

## 7. Ueber Palagonit- und Basalttuffe.

Von Herrn ALBRECHT PENCK in Leipzig.

### I. Geschichtliches über den Palagonit.

Mit dem Namen Palagonit belegte SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN 1845 <sup>1)</sup> ein vollkommen durchsichtiges, weingelbes bis kolophoniumbraunes, glasglänzendes Mineral von muscheligsplittrigem Bruche, welches in seiner äusseren Erscheinung grosse Aehnlichkeit mit arabischem Gummi oder braunem Zucker hat. Die Härte desselben übersteigt kaum die des Kalkspathes, sein specifisches Gewicht ist annähernd 2,64.

Er entdeckte dieses Mineral zuerst in den Tuffen des Basaltfelsens von Aci Castello, nördlich von Catania (1838), und fand es später (1840) in ausgedehnter Weise in der Gegend zwischen Militello, Palagonia und Mineo, in den Basalttuffen des Val di Noto, welche sich theilweise durch die reichliche Führung tertiärer Conchylien auszeichnen. Dies führte ihn zur Annahme, dass die vulkanischen Körper, welche den Basalttuff mit constituiren, in der Gestalt eines feinen Pulvers oder Staubes mit dem im Meere aufgelösten kohlen sauren Kalke und mit zahllosen Conchylien zu einem hydraulischen Mörtel cämentirt wurden, wobei ein bedeutender Theil des Gesteins eine feste chemische Verbindung einging.

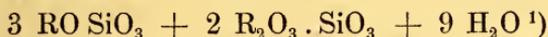
Bald darauf wurde der Palagonit durch BUNSEN <sup>2)</sup> und SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN <sup>3)</sup> als ein wesentlicher Bestandtheil der Grundmasse von basaltischen Tuffen der Insel Island bekannt, welche dort als Moberg bezeichnet werden. Auch hier sollen dieselben eine Meeresbildung sein, worauf an einzelnen Stellen gefundene Schalenreste hinweisen; nach SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN sind die feingepulverten vulkanischen Aschen submariner Ausbrüche in das Meer zurückgefallen und in der

<sup>1)</sup> Ueber die submarinen vulkanischen Ausbrüche im Val di Noto, Göttinger Studien 1845. I. pag. 402–405.

<sup>2)</sup> LIEBIG'S Annalen der Chemie und Pharm. Bd. 61.

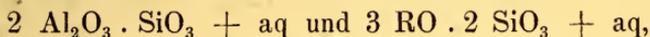
<sup>3)</sup> Physikalisch-geographische Skizze von Island, Göttinger Studien 1847. pag. 394–422.

Art eines hydraulischen Mörtels cämentirt worden, sodass ein Theil derselben eine feste chemische Verbindung einging, während ein anderer, von jenen umhüllt, in dem früheren Zustand zurückblieb. BUNSEN deutet eine andere Entstehungsweise des Palagonit an, welche er später ausführlich klar legte, er theilte auch die chemische Zusammensetzung dieses Minerals mit, welche er auf die Formel

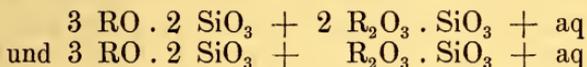


zurückführt. SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN sprach auch aus, dass der Palagonit weit verbreitet und nur schwierig nachzuweisen sei. Er verimuthet dieses Mineral in vielen Tuffen des Habichtswaldes und fand es in dem von der Wilhelmshöhe bei Cassel. In der That wurde es auch noch in demselben Jahre von FR. SANDBERGER<sup>2)</sup> in dem Basalttuffe vom Beselicher Kopfe bei Limburg a. L. erkannt.

Ausführliche Mittheilungen über den Palagonit gab darauf zuerst BUNSEN.<sup>3)</sup> Er hielt denselben für ein Gemisch zweier wasserhaltiger Silicate, von



welche beiden Glieder sich in bestimmten Verhältnissen verbinden. Er glaubte folgende Verbindungen beobachtet zu haben:



und zeigte, dass die wasserfreie Palagonitsubstanz mit der „normal-pyroxenischen Mischung“ übereinstimme. Er hielt sie für entstanden durch Einwirkung alkalischer Erden oder Alkalien auf Basalt. Er fand, dass sich durch Einwirkung von basaltischer Lava auf Kalkstein in der Umgegend von Porto Prajo auf den capverdischen Inseln Palagonit gebildet habe, und sah manche palagonitische Gesteine, wie z. B. das von DARWIN entdeckte von der Chatham - Insel in den Galapagos für auf diesem Wege gebildet an. In der That stellte er künstlich Palagonit „mit allen den typischen Eigenschaften

<sup>1)</sup> Ich habe absichtlich in Rücksicht auf die Ansichten von SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN die Formel  $\text{SiO}_3$  für die Kieselsäure in dem von ihm und BUNSEN aufgestellten Formeln beibehalten, während ich sie sonst in der neueren Schreibweise mittheile.

<sup>2)</sup> Uebersicht über die geolog. Verhältnisse des Herzogthums Nassau 1847. pag. 81.

<sup>3)</sup> Pogg. Ann. Bd. 83, 1851. pag. 219–233. Ausführl. Referat im N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1851. pag. 537.

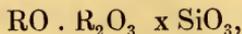
dieses Minerals“ durch Glühen von Basaltpulver mit einer 13fachen Menge von zerfallenem Kalke dar.

Die isländischen Tuffe dagegen, welche sich durch ihre Armuth an Kalk auszeichnen, sollen durch Einwirkung von Alkalien auf basaltische Gesteine entstanden sein. Er erhielt nämlich, als er Basaltpulver in überschüssiges Kalihydrat eintrug und die löslichen Verbindungen auswusch, eine „palagonitische“ Substanz. Es erübrigte nun, die Quelle der Alkalien, welche die Umwandlung bewirkt haben, zu ermitteln. BUNSEN nahm an, dass ausser dem normal-trachytischen und normal-pyroxenen Heerde, welche die heutigen Laven liefern sollen, ein dritter nunmehr erloschener vulkanischer Heerd existirt habe, welcher alkalienreiche Silicate ergoss, welch' letztere unter dem Einflusse von Wasser in Palagonitsubstanz und in lösliche, mit dem Wasser fortgeführte Verbindungen zerfielen.

SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN hat in seinem Werke „Ueber die vulkanischen Gesteine von Island und Sicilien“ seine Ansichten über den Palagonit ausführlich niedergelegt. Er fasst denselben hier nicht als einziges Mineral auf, sondern er bezeichnet mit diesem Namen eine ganze Gruppe von Mineralkörpern.

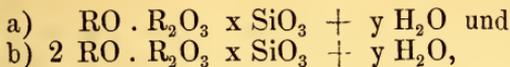
Von den nicht unbeträchtlichen Schwankungen, welche die chemische Zusammensetzung verschiedener Palagonitvorkommnisse erkennen lässt, ausgehend, zeigt er zunächst, dass das, was als Palagonit analysirt worden ist, nicht immer reine Substanz gewesen ist, und weist auf eine Reihe von Beimengungen, welche das Analysenresultat stören können, hin. Er sucht auf eine im angeführten Werke öfters angewendete Methode der Rechnung die dadurch bedingten Fehler zu ermitteln und zu beseitigen. So erhält er die Zusammensetzung ideal reiner Palagonitsubstanzen, für welche er verschiedene Formeln aufstellt und die er als Mineralspecies betrachtet. Es verdient betont zu werden, dass diese Substanzen nie isolirt wurden und keineswegs sich als bestimmte Mineralkörper zu erkennen geben. SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN sagt selbst: „Die bisher bekannten Palagonitspecies lassen sich nicht durch mineralogische Kennzeichen, welche fast alle vollkommen unter sich übereinstimmen, sondern nur durch sorgfältige chemische Analysen unterscheiden“ (pag. 436).

Die Gruppe der Palagonite bringt er nun in ähnliche chemische und genetische Beziehungen zu den Feldspathen, wie solche zwischen diesen und den Zeolithen existiren. Nach ihm ist nämlich die allgemeine Formel der Feldspathe:



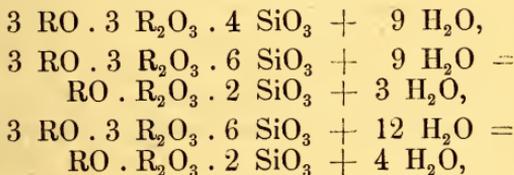
worinnen x eine beliebige rationale oder irrationale Zahl be-

deutet, welche zwischen bestimmten, experimentell gefundenen Grenzen sich bewegt. Die allgemeine Formel des Palagonites führt er auf denselben Typus zurück, und unterscheidet folgende Verbindungen:



in welchen  $x$  und  $y$  rationale Zahlen sind.

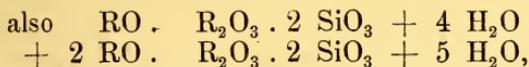
Palagonite, deren Zusammensetzung durch die erste Formel a. ausgedrückt wird, nennt er orthotype Palagonite, die anderen heterotype. Zu den ersteren gehören der Trinacrit, Korit und Hyblit mit den Formeln



zu den letzteren dagegen der Notit mit der Formel



Durch Mischung beider Typen soll nun eine weitere Anzahl von Palagoniten entstehen, die als besondere Species nicht anerkannt werden (pag. 434). Mischen sich z. B. ein Molekül Hyblit und ein Molekül Notit,



so entsteht  $3 \text{RO} \cdot 2 \text{R}_2\text{O}_3 \cdot 4 \text{SiO}_3 + 9 \text{H}_2\text{O}$ ,

ein Palagonit, welcher z. B. den Tuff des Seljadalr auf Island zusammensetzen soll.

SARTORIUS v. WALTRESHAUSEN denkt sich die Palagonite gleich den Zeolithen aus Feldspath entstanden und für innig verwandte Mineralgruppen. Der Unterschied zwischen beiden bestehe darin, dass die Zeolithe dieselben Basen wie die Mehrzahl der Feldspathe führen, während die Palagonite an Stelle der Alkaliën und des Kalkes im Wesentlichen Magnesia und statt der Thonerde Eisenoxyd enthalten, ein Verhältniss, das möglicherweise ihren Amorphismus bedinge (pag. 213).

Am leichtesten würde ein Palagonit aus einem Feldspathe hervorgehen können, welcher sich ihm in seiner Zusammensetzung am meisten nähert. SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN lehrt nun in einer Reihe von isländischen Palagonittuffen einen

an Eisenoxyd und Magnesia reichen, schwarzen, pechglänzenden Körper kennen, für den er die Formel



aufstellt, und welche er demnach für einen „eisenoxydreichen, amorphen Labrador“ und für „eine selbstständige Species“ hält, die sich zum krystallisirten Labrador verhält, wie der Obsidian zum Krablit (pag. 206), jener vermeintlichen Feldspathspecies, die ZIRKEL<sup>1)</sup> als einen Rhyolith erkannte. Es bedürfe nur der Hinzufügung von drei Molekülen Wasser, um aus diesem Sideromelan, denn so benannte er jenen Körper, den Korit entstehen zu lassen.

Anders da, wo ein Palagonit aus einem gewöhnlichen Feldspath hervorgehen soll. Um einen orthotypen Palagonit zu bilden, bedarf es eines Austausches der isomorphen Bestandtheile, um einen heterotypen entstehen zu lassen, muss ein Monoxyd ausserdem noch hinzutreten. Ueberhaupt seien nur die basischen Feldspathe zur Palagonitbildung geeignet.

