben Substanz, die in jeder Beziehung den gleichen aus dem Seljadalr dichten Palagonitfels analog sind. Dieselben Luftporen mit ganz ähnlichen von ihnen ausgehenden Zersetzungs-Erscheinungen, hier aber auch stellenweise mit einer Delessitartigen Ausfüllung, deren innere Structur an Chamoisit erinnert; — dieselben Mikrolithen, oft sehr zahlreich, und zwar vorwaltend Augite, deutlich erkennbar durch Farbe und Krystallumrisse; weniger hervortretend Plagioklas; ausserordentlich zahlreich, und zwar in grossen wie mikroskopischen Krystallen, Olivin, in ausserordentlicher Frische und reich an Einschlüssen des ledergelben Gesteinsglases mit anhängenden Luftbläschen und ohne solche; ebenso beherbergt der Olivin zahlreiche quadratische Durchschnitte eines Minerals der Spinellreihe, wohl des Picotits. — Sehen wir ab von den organischen Einschlüssen \*\*, so findet sich im mikroskopischen Bilde der Palagonittuffe des Val di Noto neben den Glasfetzen mit ihren Interpositionen und den selbstständig vorkommenden Olivinkrystallen nur noch eine opake, graugrünliche Substanz, welche gewissermassen das Substrat aller übrigen ist. Dieselbe geht in ähnlicher Weise in das ledergelbe Glas über, wie das bei der rothgelben Bändersubstanz im Seljadalr Palagonit der Fall war, ohne dass auch hier der Fall ausgeschlossen wäre, dass sich eine scharfe

\* FISCHER untersuchte bereits dieses Vorkommniss, sowie das vom Beselicher Kopf und einen Isländischen sogenannten Palagonittuff, cf. Kritische, mikrosk.-mineral. Studien. Freiburg i/B. 1869, pag. 27 sq.

\*\* Manche Stellen der Schriffe, wo Durchschnitte der im Palagonittuff eingeschlossenen Petrefakten vorliegen, ähneln auf's täuschendste den schon von FISCHER beschriebenen Maschennetzen im Chamoisit, die auch ich Gelegenheit hatte, in eigenen Dünnschliffen zu beobachten. cf. Kritische, mikrosk.-mineral. Studien. Freiburg i/B. 1869, pag. 37.

Grenze zwischen beiden findet. Dass trotz dieser scharfen Grenze die kaum durchsichtige graugrüne Substanz ein Veränderungsprodukt des ledergelben Glases sei, schliesse ich daraus, dass auch hier, wie bei Seljadalr, Mikrolithen aus diesem in jene hinüberschiessen, sowie aus dem chemischen Verhalten. Bei der mangelhaften Durchsichtigkeit lässt sich aus dem Verhalten gegen polarisirtes Licht nicht mit Sicherheit auf die Natur dieser Substanz schliessen; doch möchte ich mich nach den Beobachtungen an den dünnsten Schliffstellen für die amorphe Natur auch dieser Substanz aussprechen.

Die wasserhellen bis weissen in Seljadalr apolaren, in Djampang-Kulon häufig, in James Island durchweg polarisirenden Stellen fehlen gänzlich in den von mir untersuchten Sicilianischen Palagonittuffen. Zeolithische Substanzen finden sich nur spärlich als Ausfüllungsmasse der Luftporen.

Mit Säuren brausen die Palagonittuffe von Aci Reale und Militello recht stark und zwar durch ihre ganze Masse hindurch, und unterscheiden sich dadurch von den bislang besprochenen Vorkommnissen. In kalter verdünnter Salzsäure löst sich die opake, graugrüne Grundsubstanz sehr rasch und vollständig; weniger schnell die ledergelben Glasfetzen; erst bei Erwärmung der Olivin. Einen unlöslichen und scheinbar ganz unveränderten Rückstand ergaben die interponirten Augit- und Plagioklaskryställchen. — Brocken von fremdartigen, wohl pyroxenen Gesteinen finden sich auch in den Tuffen von Sicilien eingeschlossen, bieten aber keine erwähnenswerthen Erscheinungen dar.