Um zunächst die Speculationen über die Quelle des an Stelle der Thonerde eintretenden Eisenoxydes zu verstehen, muss man zuvor die Ansichten von SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN über die Zusammensetzung der vulkanischen Aschen kennen. Er hält dieselben in eben derselben Weise wie ich es an anderer Stelle darzulegen versuchte<sup>2)</sup>, für entstanden durch Zerstäubung der flüssigen Lava und kennt daher keine chemischen Unterschiede zwischen beiden, er erachtet sie aber auch in mineralogischer Beziehung für gleich zusammengesetzt, nämlich aus Feldspath, Augit, Olivin und Magneteisen bestehend, welch' letzteres häufig bereits bei der Eruption der Aschen in Eisenoxyd oxydirt werden und als solches die Farbe derselben bedingen soll.

So zusammengesetzte vulkanische Aschen sind das Material, aus welchen sich die Palagonittuffe bildeten. In den letzteren nimmt SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN unzersetzte Augite und Olivine, dagegen keinen Feldspath und kein Magneteisen wahr. Er schliesst hieraus, dass das letztere das zur Palagonitbildung nöthige Eisenoxyd geliefert habe. Die hierfür nicht minder unentbehrlichen Monoxyde dagegen sollen stammen:

1. aus muthmaasslich zersetzten Augiten der Aschen, oder
2. aus dem Meerwasser, oder
3. aus secundären oder tertiären Flötzschichten, welche

<sup>1)</sup> Reise nach Island. Leipzig 1862. pag. 318.

<sup>2)</sup> Studien über lockere vulkanische Auswürflinge, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1878. pag. 97—129. Vergl. hiergegen O. LANG, ebendasselbst pag. 357—365.

in der Nähe der Gegenden, wo die Palagonitbildung vor sich geht, zufälligerweise anstehen.

Unter diesen drei Quellen soll die wichtigste das Meerwasser sein, dieses habe in den bei weitem meisten Fällen die nöthige Magnesia geliefert.

Nach alle diesem bedarf es nach SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN zur Palagonitbildung (pag. 489):

1. Feingepulverter vulkanischer Aschen, da ein Pulver natürlicherweise alle chemischen Veränderungen am leichtesten vor sich gehen lässt.

2. Aschen mit basischem Feldspath, mit Labrador oder Anorthit, am besten mit Sideromelan.

3. Heisses, womöglich kohlen säurehaltiges, von hohem Druck beherrschtes Seewasser.

4. Grosser Zeiträume.

Nach den referirten Hypothesen BUNSEN's und von SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN's ist das Meerwasser zur Bildung der Palagonitbildung unbedingt nothwendig, und auch DARWIN hielt die von ihm entdeckten merkwürdigen Tuffe von den Galapagos, welche BUNSEN als palagonitisch erkannte, für submarin gebildet. Im Einklange hiermit steht das Vorkommen von marinen Conchylien in den Tuffen von Sicilien und Island. Später wurden jedoch auch Palagonitvorkommnisse bekannt, welche nie unter dem Meeresspiegel gewesen sind. Hierher gehören vor allem die Tuffablagerungen im Becken von Le Puy en Velais, welche zuerst GIRARD als palagonitisch erkannte; dieselben sollen in Folge langwieriger Submersion unter süssem Wasser ihre gegenwärtige Beschaffenheit erlangt haben.<sup>1)</sup> Endlich aber fanden sich auch Tuffe in der Eifel, welche nie sich unter Wasser befunden haben und dennoch als Palagonitführend erkannt wurden. Diese Tuffschichten konnten jedoch „des dichten Untergrundes wegen lange Zeit mit Wasser getränkt bleiben“, wodurch sich die feinen Aschenbestandtheile derselben zu Palagonit umbilden konnten.<sup>2)</sup> Ebenso lehrten K. v. FRITSCH und W. REISS<sup>3)</sup>, dass auf den Canaren die Palagonitisirung „nicht lediglich bei solchen basaltischen Schlacken und Aschenmassen vorkommt, welche offenbar unter Meeresbedeckung gestanden haben“, sie zeigten, dass dieselbe auch supraquatische vulkanische Geschütte, wie z. B. den Caldera-

<sup>1)</sup> Vergl. NAUMANN, Geognosie Bd. III. pag. 428.

<sup>2)</sup> Vergl. MITSCHERLICH, Ueber die vulkan. Erschein. der Eifel pag. 27. — v. DECHEN, Führer zur Vulkanreihe der Vordereifel 1861. pag. 164.

<sup>3)</sup> Geolog. Beschreibung der Insel Tenerife 1868. pag. 424.

Kegel auf Palma, betroffen hat, und schon früher hatte K. v. FRITSCH<sup>1)</sup> erkannt, dass die Tuffe des Hohenhöwen im Hegau, welche weder sich jemals unter Wasser befunden haben, noch des „dichten Untergrundes wegen lange Zeit mit Wasser durchtränkt gewesen sind“, zum Theil palagonitisirt seien.

Somit war der Beweis geliefert, dass das Hauptagens, welches nach den Theorien von BUNSEN und SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN bei der Palagonitbildung thätig war, dass jene Wassermassen, welche die bei Zersetzung der Gesteine des palagonitischen Heerdes entstandenen löslichen Verbindungen wegführten, dass jenes Meerwasser, welches den Austausch der isomorphen Basen bewirkte, welches die Quelle der Magnesia war, bei der Palagonitbildung nicht unbedingt wirksam gewesen sein muss, und dass die kohlen säurehaltigen Meteorwässer bereits dieselbe vor sich gehen liessen.

So oft aber auch palagonitische Gesteine beschrieben und analysirt wurden, so wenig Bereicherung erwuchs daraus der mineralogischen Kenntniss des Palagonites, und es galt für denselben ganz dieselbe Beschreibung, die SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN gegeben hat, wenn auch die geistreichen Speculationen, welche dieser Forscher über die chemische Constitution desselben anstellte, mehr oder minder in Vergessenheit geriethen. Es durfte daher mit Sicherheit erwartet werden, dass die mikroskopische Prüfung der Palagonittuffe wesentlich zur Kenntniss des sie zusammensetzenden Minerals beitragen würde.

Der erste einschlägige Versuch von FISCHER<sup>2)</sup> lehrte nur, dass einige Palagonite zusammengesetzte Substanzen seien. Bald darauf veröffentlichte ROSENBUSCH<sup>3)</sup> eine ausführliche Beschreibung der mikroskopischen Verhältnisse verschiedener Palagonittuffe; er suchte zu zeigen, dass der Palagonit nicht, wie SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN annimmt, ein „hydraulisches Cäment“ sei, also ein prodinamorpher Körper, sondern er erklärte ihn für einen hyalinamorphen und sprach die Vermuthung aus, dass die mit dem Namen Palagonit belegte Substanz als ein unmittelbares Product vulkanischer Thätigkeit anzusehen sei, als ein basisches wasserreiches Gestein, welches allerdings, soweit unsere Kenntniss reiche, niemals in kontinuierlichen Strömen zur Eruption gelangte, sondern stets in Form von Aschenauswürflingen ausgeschleudert wurde.

Wenn auch thatsächlich gewisse Gesteine, besonders Tachylite und Obsidiane sich als reich an Wasser erweisen, und

1) N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1865. pag. 652—653.

2) Kritische, mikrosk.-mineral. Studien 1869. pag. 27.

3) N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. pag. 151—166.

dieses letztere gleichsam als chemisch gebunden angesehen wird, — so lange es eben als primär gilt —, so möchte ich doch bezweifeln, dass es (in dieser Weise) auch in losen vulkanischen Auswürflingen, welche bei der im wesentlichen durch entweichende Wasserdämpfe bewirkten Zerstäubung flüssiger Lava entstehen, vorkommen kann, und ich muss gestehen, dass sich mir schon aus diesem Grunde die Frage nahe legt, ob das, was ROSENBUSCH als Palagonit beschrieben hat, auch wirklich als solcher angesehen werden darf. In der That finde ich in einer späteren Arbeit dieses hochverdienten Petrographen eine Stelle, welche diese Vermuthung völlig bestätigt.

In seiner mikroskopischen Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien beschreibt ROSENBUSCH auf pag. 141 den Palagonit als ein wasserreiches, hyalinamorphes Silicat, als ein unmittelbares Product vulkanischer Thätigkeit ganz in der Weise wie früher, aber schon auf pag. 144 des genannten Werkes sagt er im vollen Gegensatze dazu: „Jedenfalls ist die Palagonit genannte Substanz kein homogener Körper, sondern besteht aus einem in körnigen Partikeln ausgeworfenen Silicatglase und dessen verschiedenen Zersetzungsproducten. SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN hat diese glasigen Kerne in den Palagoniten mit dem Namen Sideromelan belegt und spricht ganz richtig die Ansicht aus, dass der Palagonit ein veränderter Sideromelan sei. Genauer vielmehr muss es heissen, dass die als Palagonit analysirten und beschriebenen Substanzen Sideromelan, gemengt mit seinen Umwandlungsproducten, seien.“ Was also eben zuvor als Palagonit beschrieben wurde, wird nun zum Sideromelan, und in diesem letzteren Sinne äussert sich ROSENBUSCH wieder in seiner mikroskopischen Physiographie der massigen Gesteine (pag. 455—456), und die Untersuchungen ZIRKEL's<sup>1)</sup> HUSSAK's<sup>2)</sup> schliessen sich dem an, während ANGER<sup>3)</sup> der früher vertretenen Ansicht folgte.

Freilich ist zu bemerken, dass nach dieser Anschauung die Palagonittuffe im Wesentlichen durch die Führung von Sideromelan charakterisirt werden, von einer als Palagonit zu benennenden Substanz ist nirgends die Rede, und es muss sich daher immer noch fragen, welches sind die Eigenschaften des Palagonites, existirt derselbe als Mineral oder nicht, welches sind die charakteristischen Eigenschaften der Palagonittuffe und wodurch unterscheiden sich dieselben von anderen Basalttuffen?

<sup>1)</sup> Microscopical Petrographie 1876.

<sup>2)</sup> Die basaltischen Laven der Eifel; Sitzungsab. d. k. k. Akad. d. Wissensch. Bd. LXXVII. I. Abth. 1878.

<sup>3)</sup> Mikrosk. Studien über klastische Gesteine; TSCHERMAK's Miner. Mitth. 1875. pag 153—173.

Ich habe, um dieser Frage näher treten zu können, zunächst eine Reihe recenter vulkanischer Auswürflinge untersucht, über welche ich schon Mittheilung gemacht habe, sodann habe ich eine grössere Anzahl von basaltischen und palagonitischen Tuffen studirt; das untersuchte Material erhielt ich durch die Güte der Herren ZIRKEL in Leipzig, STELZNER in Freiberg, H. B. GEINITZ in Dresden, durch freundliche Vermittelung des Herrn E. GEINITZ von Herrn v. SEEBACH in Göttingen, von den Herren JOHNSTRUP in Kopenhagen und KJERULF in Christiania, wofür ich den genannten Herren hierdurch meinen ergebensten Dank wiederhole, welcher meinem hochverehrten Lehrer Herrn ZIRKEL ganz besonders auch wegen der freundlichen Förderungen gilt, die er durch mannigfache Anregungen auch dieser Arbeit gewährte.