Das in den Seljadalr und Sicilianischen Palagoniten ledergelbe, im Gestein von James Island rothgelbe Gesteinsglas findet sich mit all seinen chemischen und mikroskopischen Eigenschaften wieder in den von mir untersuchten palagonitischen Gesteinen von Gross Russeck, Le Puy en Velay, Beselicher Kopf und, mit wesentlichen Modificationen, vom Kaulesberg im Habichtswald. Doch muss ich die Besprechung der eigenthümlichen Verhältnisse dieser Gesteine, sowie die der entsprechenden von den Azoren und Cap Verde-Inseln einer späteren Gelegenheit vorbehalten. Aus dieser kurzen Beschreibung der typischsten Palagonit-Vorkommnisse, welche nur die wesentlichsten Erscheinungen, die sich unter dem Mikroskop darbieten, hervorhebt, geht mit Bestimm-

heit hervor, dass bei aller Ähnlichkeit derselben dennoch wesentliche Unterschiede vorliegen; — so darf man offenbar nicht den polarisirenden Grundteig in dem Tuff von James Island zum Palagonit selbst rechnen, trotz der leichten Löslichkeit der Substanz in Säuren. Was wir über die Entstehung der Palagonite mit Entschiedenheit wissen, dass sich nämlich solche Gesteine bilden, wo pyroxene Laven über Kalkflötze hinflossen, wie ja auch BUNSEN künstlich Palagonit erhielt, als er Basaltpulver in überschüssiges, geschmolzenes kaustisches Kali eintrug, wird schwerlich genügen, die grossartigen Vorkommnisse von Island zumal zu erklären. Dass auch die Palagonite nicht mit Trassen und Puzziolanen identificirt werden können, wies BUNSEN überzeugend aus ihren chemischen Eigenschaften und ihrer Constitution nach. BUNSEN stellt aber auch ihre unmittelbare vulkanische Entstehung in Abrede, weil ihre dichte Masse Infusorien enthalte, und denkt sich die palagonitischen Gesteine, ursprünglich alkalireich, einem eigenen vulkanischen Herde entflossen und später unter Einfluss des Wassers in die heutigen Palagonite und lösliche, weggeführte Substanzen zersetzt. SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN und mit ihm ZIRKEL, cf. Lehrbuch der Petrographie II, 564, der aber, wie ich glaube, die Palagonite noch nicht mikroskopisch untersucht hatte, halten die Palagonite nicht für eine ursprüngliche Substanz, sondern für das Produkt einer säcularen, meistens submarinen Umwandlung in den Tuffen; eine Metamorphose, deren allmähliches Fortschreiten man oft an einem Gesteinsbrocken beobachten könne. Demnach wäre also nur die weniger homogene, aber immer noch weitaus vorwiegend amorphe Rändersubstanz wirklicher Palagonit; dann enthielte das Gestein von James Island gar keinen solchen. Aber rein unmöglich wäre auch die mechanische oder chemische Trennung der veränderten Rändersubstanz von den Glaskernen in ihrem Innern. Gewiss darf man aber auch beide nicht trennen, denn was man als Palagonit analysirt und nach der Analyse eben Palagonit genannt hat, ist eben Beides, dessen Zusammengehörigkeit auch unter dem Mikroskop nicht verkannt werden kann. Nur in James Island fehlen die umgewandelten Ränder der glasigen Palagonitsubstanz.

Es ist immer misslich, ohne genaueste Kenntnissnahme des localen Auftretens in der Natur und des Vorkommens im Grossen,

nur gestützt auf die mineralogische, makro- und mikroskopische Untersuchung kleiner Bruchstücke über die Genese eines Gesteines reden zu wollen, und höchst misslich ist es, den Ansichten so ausgezeichneten Forscher entgegnetreten zu wollen. Ich beschränke mich also lediglich darauf, die Momente hervorzuheben, welche sich als bestimmend für die genetischen Verhältnisse des Palagonits aus der mikroskopischen Untersuchung ergeben.

Vor allen Dingen bestehen die typischen Palagonite entweder ganz oder zum grössten Theil aus einem unverkennbaren vulkanischen Glase mit allen charakteristischen Eigenschaften eines solchen; wo diesem Mineralausscheidungen eingemengt sind, sei es makroskopisch, sei es mikroskopisch, da sind sie an und für sich unbedeutend und gehören ferner solchen Species an, wie sie sich auch in andern pyroxenen Gesteinen finden, hier allerdings, dem chemischen Bestande des Ganzen entsprechend, vorwiegend der basische Olivin. Nirgends aber sehen wir solche Mineralien auftreten, wie wir sie als Produkte einer säcularen Metamorphose auf wässrigem Wege zu sehen gewohnt sind, denn die Delessit-ähnliche Substanz, welche im Val di Noto höchst spärlich als Ausfüllung von Porenräumen auftritt, kann selbstverständlich nicht in Betracht kommen. In den Palagoniten von Seljadalr (ich spreche von BUNSEN'S dichtem Palagonitfels) finden sich ebenso wenig, wie in dem von Djampang-Kulon oder von James Island irgend welche Erscheinungen, die sich auch nur mit einem Scheine des Rechts auf petrificirte Organismen deuten liessen.

Die Annahme, dass palagonitische Substanz das Resultat einer tiefeingreifenden Veränderung pyroxener Gesteine seien, ist von vorn herein von der Hand zu weisen, obgleich sich in allen besprochenen Palagonitgesteinen auch vereinzelt Brocken anscheinend basaltischer Gesteine finden. Denn nirgends finden sich in Form oder Substanz die Beweise früherer Augite, Plagioklase oder Magnetite im Palagonit; ferner scheint es mir höchst unwahrscheinlich, wenn nicht ganz unmöglich, dass auf dem Wege der säcularen, wässrigen Metamorphose ein so typisches Glas entstehen sollte, da im Gegentheile molekulare Umlagerungen in basaltischen Gesteinen, soweit meine Erfahrungen reichen, gerade mit der Umwandlung des Gesteinsglases zu mehr oder weniger kryptokrystallinen Aggregaten verbunden sind. Überdiess haben

wir kein Analogon für einen solchen Vorgang, in der doch an so vielen Orten untersuchten Verwitterung und Metamorphose basaltischer Gesteine. Das einzige und allerdings ein schwerwiegendes Beispiel wäre es, wenn das Zersetzungsprodukt unseres Limburgites, wie NIES und FISCHER glaubten, palagonitisch wäre. Das ist aber eben, wie wir weiter unten sehen werden, nicht der Fall.

BUNSEN'S Versuche haben überzeugend dargethan, dass der Wassergehalt in keinerlei Weise ein Einwand gegen die pyrogene Natur der Palagonite sein kann. Dass selbst rein pyroxene Gläser wasserhaltig sein können, beweisen die Tachylyte und Hyalomelane. Ja ZIRKEL ist, und gewiss mit Recht, geneigt, die glasigen Grundmassen basaltischer Gesteine am Wassergehalt derselben Theil nehmen zu lassen. Es liegt also durchaus kein Grund vor, die Palagonite nicht für die unmittelbaren Erzeugnisse vulkanischer Thätigkeit zu halten, und dadurch der Analogie gebührende Rechnung zu tragen, welche zwischen den Palagoniten und andern vulkanischen Gesteinsgläsern herrscht. Da aber, soviel wir wissen, unter den heutigen Laven keine palagonitischen mehr vorkommen, so ist es vollkommen berechtigt, dass er sie für die Produkte einer eigenthümlichen früheren vulkanischen Periode hält. Ob man sie sich am Ende aus einem eigenen, jetzt erschöpften, vulkanischen Herde herstammend denkt, oder ob man annimmt, dass die heute thätigen Herde früher anders zusammengesetzte Massen zu Tage förderten und also enthielten, das ist für die Sache selbst gleichgültig.

Ich glaube also, dass man die mit dem Namen Palagonit bezeichnete Substanz als ein unmittelbares Produkt vulkanischer Thätigkeit anzusehen hat, als ein basisches wasserreiches, glasiges Gestein, welches allerdings, soweit unsere Kenntnisse reichen, niemals in continuirlichen Strömen zur Eruption gelangte, sondern stets in Form von Aschenauswürfen ausgeschleudert wurde: ein allerdings eigenthümlicher Umstand, der vielleicht aber in innigem Zusammenhange mit dem hohen Wassergehalte steht. Dass aber auch die Entstehung der dichten Palagonite von Seljadalr und Djampang-Kulon auf Ascheneruptionen zurückzuführen seien, scheint mir aus der Form der sie bildenden Glaskörner und Fetzen mit ihren veränderten Rändern hervorzugehen. Zugleich erklären