Das reichhaltige Material gab mir Veranlassung, öfters von meinem eigentlichen Thema abzuschweifen und ausser den Palagonittuffen auch verwandte Gesteine mikroskopisch zu prüfen. Ich nehme nicht Anstand, die Resultate dieser Excurse folgenden Mittheilungen einzuverleiben, da dieselben bisher wenig untersuchte Verhältnisse berühren und ich voraussichtlich in der nächsten Zeit schwerlich Gelegenheit finden dürfte, mich eingehender mit den betreffenden Fragen zu befassen.

## II. Der Palagonit Islands.

Nach den Zeugnissen von BUNSEN und SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN sind die Palagonittuffe auf Island in ganz ausserordentlicher Weise entwickelt. Quer durch diese Insel zieht sich von Kap Reykjanes nach Kap Tjörnes ein System von Tuffen, welche palagonitführend sind; aber auch ausserhalb dieser Zone, und zwar an einer Stelle, wo, wie SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN mehrfach erwähnt, kein Palagonittuff vorkommt, nämlich am Bulandstindr am Eskifjord wurde solcher durch PAYKULL <sup>1)</sup> entdeckt, und in der That lag mir von dort eine Probe zur Untersuchung vor, welche sich in keiner Weise von den übrigen Vorkommnissen dieser Art unterscheidet.

In dem Palagonittuffe von Sudhafell entdeckte SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN <sup>2)</sup> jenen eigenthümlichen Körper, welchen er Sideromelan nannte, und der eine so wesentliche Rolle bei der Palagonitbildung spielen soll. Derselbe erscheint in dem Tuffe

<sup>1)</sup> N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1868. pag. 59.

<sup>2)</sup> Vulk. Gest. v. Island u. Sicilien pag. 201.

der Insel Vidhey unfern Reykjavik nach ZIRKEL<sup>3)</sup> in Körnern von der Grösse einer Bohne. Ein Handstück dieses Vorkommens, welches mir der genannte Forscher gütigst zur Verfügung stellte, zeigt deutlich schwarze glasglänzende, meist etwas poröse Sideromelankörner, welche durch eine dunkel rothbraune Substanz, den Palagonit, verkittet sind.

Unter dem Mikroskope erscheint der Sideromelan als ein braunes Glas in unregelmässig begrenzten Fragmenten. Dieselben sind stets mit einem Hofe eines gelbbraunen bis goldgelben, schwach polarisirenden Körpers umgeben, welcher auch in völlig isolirten Partien von geringer Ausdehnung, gewöhnlich als unregelmässiges Haufwerk zwischen den einzelnen Sideromelanen auftritt und sich schliesslich auch innerhalb derselben die in ihnen vorhandenen Hohlräume umsäumend, findet. Einige Sideromelane sind durchzogen von schwarzen, vielfach gewundenen und verschlungenen Bändern, welche sich auch in den goldgelben oder gelbbraunen Saum fortsetzen. Sie lösen sich bei starker Vergrösserung in eine Versammlung zarter Nadelchen, Sternchen und Kreuzchen auf, die sich völlig opak verhalten. Andere Sideromelane und mit ihnen der sie umgebende Hof sind überstreut von zahlreichen grösseren, sechs oder mehrstrahligen Sternen und äusserst zierlichen, morgensternähnlichen, gleichfalls opaken Gebilden. Dieselben Verhältnisse finden sich auch in den Partien, welche lediglich aus der goldgelben, schwach doppelbrechenden Substanz bestehen. Es geht hieraus hervor, dass diese letztere als ein Umwandlungsproduct des Sideromelans anzusehen ist, in welches die grösseren Fragmente desselben nur randlich, die kleineren dagegen gänzlich umgewandelt worden sind. Als Bindemittel dieser bald nur randlich, bald gänzlich umgewandelten Sideromelane treten zwei Mineralien auf. Zunächst schlingt sich um die einzelnen Fragmente ein dünner Saum einer goldgelben, faserigen, gewöhnlich traubig angeordneten Substanz, welche häufig auch in radialfaserigen Partien mitten im Sideromelane, bez. dessen Umwandlungsproduct, jedenfalls die Blasenräume in demselben erfüllend, auftritt; der noch übrig bleibende Raum, theils zwischen den Sideromelanbröckchen, theils innerhalb derselben, wird von einem Zeolithe eingenommen.

Mit diesem Tuffe hat der bereits erwähnte vom Bulandstindr grosse Aehnlichkeit. Derselbe lässt ebenfalls schon bei Betrachtung mit blossem Auge Sideromelankörner erkennen. Diese erscheinen im Dünnschliffe als ein licht reifarbenes Glas, welches randlich und um die in ihnen vorhandenen Luftblasen

<sup>1)</sup> Reise nach Island pag. 334.

herum, sowie längs vieler Sprünge in eine goldgelbe, hin und wieder dunkelbraune, mehr oder weniger polarisirende, gewölkte, meist undurchsichtige Substanz verwandelt sind. Isolirte Splitter dieser letzteren müssen daher als gänzlich umgewandelte Sideromelane gelten. Dies wird besonders noch dadurch erwiesen, dass sie dieselben Ausscheidungen wie diese führen, nämlich dunkel graubraune, concretionäre Häufchen und Flocken, welche sich besonders um sporadische Krystalle von Olivin und Plagioklas angesiedelt haben. Das letztgenannte Mineral erscheint bald in übereinandergeschuppten, rhombisch begrenzten Täfelchen, bald in ausserordentlich feinen, stets verwilligten Leisten, ganz in der nämlichen Weise, wie in den lockeren vulkanischen Auswürflingen und in Glasbasalten.<sup>1)</sup> Der Olivin findet sich gewöhnlich in minimalen Kryställchen<sup>2)</sup>, welche sich gern zu grösseren aggregiren, indem sie sich aneinanderlegen.

Neben den Sideromelanen mit ihren Umwandlungsproducten finden sich in diesem Tuffe isolirte Krystalle und Bruchstücke von Plagioklas und Olivin. Als Bindemittel aller dieser Dinge fungirt wieder jenes faserige, traubig angeordnete, goldgelbe, lebhaft polarisirende Mineral, die einzelnen Fragmente umschlingend. Den noch übrig bleibenden Raum nimmt ein Zeolith oder ein rehbraunes, ausserordentlich feinkörniges und dem entsprechende Polarisationserscheinungen aufweisendes Mineral ein, das sich von dem Sideromelane sofort durch seinen geringen Grad von Durchsichtigkeit unterscheidet.

<sup>1)</sup> Vergl. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1878. pag. 101, sowie A. WICHMANN: Ueber einige Laven der Insel Niuafoou (Journ. de Mus., GODEFFROY 1878. Heft 14. pag. 213). WICHMANN bestätigt hier Alles, was ich über die Plagioklasleisten und -Lamellen mitgetheilt habe. Seine Behauptung jedoch, ich hätte gesagt: „Zwillinge können durch Aneinanderlagerung resp. Zusammentreten bereits fertiger Krystalle entstehen“, ist völlig aus der Luft gegriffen. Ich habe an der von WICHMANN angeführten Stelle gesagt: „Solches macht unzweifelhaft, dass die polysynthetisch verwilligten Plagioklase gebildet werden können durch Aneinanderlagerung, durch Zusammentreten bereits fertiger Krystalle“, welch' letztere ich einige Zeilen vorher als Zwillinge beschrieben habe. Zudem fahre ich an der betreffenden Stelle fort: „So entstanden Plagioklasstöcke.“

<sup>2)</sup> Jüngsthin hat L. VAN WERVECKE (N. Jahrb. für Min. und Geol. 1879. pag. 484) dergleichen Kryställchen als Mikrolithe beschrieben und auch angegeben, dass ich sie als solche erwähnt hätte. Ich muss beiden Behauptungen widersprechen. So lange man an der von VOGEL-SANG gegebenen Definition des Begriffes Mikrolith festhält, ist es durchaus unzulässig, die in Rede stehenden Gebilde so zu benennen und in diesem Sinne habe ich ausgesprochen, dass jene kleinsten Olivinkryställchen „beim Aufbau grösserer Krystalle die Rolle von Mikrolithen spielen, ohne selbst solche zu sein, wie denn überhaupt nicht jedes Mineral befähigt zu sein scheint, als Mikrolith aufzutreten“ (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1878. pag. 104).

Dasselbe Bild gewährt unter dem Mikroskope der fossilenführende Tuff von Foss Vogr, von welchem ich eine Probe Herrn KJERULF in Christiania verdanke. Auch dies Gestein besteht vorzüglich aus porösen, randlich mehr oder minder angegriffenen Sideromelankörnern, welche Plagioklas - Leisten und -Lamellen, sowie Olivin-Kryställchen in sich beherbergen. Die letzteren umschliessen nicht selten braune Picotitkörner. Daneben finden sich in nicht unbeträchtlicher Anzahl Splitter grösserer Plagioklas- und Olivinkrystalle, ferner Bruchstücke basaltischer Gesteine, weshalb es nicht Wunder nehmen kann, dass dieser Tuff einen in Säuren unlöslichen Rückstand von 31,05 pCt. aufweist.<sup>1)</sup> Es kann aber nicht gestattet sein, den löslichen Theil als Palagonitsubstanz aufzufassen, wie es BUNSEN thut, denn derselbe besteht aus den frischen und umgewandelten Sideromelankörnern, dem Olivin und dem Bindemittel des Tuffes, welches letzteres gegen die verbundenen Körper räumlich sehr zurücktritt.

Unter allen isländischen Palagonitvorkommnissen ist das des Seljadalr am Wege von Reykjavik nach dem Thingvallasee eins der bemerkenswerthesten. Hier tritt in Wechsellagerung mit Basalt- (Trapp-) lagern, zum Theil aber auch als Hangendes von Schichten loser Lapilli und Aschen ein schwarzes, pechsteinähnliches Gestein auf, welches nach SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN und BUNSEN fast lediglich aus Palagonit besteht und demnach als Palagonitfels bezeichnet wird.

Dieser Palagonitfels besitzt, wie BUNSEN<sup>1)</sup> zeigte, einen unlöslichen Rückstand von 4,11 pCt., welcher theils auf eine geringe Führung von Augit- und Feldspathkryställchen, theils auf die mehrfach constatirte von Bröckchen basaltischer Gesteine zurückgeführt wird. In dem löslichen Theile dagegen finden sich nach SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN neben dem Palagonit geringe Mengen kohlen-sauren Kalkes und von Olivin. Das Gestein sei im wesentlichen frei von Zeolithen, spärlich liessen sich Pünktchen von Sideromelan in ihm beobachten.<sup>2)</sup>

ROSENBUSCH<sup>3)</sup> hat diesen Palagonitfels mikroskopisch untersucht und denselben in meist treffenden Zügen beschrieben. Ich kann seine Mittheilungen darüber auf Grund der Untersuchung einer Reihe von Proben, welche ich durch die Güte der Herren ZIRKEL und JOHNSTRUP erhielt, im wesentlichen bestätigen, jedoch kann ich mich den Deutungen dieses hochverdienten Forschers durchaus nicht anschliessen.

Unter dem Mikroskop gewährt das Gestein vom Seljadalr

1) Bunsen a. a. O.