sich dadurch am einfachsten die Einschlüsse fremdartiger Gesteinsbrocken, als Bruchstücke etwa des Zerstörungsmaterials der Kraterwände, die zugleich mit der zerstiebtten Lava ausgeschleudert wurden. Doch schliessen die bei den Palagoniten von Seljadalr und Djampang-Kulon vorliegenden Verhältnisse auch keineswegs die Möglichkeit aus, dass sie in Form eines Lavaergusses sich bildeten, der bei rascher Abkühlung eine kokkolithartige Structur annahm. Die Art der Verwitterung oder Umwandlung in Gestalt weniger homogener Bänder, welche sich genau den Umrissen der noch unversehrten Glaskerne anschmiegen, erklärt sich ebenso ungezwungen im einen, wie im andern Falle. Waren aber Seljadalr und Djampang-Kulon ursprünglich Ascheneruptionen, so wurden sie gewiss nicht durch das Eindringen eines Cäments zu einem cohäirenden Gesteine, sondern durch Druck und in Folge der chemischen Veränderung der Körnerperipherien. Sei dem nun, wie ihm wolle, so liegen in jedem Falle bei diesen beiden Vorkommnissen Gesteine so glasiger Natur vor, wie wir sie sonst nur bei den kieselsäurereichen zu sehen gewohnt sind. Die Menge der krystallinischen Ausscheidungen überwiegt hier nicht diejenige, welche wir bei manchen Obsidianen und Pechsteinen finden. Die nicht unbedeutenden Veränderungen, welche mit den Peripherien der Glaskörner vorgegangen sind, erklären sich befriedigend durch die leichte Angreifbarkeit der Substanz überhaupt, welche noch erhöht wurde durch die Structurverhältnisse im Ganzen, sowie durch die poröse Beschaffenheit der einzelnen Körner; und dass von den Luftporen aus die Veränderung des Gesteines in gleicher Weise vor sich ging, wie von den Rändern der Körner selbst, das zeigt das mikroskopische Bild sehr deutlich.

Für die sicilianischen palagonitischen Gesteine ist die erste Entstehung aus Ascheneruptionen unzweifelhaft durch die eingelagerten Petrefakten festgestellt. Die Umwandlung zu festem Gestein dürfte sich aber auch hier nicht durch Zuführung eines Cämentes, sondern in derselben Weise vollzogen haben, wie bei den Gesteinen von Seljadalr und Djampang-Kulon. Doch war das Gestein, durch dessen Zerstiebung oder Zersprengung je nach seinem Aggregatzustande diese Palagonittuffe entstanden, nicht mehr so rein glasig, sondern schon hatten in bedeutendem Mass-

stabe krystallinische Ausscheidungen von Olivin stattgefunden, der hier, ebenso wenig wie in den Basalten, als ein fremdartiger Einsprengling angesehen werden kann.

Noch etwas anders liegt wohl die Sache bei dem Palagonitgestein von James Island; wenn ich auch dieses Gestein auf eine Ascheneruption mit Entschiedenheit glaube zurückführen zu müssen, so war doch das Material gewiss ziemlich verschieden. An eine Entstehung des polarisirenden Grundteiges aus den rothgelben Glaspartikeln ist bei der scharfen Grenze zwischen beiden und dem absoluten Mangel an Übergängen gewiss nicht zu denken. Die eckige Form der Glastheilchen lässt wohl nicht mit Unrecht an die Zersprengung eines schon erstarrten, oder doch schon sehr zäh-flüssigen Gesteines denken, da man sonst mehr rundliche Formen der einzelnen Glaskörner erwarten sollte. Jedenfalls war das Gestein, als es zur Eruption in Aschenform gelangte, schon weiter in der Fractionirung in einzelne Mineralien vorgeschritten. Denn Olivin findet sich sehr häufig, und gewiss wird man nicht mit Unrecht den polarisirenden Grundteig für eine veränderte feldspathige Substanz halten müssen. In welcher Weise aber dieser verändert, zeolithisirt, und dadurch aus dem losen Eruptionsmaterial ein festes Gestein wurde, darüber wage ich keinerlei Ansicht aufzustellen.

Vergleiche ich nun das Limburgit-Gestein von den Hügeln bei Sasbach mit den besprochenen typischen Palagoniten, so kann ich mich der Meinung von NIES, cf. l. c. pag. 24 und 33, dass ihre Grundmasse palagonitisch sei, nicht anschliessen; auch gibt NIES für seine Ansicht keinen Grund an, sondern scheint bloss auf den äusseren Habitus hin geurtheilt zu haben. Es zeigt die Grundmasse, wenn noch ziemlich frisch, einen Pechsteinartigen Glanz; und dieses neben ihrer glasigen Natur und der Farbe, welche hier wie bei den Palagoniten durch Eisenoxyd bedingt wird, ist die einzige Analogie zwischen derselben und den Palagoniten; sonst sind Härte, Structur und chemische Eigenschaften wesentlich verschieden. — Auch FISCHER, N. Jahrbuch für Mineral. etc. 1865, pag. 447, welcher diese Grundmasse in einem gewissen Stadium der Umwandlung untersucht, hält sie für palagonitartig, ohne sie für wirklichen Palagonit zu erklären. Richtig erkannte er damit die glasige Natur derselben gegenüber

SCHILL, der sie für zuckerandisfarbigen Labradorit erklärte; zugleich bemerkt aber FISCHER auch richtig, dass sie nicht gelatinire, und gibt damit selbst ein wichtiges Argument gegen die wirklich palagonitische Natur derselben an. Untersucht man solche schon veränderte Stücke des Limburgits unter dem Mikroskope, so erkennt man vor allen Dingen eine mattere Pigmentirung; die rothe Farbe ist nicht mehr gleichmässig über die ganze Masse verbreitet; an einigen Stellen beobachtet man eine starke Bleichung derselben, während an anderen Stellen inselartig die ursprüngliche Färbung erhalten blieb. Trotzdem sind die Schlifflinien bei gleicher Dicke weit weniger durchsichtig, ein Übelstand, der gar oft bei Entglasung einer Gesteinsgrundmasse eintritt. Die im Gesteinsglase eingeschlossenen Mikrolithen lassen ihre augitische Natur um viel deutlicher erkennen, als im frischen Gestein, wo ihre Färbung nicht so zur Geltung kommen konnte; der Farbenunterschied und die dadurch schärfer hervortretenden Umgrenzungen der Augitmikrolithen gestatten bei senkrecht zur Hauptaxe durchschnittenen Individuen die Constatirung des Augitwinkels recht gut. — Die Verwitterung der Augite und Hyalosiderite verläuft in der bekannten Weise, und ich kann nach dieser Richtung den Beobachtungen früherer Forscher, zumal FISCHER's, keine neue hinzufügen. Eine Neubildung von Magnetit, wie ich sie sonst wohl auf den Verwitterungsflächen basaltischer Gesteine beobachtet habe, findet sich hier nicht.

Höchst eigenthümliche Verhältnisse zeigt das unter den Limburger Tuffen compact anstehende basaltische Gestein. Unter der Loupe lässt dasselbe in einer körnigen, grauschwarzen Grundmasse zahlreiche Augite mit dem für den ganzen Kaiserstuhl typischen, durch  $\infty P \infty$  tafelförmigen Habitus, und seltener rostgelbe Olivine erkennen. Secundäre, unregelmässig geformte Hohlräume sind mit Carbonaten ausgefüllt. Unter dem Mikroskope besteht das Gestein wesentlich aus einem wasserhellen Teig, der nach allen Richtungen von zahlreichsten, nadelförmigen Mikrolithen und trachitischen Gebilden der launenhaftesten Formen durchzogen wird. Im polarisirten Lichte ergibt es sich, dass diese wasserhelle Substanz zum Theil ausserordentlich schön polarisirt, während andere Theile durchaus einfach brechend sind. Auffallend und erwähnenswerth ist es aber, dass nur in den seltensten

Fällen die polarisirenden Stellen durch scharfe Abgrenzung gegen die apolaren krystallinische Gestaltung erkennen lassen; ebenso bemerkt man nirgends an ihnen deutliche Spuren von Spaltbarkeit; der Unterschied und die Grenzen zwischen den polarisirenden und nicht polarisirenden Theilen der wasserhellen Grundmasse werden erst bemerkbar bei Anwendung der Nicol. Das relative Mengenverhältniss dieser beiden Theile ist in verschiedenen Schliffen selbst von einem und demselben Handstück sehr wechselnd. Oft ist fast nur Glas vorhanden, hie und da mit einem schmalen, polarisirenden Leistchen; in anderen Fällen gelingt es kaum, in der wasserhellen Substanz ein apolares Fleckchen zu entdecken. In reichster Menge liegen in diesem theils apolaren, theils krystallinischem Teige Augite zweierlei Art, die sich sehr scharf durch verschiedene Farben kennzeichnen; daneben zahlreiche Olivine, var. Hyalosiderit, oft in das schönste Aggregat durchsichtiger Hämatitblättchen umgewandelt, und endlich Magnetit.