2) Vulk. Gest. v. Island u. Sicilien pag. 481. 482. 491.

3) N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. pag. 152.

fast ganz dasselbe Bild, wie die beschriebenen von Vidhey und Bulandstindr. Es erweist sich nämlich als zusammengesetzt aus Fragmenten eines ledergelben bis kaffeebraunen, in sehr dünnen Präparaten rehfarbenen, völlig isotropen Glases, um welches sich schmälere oder breitere Bänder einer rothgelben bis morgenrothen, in dünnen Schliften goldgelben Substanz, gewissermaßen maschenbildend, schmiegen. Nach ROSENBUSCH ist dieselbe völlig indifferent gegen polarisirtes Licht. Ich kann dem nicht beipflichten; nach mehrfacher Prüfung sehr gelungener Präparate muss ich sie als stets, wenn auch in der Regel nur äusserst schwach polarisirend bezeichnen. Diese Substanz findet sich auch in rundlichen bis elliptischen Partien mitten im Glase, sowie in einzelnen isolirten Bröckchen. Ich stimme mit ROSENBUSCH völlig darin überein, sie als ein Umwandlungsproduct des rehfarbenen Glases anzusehen, denn sie führt die nämlichen Krystallausscheidungen wie dieses, und es ragen zuweilen solche Augitnadelchen und Plagioklasleistchen oder Olivinkörner aus der einen in die andere. Ich kann mich jedoch durchaus nicht der Ansicht anschliessen, dass die unveränderten Partien der eigentliche, ursprüngliche Palagonit seien, dieselben stimmen vielmehr in ihrer Erscheinungsweise so völlig mit dem Sideromelane überein, dass sie unbedingt als solcher gelten müssen, welche Anschauung auch von ROSENBUSCH neuerdings ausgesprochen ist, wie eingangs erwähnt wurde.

Die beschriebenen Sideromelanfragmente werden von einem sehr feinen Saum eines goldgelben faserigen Minerals umzogen, welches bei Betrachtung im gewöhnlichen Lichte sich allmählich mit ihrer Umwandlungszone zu verschmelzen scheint. Unter gekreuzten Nicols jedoch hebt es sich von dieser durch seine ungemein lebhaften Polarisationserscheinungen ab. Es findet sich diese Substanz auch öfters mitten im Sideromelane in radialfaserigen Partien ganz in derselben Weise wie in den Gesteinen von Vidhey und Bulandstindr, und weist jene schöne Polarisationserscheinung auf, welche radialfaserigen Aggregaten eigen ist. Unter gekreuzten Nicols lässt sich ein schönes Interferenzkreuz erkennen, dessen Arme bei Drehung des Präparates ihre Lage beibehalten. Offenbar hat man es hier mit secundär ausgefüllten Blasenräumen der Sideromelankörner zu thun.

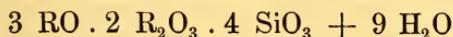
In den verschiedenen von mir untersuchten Präparaten wechselt der Reichthum des Sideromelans an solchen erfüllten Blasenräumen sehr. Dieselben haben theils eine rundliche Gestalt, theils sind sie schlauchartig gedehnt, und dann finden sich deren viele neben einander. In gleichem Maasse schwankt auch die Ausdehnung seiner Umwandlungszone. Bald lassen

sich nur verhältnissmässig geringe Spuren der frischen Substanz erkennen, bald waltet diese vor der umgewandelten unbedingt vor und macht annäherungsweise 40 pCt. des gesammten Gesteins aus. Selbst in ein und demselben Dünnschliffe lassen sich die geschilderten wechselnden Verhältnisse deutlich wahrnehmen.

Hie und da kommen neben diesen Sideromelankörnern Fragmente eines Feldspathbasaltes, selten auch Splitter von Olivin und Plagioklas vor.

Schliesslich möchte noch der wasserhellen Substanz zu gedenken sein, welche nach ROSENBUSCH absolut apolar ist und nur selten eine an Zeolithe erinnernde radialfaserige Aggregatpolarisation zeigt. In den mir zu Gebote stehenden Präparaten verhält sich dieselbe stets doppelbrechend. Ich möchte geneigt sein, sie in einer Reihe von Fällen auf Grund ihrer Polarisation und ihrer auffälligen Spaltbarkeit für Kalkspath zu erklären, in anderen Fällen dürfte sie als ein Zeolith zu deuten sein. Ich habe aber durchaus keinen Anhalt gefunden, den letzteren mit ROSENBUSCH als ein extremes Umwandlungsproduct des ursprünglich ganz homogenen, ledergelben Glases anzusehen, woran bereits ZIRKEL<sup>1)</sup> zweifelte, vielmehr muss ich denselben, ebenso wie den Kalkspath und die oben beschriebene faserige, goldgelbe Substanz als Bindemittel der einzelnen Sideromelanfragmente auffassen.

Es ergibt sich aus allen diesen Beobachtungen, dass der Palagonitfels des Seljadalr keineswegs eine so homogene Substanz ist, für welche er angesehen worden ist; ein Umstand, der die aus diesem Gestein hergeleitete chemische Zusammensetzung des Palagonitminerales mit grösster Vorsicht zu betrachten erheischt. Wie bereits erwähnt, erklärte SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN den Rückstand, welcher beim Lösen des Gesteins in Salzsäure erhalten wird, für Basaltbröckchen und ein Gemenge von Augit und Feldspath, welche Mineralien sich in der That im Sideromelane finden, den löslichen Theil des Gesteins hielt er abzüglich einer geringen Menge von vermutheten, aber nie gesehenen, Olivin und Kalkspath für reine Palagonitsubstanz, welche er auf die chemische Formel



zurückführt und als das Gemenge eines orthotypen und heterotypen Palagonites betrachtet.<sup>2)</sup> In der That ist die Substanz ein Gemenge und zwar ein solches von

<sup>1)</sup> Die mikrosk. Besch. d. Min. u. Gest. 1873. pag. 477.

<sup>2)</sup> Vulk. Gest. pag. 200. 435.

frischer und umgewandelter Glassubstanz des Sideromelanes,

- + gelbem, faserigen Minerale,
- + Zeolith.

Der Palagonittuff von der Basis des Leirhnúkr, jenes durch seine grossartigen Eruptionen bekannten Vulkans in der Nähe des Mückensees, ist gleich den vorigen ein Gemenge verschiedener Substanzen. Unter dem Mikroskope geben sich zunächst Sideromelankörner zu erkennen, welche ganz dieselben Umwandlungserscheinungen aufweisen, wie diejenigen in den Gesteinen von Vidhey, Bulandstindr und Seljadalr. Sie führen höchst selten Ausscheidungen von Olivin und Plagioklas, welche ganz ebenso auftreten wie die in lockeren vulkanischen Auswürflingen. Zudem sind sie gleich solchen reich an Luftblasen. Verbunden werden sie durch ein radiaalfaseriges, goldgelbes, lebhaft polarisirendes Mineral, welches bereits aus den übrigen Palagonittuffen erwähnt wurde; doch füllt dasselbe keineswegs die Lücken zwischen jenen, nämlich den Sideromelankörnern, sowie die Hohlräume in denselben, vollkommen aus, sodass das Gestein ein fein poröses Aussehen erhält. Nach einer Schätzung mögen ungefähr 80 pCt. desselben aus frischem, unzersetzten Sideromelan bestehen.

Schliessen sich, wie bereits mehrfach erwähnt wurde, die Sideromelankörner auf Grund ihrer Krystallausscheidungen eng an vulkanische Auswürflinge an, so geschieht dies vielleicht in noch höherem Maasse durch ihre Porosität. Wie schon öfters bemerkt, sind sie voller, freilich secundär meist ausgefüllter Luftbläschen, welche einen bald runden, bald länglichen Durchschnitt aufweisen. Es drängt sich bei ihrer Betrachtung unwillkürlich die Meinung auf, dass sie nichts weiter seien, als lose vulkanische Auswürflinge, welche ihrer Grösse nach als Aschenbestandtheile zu bezeichnen wären. Es findet diese Ansicht in überraschender Weise Bestätigung durch ein Gestein vom Hekla, welcher nach SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN aus Palagonittuffen zusammengesetzt wird.

Man könnte zweifelhaft sein, ob die vorliegende Probe, die mir Herr H. B. GEINITZ in Dresden freundlichst zur Verfügung stellte, als Tuff oder vulkanischer Sand zu bezeichnen ist, denn sie lässt sich bereits zwischen den Fingern zerreiben. In ihrem Aussehen schliesst sie sich dem Tuffe vom Leirhnúkr an. Unter dem Mikroskope erscheint sie als ein kaum cämentirtes Haufwerk vulkanischer Aschenbestandtheile, welche mit den 1875 in Norwegen gefallenen grosse Aehnlichkeit haben, andererseits aber dem Sideromelane der oben beschriebenen Tuffe in ihrem Aussehen völlig gleichen und ebenso wie diese rand-

lich Umwandlungserscheinungen zeigen. Ich stimme also auch darin mit ROSENBUSCH überein, dass das rehfarbene Glas der isländischen Palagonittuffe als ein unmittelbares Product vulkanischer Thätigkeit anzusehen ist, aber, wie erwähnt, ist dasselbe durchaus nicht als Palagonit zu bezeichnen.

Die von mir untersuchten isländischen Palagonittuffe bestehen also aus glasigen, vulkanischen Auswürflingen, dem Sideromelane, welche offenbar secundär mehr oder minder stark, bald nur randlich, bald jedoch gänzlich in eine trübe, wolkige, schwach doppeltbrechende Substanz umgewandelt sind. Daneben kommen Basaltfragmente vor. Verkittet wird dies alles durch ein goldgelbes, faseriges Mineral, durch Zeolithe und Kalkspath. Ein amorphes Mineral, welches als Palagonit zu bezeichnen wäre, findet sich in dem Bindemittel, ebenso wie im Gesteine überhaupt, nicht, und was als Palagonit analysirt worden ist, erweist sich in den Fällen, wo Analysen der hier beschriebenen Vorkommnisse vorliegen, als ein Gemenge der verschiedensten Körper. Die kolophoniumartige, wachsgelbe Substanz, welche in Handstücken von Palagonittuffen sich wahrnehmen lässt, giebt sich unter dem Mikroskop gewöhnlich als ein Haufwerk kleiner Körnchen von gänzlich umgewandelter Sideromelansubstanz zu erkennen. Es dürfte sich empfehlen, bei dieser einen Augenblick zu verweilen.

Der Sideromelan ist, wie SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN nachwies, ein wasserfreies Silicat. Der in den Palagonittuffen beobachtete Wassergehalt kann demnach lediglich von dem Bindemittel derselben und dem Umwandlungsproduct des Sideromelans herrühren. Die mineralogische Deutung des ersteren stösst auf Schwierigkeiten. Einerseits gelingt es nicht, die als Zeolith erkannte Substanz auf ein oder mehrere bestimmte Mineralien zurückzuführen, andererseits kann nicht der geringste Anhaltspunkt über die Stellung des goldgelben Minerals gewonnen werden. Ich möchte geneigt sein, dasselbe als ein wasserhaltiges Eisen-Thonerdesilicat aufzufassen, wie solche häufig als Ausfüllung von Blasenräumen in Basalten auftreten, und in denselben, ganz ebenso wie in den vorliegenden Tuffen, der Regel nach Zeolithe umschliessen, wie also z. B. Delessit oder Grünerde. Bekanntlich liegt die mineralogische Kenntniss dieser und verwandter Mineralien noch sehr im Argen, es ist schon makroskopisch schwierig, sie von einander zu trennen, um wie viel schwieriger ist demnach ihre Unterscheidung unter dem Mikroskope!