Es erinnern die beschriebenen Verhältnisse einigermaßen an die Classe der sogenannten Grünsteine, bei denen auch der Feldspath nicht in einzelne, scharf begrenzte Individuen zerfällt, sondern mehr einen Teig bildet, worin die Hornblenden, Augite etc. eingebettet liegen. Nur zeigen die Feldspathe bei den Grünsteinen deutlich triklone Zwillingsstreifung, während dieselbe hier nie in deutlicher Ausbildung bemerkt wurde. Das machte mich anfangs geneigt, die polarisirenden Stellen der wasserhellen Grundmasse für nephelinitisch zu halten; doch widerspricht dieser Annahme die grosse Widerstandskraft der Substanz gegen Säuren, mit denen übrigens der ganze Schliff zwar nicht kräftig, aber allgemein braust. Diese mikroskopischen Thatsachen, durch welche gewissermaßen ein Übergang von Basalten zu Grünsteinen angezeigt wird, stehen keineswegs vereinzelt am Kaiserstuhl da, und sollen später bei einer Besprechung mehrerer Kaiserstühler Basalte eine eingehendere Behandlung finden. Nicht uninteressant ist es vielleicht, dass eine qualitative chemische Untersuchung dieses Basaltes keinen Gehalt an Kupfer und Nickel ergab, wie derselbe bei der Analyse des Limburgits sich herausgestellt hatte, aber zu erwähnen vergessen wurde.

Noch möchte ich mit einigen Worten jener Substanzen erwähnen,

welche von SAUSSURE an der Limburg oder doch in ihrer nächsten Umgebung aufgefunden und in der oben citirten Arbeit unter den Namen Chusit, Limbilit und Sideroclept als neue Species in die Mineralogie eingeführt wurden. Später sind diese Substanzen nicht wieder mit Sicherheit nachgewiesen worden; MACCULLOCH stellt den Sideroclept neben den von ihm aufgestellten Chlorophaeit. Die Lehrbücher, welche die genannten Substanzen überhaupt aufführen, stellen sie zu den Zersetzungsprodukten des Olivin. Es scheint mir nicht, dass diese Ansicht gegenüber den Angaben SAUSSURE's haltbar sei.

Was zuerst den cf. l. c. §. XXIII. B. Limbilit anbetrifft, so charakterisirt ihn SAUSSURE folgendermassen: „häufig in allen Porphyren der Limburg, worin er unregelmässige Körner bildet; braun bis honiggelb, heller als das Gestein; Bruch eben bis muschlig, bisweilen etwas schuppig; Glanz eigenthümlich matt, eingestreut sind glänzende kleine Augitkrystalle; etwas kantendurchscheinend; Strich gelb, heller als die Substanz; schmilzt leicht zu schwarzem Email, löst sich nicht in Salpetersäure.“ Das Alles scheint mir mehr auf gewisse Stadien des verwitternden Gesteinsglases unseres Limburgites zu passen, als auf Zersetzungsprodukte des Olivin oder Hyalosiderit.

Den cf. l. c. §. XXIII. A. Chusit beschreibt er folgendermassen: „Selten, nur in den Mandelräumen des Gesteins, blass wachsgelb, grünlich, durchscheinend. Wo der Chusit den Mandelraum nicht ganz ausfüllt, ist er warzenförmig (*mamelonnée*); Bruch eben, sehr schwach fettglänzend; milde; schmilzt leicht zu gelblichweissem Email mit glänzender Oberfläche und kleinen Luftbläschen. Löst sich ohne Brausen in Kali; Säuren greifen ihn nicht an.“

Über den l. c. §. XXVIII. Sideroclept sagt er: „Äussere Kennzeichen, wie bei Chusit; warzenförmig in den Hohlräumen des Gesteins; lässt bisweilen concentrisch-schalige Structur erkennen. Geringer, aber entschiedener Fettglanz; milde, mit dem Fingernagel ritzbar. V. d. L. wird er erst schwarz, schmilzt dann schwer zu durchsichtigem, farblosen Glase mit kleinen schwarzen Flecken. Salpetersäure greift ihn nicht an.“ — Schon aus dem Vorkommen scheint mir hervorzugehen, dass bei Chusit und Sideroclept, die wohl identisch sein dürften, nicht an Um-

wandlungsprodukte des Olivin zu denken ist. Ich habe makroskopisch bislang nichts finden können, was sich als Chusit oder Sideroclept auffassen liesse, doch zeigen meine Schliffe von dem unter den Limburger Tuffen liegendem, oben besprochenen Basalte, sowie die des dichten Basalts vom Scheibenberge O. von der Limburg allerdings secundäre Hohlräume des Gesteins ausgefüllt mit einer gelblichweissen, durchsichtigen, concentrisch-schaligen, polarisirenden Substanz, die ich anfangs für Sphaerosiderit hielt. Dieselbe findet sich auch sonst, so z. B. sehr schön in dem Palagonittuff vom Beselicher Kopf. Da sie aber von Säuren nicht angegriffen wird, so möchte hier vielleicht SAUSSURE'S Chusit oder Sideroclept vorliegen. Das Vorkommniss ist zu unbedeutend, um eine Trennung vom Gestein und weitere, chemische Untersuchung zu ermöglichen.

---

**Berichtigende Bemerkung.**

Die auf Seite 142 erwähnten scheinbar quadratischen Prismen mit basischer Endfläche konnten bei später wiederholter Untersuchung als Anhydrit (mit den 3 Pinakoiden) erkannt werden; die angewandte Salzsäure war schwefelsäurehaltig gewesen.

D. V.

---

## Erklärung der Tafeln.

---

Tafel III. Fig. 1. 80fache Vergrößerung. — Limburgit. — In dem rothen bis gelben Gesteinsglase, in der Abbildung schraffirt, liegen unten 2 grössere Augitkrystalle, kenntlich an den Spaltenanastomosen; darüber mehrere Hyalosiderite, theils zerbrochen, theils zerquetscht; Magnetite durch das ganze Bild zerstreut; links einige kleine helle Augitdurchschnitte.

Taf. III. Fig. 2. 120fache Vergrößerung. — Tachylit vom Säsebühl. — In dem braunen, hier schraffirten Glase liegt unten ein zerbrochener und verschobener Augitkrystall, oben ein rhombischer Krystalldurchschnitt unbekannter Species, mehrere Magnetite und zahllose Mikrolithen, wie sie im Text beschrieben wurden.

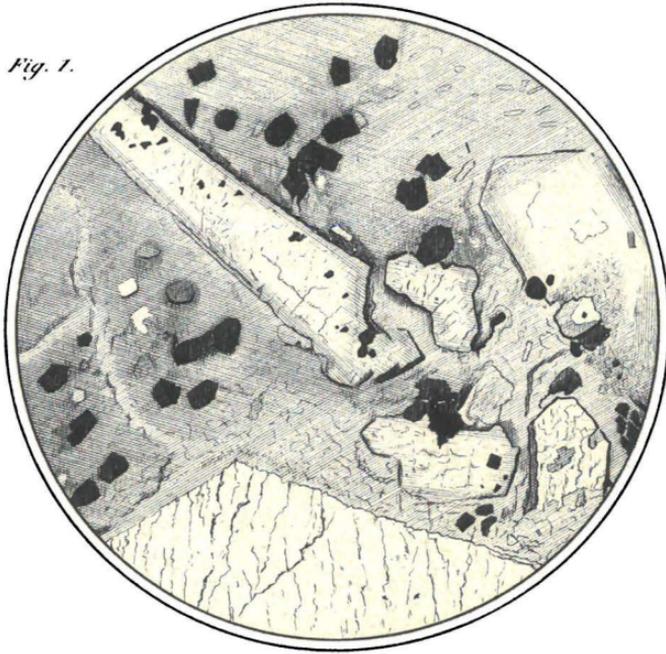
Tafel IV. Fig. 1. 80fache Vergrößerung. — Palagonit von Seljadalr. — Die geradlinig hellschraffirten Stellen sind absolut frisches, ledergelbes Glas mit verschiedenen, meistens Plagioklas-Mikrolithen und Dampfporen. Die hellen nicht schraffirten Stellen sind farblose, mattpolarisirende, zeolithische Bänder. Die dunkler schraffirten Partien sind ein Gewirre von kleinen, ledergelben Glaskörnern mit ebenfalls amorpher, rothgelber Bändersubstanz. Leider treten diese Verhältnisse in dem höchst mangelhaft ausgeführten Druck, der doch nach einer Farbenzeichnung ausgeführt wurde, keineswegs kenntlich hervor.