Wie dem aber auch sein möge, das Bindemittel tritt in der Mehrzahl der untersuchten Tuffvorkommnisse gegen die verbundenen Substanzen räumlich sehr zurück, und es dürfte nicht ohne Weiteres möglich sein, den bis 17 pCt. betragenden

Wassergehalt des Gesteins nur auf dessen, vielleicht höchstens 20 pCt. seiner Masse ausmachendes Cäment zurückzuführen, und man ist genöthigt, einen Theil desselben von dem umgewandelten Sideromelan herzuleiten und diesen als ein wasserhaltiges Silicat anzusehen. Wollte man nun mit SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN unter Palagonit ein wasserhaltiges, aus dem Sideromelan entstandenes Silicat verstehen, so könnte man vielleicht die vorliegende Substanz als solchen erklären, aber es möge nicht aus dem Auge gelassen werden, dass diese weder amorph ist, noch überhaupt den einheitlichen Eindruck eines Mineralen gewährt, noch endlich die constante chemische Zusammensetzung eines Mineralkörpers haben kann, da der Sideromelan ein Gesteinsglas ist. Es ist ROSENBUSCH also völlig beizustimmen, wenn er sagt, dass hier einer der überaus seltenen Fälle vorliegt, „wo die Devitrification eines Gesteinsglases mit einer Hydratisirung Hand in Hand geht.“<sup>1)</sup>

Bereits SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN hat auf die chemischen Beziehungen zwischen Sideromelan und Tachylit aufmerksam gemacht, beide Körper sind in der That in den Lehrbüchern der Mineralogie meist neben einander aufgeführt worden. ZIRKEL<sup>2)</sup> schloss aus ihrer chemischen Beschaffenheit auf ihre Zusammengehörigkeit, und neuerdings sprach sich auch PETERSEN<sup>3)</sup> dahin aus. Es mögen die hierauf bezüglichen Analysen der Vollständigkeit halber auch hier angeführt werden:

	Tachylit vom Säse- büt. Analyse von SCHNEDERMANN.	Tachylit von Bobenhausen. Analyse von GMELIN.	Sideromelan von Island. Analyse von SARTORIUS v. WAL- TERSCHAUSEN.
SiO <sub>2</sub> . . .	55,74	50,22	48,76
TiO <sub>2</sub> . . .	—	1,41	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	12,40	17,84	14,93
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . .	} 13,06	—	20,14
FeO . . .			
MnO . . .	0,19	6,40	—
CaO . . .	7,28	8,25	9,51
MgO . . .	5,92	3,37	2,92
K <sub>2</sub> O . . .	0,60	3,87	1,10
Na <sub>2</sub> O . . .	3,88	5,18	2,48
H <sub>2</sub> O . . .	2,73	0,50	0,35
	<hr/> 101,80	<hr/> 101,29	<hr/> 100,19

<sup>1)</sup> Phys. d. mass. Gest. pag. 456.

<sup>2)</sup> Petrographie Bd. II pag. 305.

<sup>3)</sup> N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1869. pag. 32.

Mit Recht betont ROSENBUSCH die grosse petrographische Aehnlichkeit mancher Tachylyte mit dem Sideromelane. Vorstehende Untersuchungen können dies vollständig bestätigen. Die eigenthümlichen sternförmigen Gebilde im Sideromelan von Vidhey, die dunklen Flocken in dem von Bulandstindr erinnern lebhaft an die von VOGELSSANG <sup>1)</sup> beschriebenen im Tachylyte von Bobenhausen; ich bin geneigt, dergleichen Gebilde nicht für Magnetit zu halten, sondern für elementare Ausscheidungen, bedingt durch eine innerhalb des Glases vor sich gegangene substantielle Differenzirung. Die Krystall-führenden Sideromelane endlich gleichen manchen von MÖHL <sup>2)</sup> beschriebenen und abgebildeten Tachylyten und den aus der Südsee kennen gelehrten Basaltgläsern.

Sideromelan und Tachylyt sind schliesslich ihrem geologischen Auftreten nach nicht verschieden, jener ist, wie sich zeigte, ein loser, vulkanischer Auswürfling, dieser tritt ebenfalls, wie bereits SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN erwähnt, als solcher auf. Neuerdings hat MÖHL <sup>3)</sup> aus dem Vorkommen von Tachylyten als Knollen in Tuffen geschlossen, dass dieselben „ein sehr heissflüssiges und dünnflüssiges Lavaglas“ seien, das „erste Erstarrungsproduct im Eruptionskanal“, und dass sie und „verwandte, nicht steinig gewordene Producte als oberste Kruste der Lava in der Tiefe des Eruptionskanales gebildet, durch Dämpfe abgesprengt, gerollt, mit vulkanischer Asche u. s. w. emporgeschleudert und in dem aus dieser entstandenen Tuffe geborgen wurden.“ <sup>4)</sup> Einfacher scheint mir die Annahme zu sein, der zufolge die in Rede stehenden Tachylyte vulkanische Auswürflinge nach Art der Bomben sind, Theile eines liquiden, basaltischen Magmas, welche durch Gase emporgeschleudert sind und als Lavathränen schell erstarrten.

Neben dem Tachylyt hat ROSENBUSCH <sup>5)</sup> in neuerer Zeit eine Substanz namens Hyalomelan aufgeführt, welche demselben in ihrer chemischen Zusammensetzung, ihren mikroskopischen Eigenthümlichkeiten, sowie in ihrem geologischen Auftreten gleicht, aber sich von ihm durch ihre Unlöslichkeit in Salzsäure unterscheidet. So auffällig dies auch auf den ersten Blick erscheinen mag, so wenig Gewicht dürfte ihm beizulegen sein. Man trennt in der Mineralogie nicht die in Säuren löslichen und unlöslichen Pyroxene und Amphibole, man unterscheidet nicht zwischen leichter und schwerer löslichen Oli-

<sup>1)</sup> Archives néerland. 1872. VII. pag. 45.

<sup>2)</sup> Gesteine der Sababurg. Cassel 1871.

<sup>3)</sup> a. a. O. pag. 44.

<sup>4)</sup> a. a. O. pag. 46.

<sup>5)</sup> N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. pag. 148.

vinen. Man weiss eben, dass Schwankungen der isomeren Basen, bei der erstgenannten Mineralgruppe der mehr oder oder minder hohe Gehalt an Thonerde von Einfluss auf die Löslichkeitsverhältnisse sind. In den gegenüber den Mineralien sehr wenig constant zusammengesetzten Gesteinsgläsern wird sich begreiflicher Weise dieser Umstand noch viel mehr geltend machen, ohne dass dadurch jedoch eine irgendwie bemerkenswerthe petrographische Differenz bedingt wird.

Sideromelan und Tachylit nebst Hyalomelan sind dieselben Dinge, nämlich basaltische Gläser, Basaltvitrophyre, wie sie von ROSENBUSCH<sup>1)</sup> bezeichnet sind. Sie sind Gesteine und keine Mineralien, ihr Auftreten als lose vulkanische Auswürflinge im Form von Bomben und Aschenbestandtheilen lehrt von Neuem, dass selbst das homogenste, basaltische Magma ohne Krystallausscheidungen im Stande ist, vulkanische Auswürflinge zu bilden.<sup>2)</sup>

### III. Der Palagonit Siciliens.

Aus dem Val di Noto im südlichen Sicilien lehrte SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN<sup>3)</sup> vier verschiedene Tuffvarietäten kennen, denen er eine ausführliche Beschreibung gewidmet hat.

Es sind dies

1. der Tuffmergel von Val di Calema,
2. der Peperin von Palagonia,
3. der braune, Conchylien-führende Tuff von Militello, Bucheri und Sortino,
4. der schwarze Basalttuff von Militello.

Diese Gesteine sind mit Ausnahme des erstgenannten sämmtlich palagonitführend, und zwar gleicht der Peperin von Palagonia ganz jenem Tuffe vom Felsen Aci Catello, in welchem er bereits 1838 den Palagonit erkannte. Ueber das letztgenannte Vorkommniss und den schwarzen Tuff von Militello hat ROSENBUSCH schätzenswerthe Mittheilungen gemacht. Nach ihm gleichen sich beide unter dem Mikroskop völlig. Mir stand leider der Peperin nicht zur Verfügung, von dem schwarzen und braunen Tuffe lagen mir jedoch Originallexemplare von SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN vor, welche in den Museen der Universitäten Göttingen und Leipzig aufbewahrt werden.

<sup>1)</sup> Physiogr. d. mass. Gest. 1877. pag. 445.

<sup>2)</sup> Vergl. hiergegen SCACCHI, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872. p. 547.

<sup>3)</sup> Submar. vulk. Ausbr. i. Val di Noto, Gött. Stud. 1845. pag. 396.

Unter dem Mikroskope erweist sich der schwarze, im Handstücke homogen erscheinende Tuff von Militello ganz ebenso wie die isländischen Palagonittuffe als ein Haufwerk loser, aschenartiger, vulkanischer Auswürflinge, welche ungefähr das Aussehen der Lapilli vom Puy Gravenoire und Puy de Dôme haben, welche ich früher beschrieb. Dieselben bestehen aus einem unzersetzten, rehfarbenen, glasigen Kern, welcher umgeben ist mit einem Saume einer schwach doppelbrechenden, etwas getrübten, gelblich grünen Substanz. Jener stellt die ursprüngliche Beschaffenheit des Lapills dar, dieser ist eine auf dessen Grenze beschränkte Umwandlungszone, denn in beiden Massen finden sich dieselben Krystallausscheidungen, nämlich zahlreiche Plagioklase, Augit, Picotit-führende Olivine und Magnetitkörner, welch' letztere den Palagoniten durchaus nicht so fremd sind, wie ROSENBUSCH<sup>1)</sup> annimmt. Diese Mineralien, welche den 7,064 pCt. betragenden unlöslichen Rückstand des Gesteins ausmachen, zeigen dieselben Eigenthümlichkeiten, wie jene, welche sich in lockeren vulkanischen Auswürflingen finden, und erweisen sich als zu dem vorliegenden Gebilde gehörig. Noch bestimmter geht dies aus den zahlreichen, runden oder ovalen, zuweilen schlauchartig gedehnten, radialfaserigen Partien eines Minerals, Delessit vielleicht, oder eines Zeolithes hervor, welche in dem frischen und veränderten Glase auftreten und offenbar als die Ausfüllungsmasse von Blasenräumen zu gelten haben. Unter gekreuzten Nicols zeigen diese Partien das für radialfaserig angeordnete Mineralien charakteristische schwarze Kreuz.

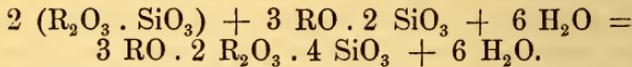
ROSENBUSCH hat diese lapillartigen Auswürflinge anfänglich als Palagonit gedeutet und sieht sie nunmehr als Sideromelankörner an. Sie haben offenbar auch grosse Aehnlichkeit mit solchen und spielen dieselbe Rolle in den sicilianischen Tuffen wie jene in den isländischen. Aber ich meine, sie unterscheiden sich von denselben durch ihren Reichthum an Krystallausscheidungen, man würde sie nicht als ein Basaltglas bezeichnen können, während der Sideromelan ein solches in seiner reinsten Form ist.

Einigermaassen verdunkelt werden die geschilderten Verhältnisse jedoch dadurch, dass die Grenze zwischen dem frischen Kerne und dem umgewandelten Saume sehr scharf hervortritt, während dieser letztere ganz allmählich in das Bindemittel überzugehen scheint. Dasselbe ist nämlich eine undurchsichtige, gelbgrüne Substanz, welche jenem der Farbe und dem Aussehen nach gleicht und sich nur dadurch von ihm unterscheidet, dass sie völlig frei von Krystallausscheidungen ist. — Zu bemerken ist

<sup>1)</sup> Physiogr. d. mass. Gest. pag. 456.

schliesslich noch, dass die zahlreichen im Tuffe vorkommenden Fossilien unter dem Mikroskop dieselbe Frische aufweisen, wie im Handstück. Sie lassen ihre Structur auf das Deutlichste erkennen, und machen durchaus nicht den Eindruck, als ob sie in einer Masse eingebettet wären, welche die tiefgreifendsten chemischen Veränderungen erlitten haben soll.

SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN hat das beschriebene Gestein analysirt, er fand den bereits erwähnten unlöslichen Rückstand von 7,064 pCt., den löslichen Theil hielt er abzüglich einer nur wenige Procente betragenden Beimengung von Kalkkarbonat und Olivin für reinen Palagonit. Er führt dessen Zusammensetzung auf die Formel



und hält ihn für ein Gemisch eines orthotypen und heterotypen Palagonites. <sup>1)</sup> In der That ist, wie das Mikroskop lehrt, das, was analysirt worden ist, ein Gemenge. In dem Gesteine fanden sich folgende Bestandmassen:

Frische und umgewandelte vulkanische Auswürflinge.	deren Binde- mittel.	Ausfüllungsmasse der Luftblasen in in denselben.	Kalk der Fossilien.
--	-------------------------	--	------------------------

Um nun die Zusammensetzung des reinen Palagonites zu ermitteln, brachte SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN von dem Bauschresultate in Abzug den unlöslichen Rückstand, welchen er für ein Gemenge von Augit und Feldspath hält, ferner den muthmaasslichen Gehalt an Olivin, sowie kohlen sauren Kalk, also

Ausscheidungen der vulkanischen Auswürflinge.	—	—	Kalkkarbonat.
---	---	---	---------------

sodass das, was er für reinen Palagonit hielt, besteht aus

Frischer und umgewandelter Glasmasse der Auswürflinge.	deren Binde- mittel.	Ausfüllung ihrer Hohlräume.	—
--	-------------------------	--------------------------------	---

Zudem ergibt sich, dass ein amorphes Mineral von den Eigenschaften des Palagonites überhaupt nicht in dem Gesteine vorhanden ist.

Ein brauner Tuff aus der Gegend südlich von Palagonia erweist sich unter dem Mikroskop als ein Haufwerk von ecki-

<sup>1)</sup> Vulkan. Gest. pag. 232. 424.

gen, splittrigen, schön dunkelgrünen Partikeln einer schwach doppelbrechenden Substanz, welche völlig frei von Krystallausscheidungen sind, auf Grund ihrer Umrisse und der sie durchschwärmenden Luftblasen jedoch als völlig umgewandelte lapillähnliche Sand- oder Aschenbestandtheile zu gelten haben, von ursprünglich rein glasiger Beschaffenheit, also als umgewandelte Sideromelankörner, wenn man so will.

Ein jedes solches Fragment und alle in ihm vorkommenden Blasenräume sind umsäumt mit einer schmalen Zone einer goldgelben, hier und da traubigen, lebhaft polarisirenden Substanz, welche zum Theil als ein weiteres Umwandlungsproduct des ursprünglichen Glases, theilweise aber, besonders da, wo sie traubig hervorblüht, als eine Neubildung gelten muss. Aller übrige Raum im Tuffe, der zwischen den einzelnen Aschenpartikeln, und der innerhalb derselben, ausgenommen einige wenige mit einem grünen, radiaalfaserigen Mineral erfüllte Luftblasen, werden von Zeolith eingenommen. Eine amorphe Substanz, die den Namen Palagonit verdient, giebt es in diesem Tuffe ebensowenig wie in dem schwarzen von Militello.

Ein anderer Tuff, ebenfalls aus der Gegend südlich von Palagonia, und zwar aus dem Val di San Giacomo unweit Mineo gleicht dem eben besprochenen in vielen Stücken. Die Umwandlung der lapillartigen Auswürfinge, welche ihn vorzugsweise zusammensetzen, ist jedoch noch weiter vorgeschritten. Nur in verhältnissmässig wenigen finden sich dunkelgrüne, schwach polarisirende Partien, welche das mindest zersetzte Glas darstellen, die meisten bestehen gänzlich aus der goldgelben, lebhaft doppelbrechenden Substanz, welche sich um jene meist in breiten Bändern schlingt. In einigen Fällen sogar finden sich in derselben concretionäre Flöckchen eines gelben, lebhaft polarisirenden Mineralen, seltener endlich, und dies scheint der äusserste Fall der Zersetzung zu sein, besteht das ganze Lapill aus einer fast farblosen, doppelbrechenden, Zeolith-ähnlichen Substanz, in der die erwähnten gelben Flöckchen wie Sternchen zerstreut sind und neben auffälligerweise völlig unangegriffenen Augit- und Olivinkrystallen liegen, deren Anordnung und Eigenschaften noch die Structur des frischen Lapills erkennen lassen. Aehnliche Umwandlungen eines basaltischen Gesteinsglases beschreiben ROSENBUSCH <sup>1)</sup> und BOŘICKÝ. <sup>2)</sup>

Ueber den Palagonit aus den braunen Tuffen der Gegend südlich von Palagonia hat SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN eine Reihe von Analysen bekannt gemacht <sup>3)</sup>, leider findet sich

<sup>1)</sup> N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. pag. 62.

<sup>2)</sup> Petrogr. Studien a. d. Basaltgest. Böhmens. p. 54. (Arb. d. geol. Landesdurchforschung Böhmens, II. Theil.)

<sup>3)</sup> Vulk. Gest. pag. 224–232.

jedoch nicht angegeben, welche Substanzen er untersucht hat und woher dieselben stammen; es ist daher nicht gut möglich zu ermitteln, welche mineralogische Zusammensetzung dieselben besitzen; hier muss der Hinweis genügen, dass einige Tuffe der genannten Gegend, welche der erwähnte hochverdiente Geologe als Palagonit-führend erkannte, durchaus keine amorphe Substanz enthalten, wodurch die Annahme an Möglichkeit gewinnt, dass das, was analysirt worden ist, trotz angebrachter Correc-turen, als ein Gemenge verschiedener Körper anzusehen ist.

Ich möchte nicht unerwähnt lassen, dass SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN <sup>1)</sup> in gewissen Tuffen von Palagonia ein schwarzes vulkanisches Glas vom Aussehen des Obsidians entdeckte, welches den Angriffen der stärksten Salzsäure widerstand, wodurch es sich vom Sideromelan unterschied. Da nun der Gegend des Aetna Obsidian völlig fremd sei, so sei anzunehmen, dass jenes Glas eine Zwischenstellung zwischen diesem und dem Sideromelane einnehme. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dasselbe Glas einen vulkanischen Auswürfling von den Eigenschaften des Hyalomelans, jenes in Säuren unlöslichen Basalt-glasses, darstellt.

Die bisher besprochenen Palagonittuffe, sowohl die isländischen als auch die sicilianischen, zeigen unter dem Mikroskope keine besonderen Eigenthümlichkeiten, sie bestehen lediglich aus glasigen, vulkanischen Auswürflingen einer basaltischen Mischung, welche mehr oder minder stark zersetzt und mit einander cämentirt sind. Es ist vorauszusetzen, dass entsprechende heutige vulkanische Aschen, wie z. B. die 1875 in Norwegen gefallene isländische, verfestigt einen solchen Tuff bilden würden; desgleichen die von ZIRKEL zuerst untersuchten Sande des Aetna. Vergleicht man freilich die eigenthümlichen Tuffe des Val di Noto mit denen des benachbarten Aetna, von welchen mir einige durch SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN gesammelte Exemplare vorliegen, so gewahrt man bei Betrachtung des Handstückes und des Dünnschliffes eine Reihe nicht verkennbarer Unterschiede.

Einer jener gelben und rostbraunen Tuffe der Serra Gian-nicola, welche einen Theil der Begrenzung des Val di Bove am Aetna bildet, besteht aus einem unregelmässigen Haufwerke von Lapilli und Lavathränen, isolirten grösseren und kleineren Krystall- und Lavafragmenten, welche durch ein rost-braunes, kaum durchsichtiges, wenig polarisirendes Mineral verbunden werden.

Viele Aschenpartikel werden von einer fast homogenen,

<sup>1)</sup> a. a. O. pag. 222.

förmlich „tachylytischen“ Glasmasse, wie solche bisher nur als äusserste Umhüllung von Bomben des Aetna beobachtet wurde, und welche dem Sideromelane isländischer Palagonittuffe gleicht, gebildet. Dieselbe ist theils völlig frisch, theils zeigt sie jedoch auffällige Zersetzungserscheinungen; das ursprünglich rehfarbene Glas ist entfärbt und mit einem schwarzen Staube überstreut worden. In einigen Fällen ist es sogar in eine doppelbrechende Masse verwandelt. Bald rundliche, bald langgedehnte Luftblasen charakterisiren diese Partikel als lapillähnliche Gebilde, denen Krystallausscheidungen der Regel nach fremd sind. Man könnte sie daher als Sideromelankörner bezeichnen.

Die Lavafragmente sind dagegen grösstentheils ungemein grobkrySTALLINISCH, sie lassen öfters zwischen den Plagioklas-, Augit-, Olivin- und Magnetitkrystallen kaum einen Glasfetzen erkennen. Nur wenige haben eine glasige Grundmasse, sie unterscheiden sich von den Lapills durch ihr compactes Aussehen. Sie dürften möglicherweise jedoch auch als vulkanische Auswürfflinge, als Lavathränen gelten. Sie haben mit einer solchen, die ich früher beschrieb, unverkennbare Aehnlichkeit.

Das rostbraune Bindemittel endlich schlingt sich um die beschriebenen Dinge in Form eines mehr oder minder breiten Bandes herum, oft die Zwischenräume nicht völlig erfüllend. Nach SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN ist dasselbe ein Verwitterungsproduct des Magneteisens, eine Anschauung, die durch seine oben erwähnten Ansichten über die mineralogische Zusammensetzung der vulkanischen Aschen bedingt ist. R. MÜLLER<sup>1)</sup> that jedoch dar, dass das genannte Erz von kohlen-saurem Wasser nur in sehr geringem Maasse angegriffen werde und zwar weit weniger, als die von ihm untersuchten Silicate. In der That ist der Magnetit in den Lavafragmenten dieses Tuffes sehr frisch, dagegen fehlt er den Aschenbestandtheilen, und es scheint, dass er in denselben ebenso wie in vielen Basaltgläsern überhaupt nicht ausgeschieden worden sei. Ich kann daher nicht annehmen, dass durch Zersetzung dieses Minerals das rothe, jedenfalls eisenoxydreiche Bindemittel des vorliegenden Tuffes hervorgegangen ist, ich halte dasselbe vielmehr für bei Umwandlung des Glases der Lapilli entstanden.