Tafel IV. Fig. 2. 110fache Vergrößerung. — Palagonit von Aci Reale. — Die hellschraffirten Theile des Bildes sind ledergelbes Glas mit zahlreichen, grösseren Olivin-, kleineren Augit-, und selteneren Plagioklas-Einschlüssen, sowie vielen Dampfporen. Die dunkler schraffirten Stellen sind veränderte, opak gewordene, grünlichgelbe Palagonitmasse, darin zahlreiche (nicht schraffirt) Olivine und unten am Rande ein fremder Gesteinsbrocken (schwarz).

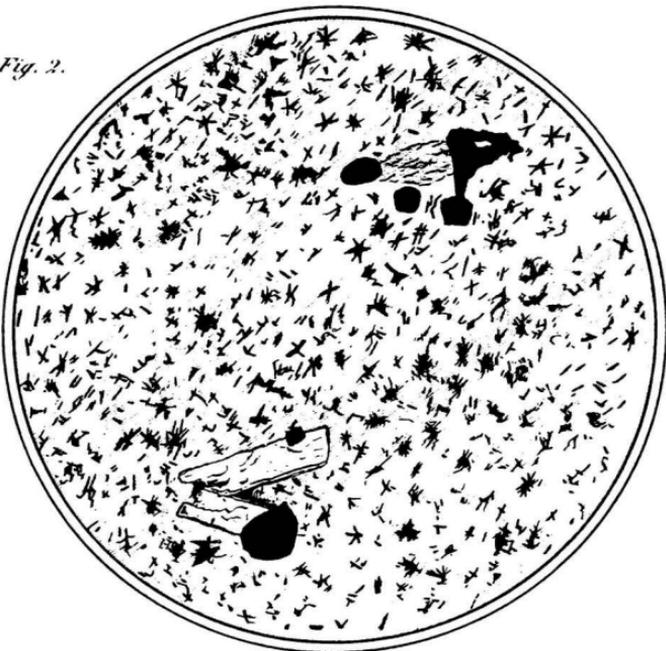
Taf. IV. Fig. 3. 80fache Vergrößerung. — Palagonit von James Island. — Rothes Glas (dunkel schraffirt) in grossen und kleinen Partien mit zahlreichen Dampfporen, selteneren Plagioklasleisten (unten links) und grösseren Olivinfragmenten (oben links), einzelne fremde Gesteinsbrocken (schwarz, oben rechts und in der Mitte) werden zusammengehalten von einer polarisirenden, zeolithischen Substanz (hell, nicht schraffirt).

---

*Fig. 1.*



*Fig. 2.*



*Fig. 1.*



*Fig. 2.*



*Fig. 3.*

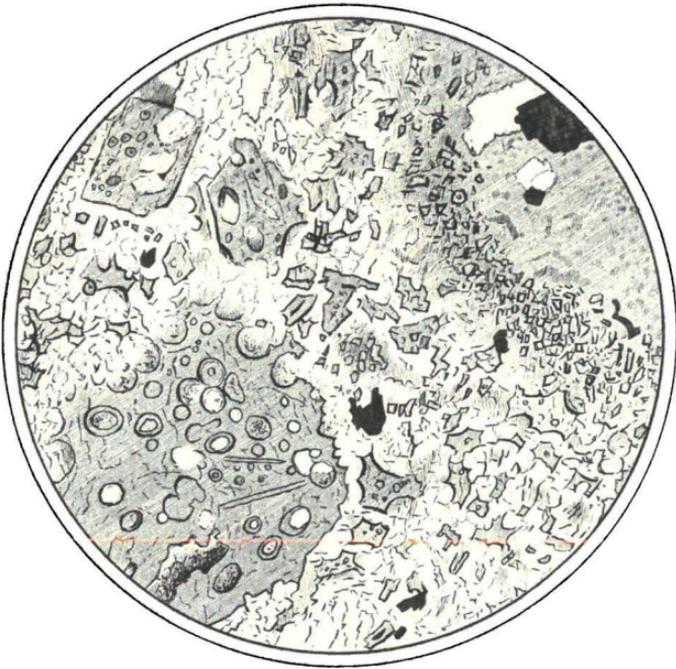


Fig. I.

Plaf. V



Fig. II.