Fester und consistenter ist der Tuff vom Monte Rosso, jenes Kegels am Fusse des Aetna unweit Catania, welcher sich bei der Eruption des Jahres 1669 aufthürmte. Dieser Tuff besteht aus denselben Gemengtheilen, wie jener von der Serra Giannicola, das Bindemittel ist jedoch farblos.

Die Lapilli weisen in einer ledergelben, bräunlichen, selten

<sup>1)</sup> TSCHERMAK's Min. Mittheil. 1877. pag. 47.

rostbraunen, glasigen Grundmasse zahlreiche Krystallausscheidungen auf; von denselben ist vor Allem der Plagioklas zu nennen, welcher auch hier in ganz derselben Weise in Form von Lamellen und Leistchen wie in den Auswürflingen des Vesuvs, wie in den Sideromelanen Islands, erscheint; kleine, in das Glas völlig eingebettete Kryställchen sind zum Theil als Olivine, zum Theil als Augite zu betrachten. Die grösseren Krystalle sind zumeist bereits zersetzt; fast alle grossen, einschlussreichen Plagioklase erscheinen in eine lichtgelbe, isotrope Substanz umgewandelt, welche sich in Form von Bändern um hie und da erhaltene unzersetzte Reste schlingt, in ganz ähnlicher Weise wie das Umwandlungsproduct des Plagioklases im Lapill vom Papandayan auf Java <sup>1)</sup>, die Augite sind nur randlich und auf Sprüngen angegriffen, die Glassubstanz ist meist noch frisch.

In und um die so beschaffenen Lapilli drängt und quetscht sich ein Brei von Krystallbruchstücken und Glassplittern, Bestandtheile vulkanischer Aschen, welche durch ein farbloses, polarisirendes Cäment zusammengehalten werden, welches auch die isolirten Luftblasen der Lapilli auskleidend auftritt.

Der Tuff vom Basaltfelsen der Motta Sant' Anastasia, welcher sich in der Ebene von Catania erhebt, ist, wie bereits SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN berichtet <sup>2)</sup>, ein Agglomerat von theils neptunischen, theils vulkanischen Bestandtheilen. Unter diesen letzteren wiegen, wie das Mikroskop lehrt, lapillartige Aschenpartikel vor, welche eine tief dunkle, glasige Grundmasse besitzen, in der gewöhnlich nur Plagioklase, seltener Augite ausgeschieden sind. Das Bindemittel hat dieselbe Natur wie das des Tuffes vom Monte Rosso.

Was nun diese Tuffe vor den beschriebenen Palagonittuffen unterscheidend auszeichnet, ist also nicht etwa das Bindemittel, auf das es in diesem Falle ankommen würde, sondern es sind die verkitteten Partikel. Dieselben bestehen in ihnen bald aus glasigen, bald aus krystallinen Massen von verschiedener Grösse, welche auf das Unregelmässigste durcheinander liegen, während sie in den Palagonittuffen im Allgemeinen denselben petrographischen Charakter, gleiche und zwar sehr geringe Grösse und ein inniges Gefüge besitzen. Es verdient noch hervorgehoben zu werden, dass glasige Auswürflinge von den Eigenschaften des Sideromelans bez. des Tachylyts auch in den Tuffen des Aetna auftreten, dass solche also keineswegs als charakterisirend für Palagonittuffe gelten dürfen.

<sup>1)</sup> Vergl. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1878. pag. 113.

<sup>2)</sup> Submar. Ausbrüche, Göttinger Studien 1845. pag. 413.

#### IV. Palagonitführende Gesteine im westlichen Mitteldeutschland.

Die ausgedehnten Basaltvorkommnisse des nordwestlichen Deutschlands sind vielfach innig mit Tuffablagerungen verknüpft, in welchen hie und da Palagonit als Gemengtheil nachgewiesen wurde. Viele solcher Vorkommnisse gleichen in der That ganz auffällig isländischen oder sicilianischen Palagonittuffen. So vor Allem ein Basalttuff von Deute bei Cassel, welcher im Leipziger mineralogischen Museum aufbewahrt wird. Dieser hat im Handstücke ungemeine Aehnlichkeit mit dem schwarzen Tuffe von Militello und ist auch als Palagonittuff etikettirt worden.

Unter dem Mikroskope offenbart sich ebenfalls die erwähnte Aehnlichkeit. Das Gestein besteht nämlich aus lapillartigen, vulkanischen Auswürflingen, welche in einer vorwiegenden, glasigen Grundmasse zahlreiche scharf begrenzte grössere Olivin- und Augitkrystalle, sowie Magnetitkörner und Schaaren spiessiger Augitmikrolithe beherbergen. Letztere offenbaren durch ihre Anordnung eine deutliche Mikrofluctuationsstructur, indem sie sich ganz in der Weise um die Luftblasen herumziehen, wie ich sie aus einem Lapill der Gegend von Gerolstein in der Eifel beschrieb. Die erwähnten Luftblasen sind rundlich begrenzt oder schlauchartig gedehnt, der Regel nach sind sie mit einem gelblichgrünen, radialfaserigen Minerale, seltener mit einem Zeolith erfüllt, dann und wann auch mit einer rehbraunen, undurchsichtigen, mikrokrystallinen vielleicht bolähnlichen Substanz. Zuweilen finden sich mehrere dieser Körper in ihnen angesiedelt; dann erweist sich das grüne, radialfaserige Mineral als älteste Bildung.

Die beschriebenen Auswürflinge zeigen dieselben Umwandlungserscheinungen wie die Sideromelankörner. Ihr Kern ist frisch und besteht aus unverändertem, rehfارbenen Glase, randlich und um die Luftblasen herum sind sie in eine gelbgrüne Substanz umgewandelt, welche durchaus keinen einheitlichen Eindruck macht und sich auch nicht völlig isotrop verhält. Kleinere Fragmente bestehen zuweilen gänzlich aus derselben.

Als Bindemittel dieses Tuffes findet sich theils ein Zeolith, theils jene undurchsichtige rehbraune, „bolähnliche“ Substanz, aber keine Spur eines amorphen Minerals, welches Anspruch auf den Namen Palagonit machen könnte.

Der Basalttuff von der Wilhelmshöhe bei Cassel besitzt,

wie SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN<sup>1)</sup> berichtet, ein palagonitisches Bindemittel. Dies Gestein wird gleich dem von Deute aus lapillartigen Auswürflingen aufgebaut, welche dieselben Ausscheidungen, dieselbe Structur und dieselben Umwandlungserscheinungen, ferner dieselben Ausfüllungen der Luftblasen aufweisen, wie die in jenem. Hin und wieder umschliessen sie Quarzkörner, welche demnach als pseudovulkanische Auswürflinge zu gelten haben.

Das Bindemittel ist dieselbe rehfarbene, undurchsichtige Substanz, welche bereits aus dem Tuffe von Deute, sowie von dem des Bulandstindr erwähnt wurde. Ein Körper also, welcher mit dem Namen Palagonit belegt werden könnte, findet sich im Gesteine überhaupt nicht. Dadurch, dass die Bestandtheile desselben nicht von so gleichem Korne sind, wie im vorigen, wird bedingt, dass es nicht einen so homogenen Eindruck wie dieses gewährt und eine conglomerate Zusammensetzung aufweist. Noch deutlicher tritt dieselbe in einem Tuffe von der Taubenkaute im Habichtswalde hervor, welchen NAUMANN<sup>2)</sup> als „palagonitische Schlackenbreccie“ bezeichnete. Ein Handstück dieses Vorkommnisses im Leipziger mineralogischen Museum, welches in der angeführten Weise von NAUMANN etikettirt ist, lässt über centimetergrosse, schwarze, stark blasige „Schlacken“, nämlich Lapilli, erkennen, welche durch eine graue Substanz, den „Palagonit“, verkittet werden.

Unter dem Mikroskope treten wie im Handstücke vor Allem die Lapilli hervor. Diese haben eine tief braune bis ledergelbe, glasige Grundmasse, in welcher zahlreiche, wohl ausgebildete Krystalle von Augit, Olivin, selten solche von Plagioklas, Magnetit und Amphibol schwimmen. Die grösseren Augite zeigen einen schönen, zonalen Bau. Sie haben oft einen lebhaft grünen Kern, welcher mit einem bleichen Hof umgeben ist. Die Olivine sind unregelmässig gestaltet, oft von Armen der Grundmasse gänzlich durchzogen, deutlich aus einzelnen Individuen aufgebaut. Nur an wenigen Stellen sind die Lapilli randlich etwas zersetzt, d. h. in die mehrfach erwähnte, schwach doppelbrechende Substanz verwandelt.

Höchst eigenthümlich ist das Bindemittel dieses Tuffes. Es besteht aus einer grauen, undurchsichtigen, mikrokrySTALLINEN Masse, in der zahlreiche kleine Splitter von Glas, Augit und Olivin neben vielen Quarzkörnchen eingebettet sind. Dies Gemenge drängt sich wie ein Brei zwischen die einzelnen Lapilli und in deren zugängliche Luftblasen hinein, so dass man oft mitten im Lapill einen Einschluss dieses Bindemittels wahr-

<sup>1)</sup> Skizze von Island, Götting. Stud. 1847. pag. 400.

<sup>2)</sup> N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1869. pag. 197.

zunehmen meint. Die unzugänglichen Luftblasen, d. h. die völlig isolirten sind dagegen hohl geblieben, und nur mit einer dünnen Schicht einer farblosen, wenig anisotropen Substanz austapeziert, wodurch sie im Handstücke matt erscheinen.

Die Tuffe vom Herzberge und Dörrnberge im Habichtswalde gleichen gänzlich dem von der Taubenskaute. Die in ihnen auftretenden Lapilli führen an Ausscheidungen nur Augit, Olivin und Magnetit und schliessen sich daher denen des Tuffes von der Wilhelmshöhe an, selten findet sich ein Quarzkorn pseudovulkanischen Ursprungs in ihnen. Ueber das Bindemittel, welches im Handstücke ein bolartiges Ansehen hat, gilt genau dasselbe, wie über das des Tuffes von der Taubenskaute, es ist, wie in diesem völlig frei von einem „amorphen, weingelben“ Minerale, dem Palagonite, und besteht im Wesentlichen aus durch ein lichtbraunes, undurchsichtiges Mineral verkitteten Splittern der Körper, die sich als Schlacken, d. h. als Lapills aus dem Tuffe hervorheben.

In den Tuffen des Aspenkippel bei Giessen wies STRENG<sup>1)</sup> „ein braunes, wachsglänzendes Mineral mit muscheligem Bruche“ nach, das in „rundlichen, bis 0,75 Cm. grossen Körnern sich im Tuffe findet, dessen Bindemittel aus demselben oder ähnlichem Materiale, nur in unreinerer Form, besteht“. Er beschreibt dasselbe als Palagonit, indem er jedoch auch Bedenken gegen diese Deutung hervorhebt und besonders betont, dass das Mineral in Säure nicht gelatinire.

Die mikroskopische Untersuchung dieser Tuffe, von denen mir in den Sammlungen zu Leipzig und Freiberg aufbewahrte Original-Exemplare STRENG's zur Verfügung standen, lehrt, dass dieselben aus einem Agglomerat lapillartiger Aschenpartikel bestehen, welche durch ein krystallinisches Cäment verbunden sind.

Die meisten derselben sind frisch und völlig unzersetzt, sie besitzen eine rehfarbene, glasige Grundmasse, in der zahlreiche Augitnadelchen und Magnetitkörnchen die grösseren Ausscheidungen dieser Mineralien, sowie solche von Olivin und die nicht seltenen Luftblasen zu umfliessen scheinen und so eine ausgezeichnete Mikrofluctuationsstructur offenbaren. Andere Fragmente sind augenscheinlich angegriffen, ihre glasige Grundmasse ist etwas getrübt, die in ihnen vorkommenden Krystallausscheidungen sind völlig zersetzt und in eine dem Bindemittel gleichende Substanz umgewandelt, dies gilt namentlich vom Olivin. Andere endlich erscheinen fast undurchsichtig, sie sind mit einem schwarzen Pulver überstreut, zwischen dem sich nur

<sup>1)</sup> 14. Jahresbericht der oberhess. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde. Sonderabdruck pag. 12. 14.

selten eine farblose, schwach doppelbrechende Grundmasse erkennen lässt. Es liegt hier dieselbe Umwandlungserscheinung eines ursprünglich homogenen basaltischen Glases vor, welche an manchen Lapilli der Tuffe vom Monte Rosso und der Serra Giannicola wahrnehmbar war.

Quarkörner finden sich sowohl isolirt im Tuffe als auch in dessen vulkanischem Materiale, woraus hervorgeht, dass sie theilweise wenigstens aus der Tiefe stammen; Sandstein- und Grauwackenfragmente treten neben ihnen auf. Bemerkenswerth sind Bröckchen eines Basaltes. Derselbe besitzt einen farblosen, lebhaft polarisirenden Grundteig, in welchem bräunliche, scharf begrenzte Augitkrystalle eingebettet sind. STRENG beobachtete, dass die Hohlräume in den Schlacken dieser Tuffe von einem weisslichen Minerale ausgekleidet würden, das vielleicht als Allophan zu deuten sei. In der That sind die meisten Luftblasen des Lapills austapeziert oder erfüllt mit einem lichtgrünen, sehr schwach polarisirenden Minerale, das zugleich als Bindemittel fungirt und, wie erwähnt, Pseudomorphosen nach Olivin und Augit in den Lapilli bildet.

Das, was STRENG als Palagonit beschrieb, nämlich das „braune, wachsglänzende Mineral“, eine Substanz, welche sich in den zu Gebote stehenden Handstücken deutlich wahrnehmen lässt, erweist sich unter dem Mikroskope als ein randlich zersetztes, sonst frisches Lapill, dessen Hohlräume mit dem erwähnten, lichtgrünen Minerale ausgekleidet sind. Ein amorpher Körper jedoch, welcher als Palagonit in dem Sinne von SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN angesehen werden könnte, findet sich in diesem Tuffe nicht.

Ein Tuff von Climbach bei Giessen, den die Leipziger Sammlung ebenfalls Herrn STRENG zu danken hat, ist von diesem als ein palagonitischer bezeichnet worden. Derselbe besitzt die nämlichen Gemengtheile, wie der vom Aspenkippel, jedoch betheiligen sich an seinem Aufbau weit weniger unzersetzte Lapilli. Die Glasmasse der meisten derselben ist in einen rostbraunen, schwach doppelbrechenden Körper verwandelt. An Krystallausscheidungen finden sich in ihnen Augitmikrolithen, weniger Plagioklasleisten und Magnetitkörner, ferner grössere Augit- und Olivinkrystalle, welche sammt und sonders in eine radialstenglige, traubige, in der Flächenansicht mergelartig zerborstene, lichtbraun-violette Substanz verwandelt sind, die auch das Bindemittel des Tuffes ausmacht und sich schwach doppelbrechend verhält. Ein Körper von den Eigenschaften des Palagonites findet sich nirgends, und ich glaube annehmen zu dürfen, dass auch dieses Gestein auf Grund seiner Führung einer wachsartigen, bräunlichen Masse, welche sich makroskopisch in ihm eingesprengt findet und die sich unter dem Mi-

kroskope als ein umgewandeltes Lapill erweist, als ein Palagonittuff bezeichnet worden ist.

Der Tuff vom Südwestabhange des Beselicher Kopfes bei Limburg a. L. wurde bereits 1847 von F. SANDBERGER<sup>1)</sup> beschrieben als ein Conglomerat, „dessen Kitt aus einem honiggelben, die verkitteten Stücke aber, die sich von einigen Linien Durchmesser bis zu Haselnussgrösse und darüber finden, theils aus einer haarbraunen, nicht bestimmten Masse, theils aus einem braunen Minerale bestehen, was mit dem Palagonit in seinem Verhalten gegen Säuren, vor dem Löthrohre u. s. w. vollkommen übereinstimmt, jedoch theilweise in der honiggelben Varietät nur Kalkspathe besitzt.“ Auf Seite 96 der angeführten Schrift erwähnt SANDBERGER dieses Minerals wieder und sagt: „Es findet sich in braunen und schwärzlichen Massen.“ In den Jahrbüchern des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, 4. Heft 1849, findet sich auf Seite 228 eine Analyse des in Rede stehenden Palagonites mitgetheilt, und die Bemerkung, dass es nicht gelang, vollkommen reine Substanz zu erhalten, „dieselbe war honiggelb bis röthlich braun gefärbt“, und stellte vermuthlich ein Gemenge der oben erwähnten honiggelben und der haarbraunen Substanz dar.

Unter dem Mikroskope erweist sich der Tuff vom Beselicher Kopfe, von dem mir ein von SANDBERGER herrührendes Handstück zur Verfügung stand, als ein Haufwerk von sehr porösen Lapilli, deren ursprünglich rehfarbene, glasige Grundmasse bis auf wenige Reste in eine schmutziggelbe, nicht unbeträchtlich polarisirende Substanz verwandelt worden ist, welch' letztere im Handstücke honiggelb erscheint, während die unzersetzten Theile die haarbraunen Massen bilden. In ihnen finden sich Augitstäbchen, und grössere Krystalle dieses Minerals, Plagioklase und meist gänzlich serpentinisirte Olivine. Die ziemlich häufigen Einschlüsse der Grundmasse in den letzteren und den Augiten sind grösstentheils in eine schmutziggelbe Substanz verwandelt.

Ausserdem finden sich im Tuffe hie und da Quarzkörner, Sandstein- und Basaltfragmente. Das Ganze wird in der Art verkittet, dass sich um die einzelnen Bröckchen eine lichtgrüne, traubige Substanz schmiegt, die auch die Luftblasen der Lapilli ausfüllt und welche dem Bindemittel des Tuffes vom Aspenkippel gleicht; dann folgt eine Zone eines ähnlich struirten lichtbräunlichvioletten Minerals, welches dem Cämente des Climbacher Tuffes gleicht, die noch bleibenden Hohlräume werden von einem Zeolithe eingenommen, hin und wieder auch

<sup>1)</sup> Uebersicht der geolog. Verhältnisse des Herzogthums Nassau 1847. pag. 81.

von einem strohgelben Minerale erfüllt. Alle diese Substanzen polarisiren sehr lebhaft.

Das, was SANDBERGER als Palagonit beschrieben und analysirt hat, ist, wie aus Obigem erhellt, ein Gemenge von zersetzten und unzersetzten, glasigen Lapilli und deren Bindemittel, ein Körper, auf den SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN'S Beschreibung des Palagonits passt, findet sich in diesen Tuffen ebensowenig, wie in den übrigen bisher besprochenen.

Ich möchte hier die Beschreibung eines Basalttuffes vom Wolsberge bei Siegburg unweit des Siebengebirges anreihen, welcher, obwohl bisher noch nicht als Palagonittuff erkannt, mit solchen eine unverkennbare Aehnlichkeit besitzt.

Derselbe besteht vorzugsweise aus Lapilli, welche freilich meist der Zersetzung anheimgefallen sind. Die ursprünglich rehfarbene Grundmasse derselben ist nämlich bis auf wenige Reste in eine gelbliche oder farblose, mit einem intensiv gelben Staub durchdrungene, wenig polarisirende Substanz verwandelt. In ihnen finden sich zahlreiche Plagioklasleistchen, Augit, auf Sprüngen serpentinisirte Olivine und Magnetitkörner, ferner als fremde Einschlüsse Quarze und Grauwackenbruchstücke, welche somit als pseudovulkanische Auswürflinge anzusehen sind.

Verkittet werden die geschilderten Lapilli durch ein gelblich grünes, traubiges Mineral, welches stellenweise allmählich in ihr Umwandlungsproduct überzugehen scheint. Darinnen liegen zahlreiche farblose, rhomboëdrisch aussehende Krystalle, welche mit einer tief rostbraunen Substanz überkleidet sind. Diese giebt dem Tuffe seine eigenthümliche, schmutzig braune Farbe, und dürfte vielleicht als Brauneisenerz anzusehen sein, während das von ihr umhüllte Mineral als Eisenspath zu betrachten wäre. Beide Körper, der grüne und der rostbraune mit seinen farblosen Kernen, füllen auch die Hohlräume in den Lapilli aus.

v. DECHEN<sup>1)</sup> beschreibt diesen Tuff als ein Basaltconglomerat und spricht sich mehrfach dahin aus, dass derselbe in der Weise aus festem Basalt entstand, wie die Trachyttuffe des Siebengebirges, mit denen er durch viele Uebergänge verbunden ist, durch Zerstörung und Verwitterung fester Trachytmassen gebildet wurden. Die mikroskopische Untersuchung ergibt jedoch, dass dieses Gestein, welches nach v. DECHEN'S Angabe grössere Brocken eines porösen, zelligen und blasigen Basaltes umschliesst, aus lockeren, vulkanischen Auswürflingen aufgebaut ist, und ein Gleiches gilt, wie ich hier bemerken möchte, auch von den Trachyttuffen der Ofenkuhle, des Quegsteines, des Langenberges, vom Fusse der Kleinen Rosenau, sowie der Ge-

<sup>1)</sup> Geognost. Führer durch das Siebengebirge pag. 227. 241.

gend von Königswinter im Siebengebirge, welche, wie das Mikroskop lehrt, aus einem feinem Bimsteinstaube aufgebaut werden.

Es dürfte sich empfehlen, mit grösserer Schärfe als bisher geschehen, Tuffe und Conglomerate zu trennen. Tuffe sind keineswegs ausserordentlich feinkörnige Conglomerate, also Anhäufungen von Trümmern bereits verfestigter vulkanischer Gesteine, sondern sind durch Verfestigung loser vulkanischer Auswürflinge entstanden, und nehmen je nach der Grösse derselben einen verschiedenartigen Habitus an. Da, wo sie aus Aschen und Sanden gebildet sind, werden sie fast dicht und homogen erscheinen; da jedoch, wo sie aus Anhäufungen groben vulkanischen Schuttes, mehrere Kubikmeter grosser Projectile<sup>1)</sup>, entstanden, werden sie das Aussehen grober Conglomerate gewinnen. Von solchen sind sie aber durch ihre Bildungsweise ausserordentlich verschieden und es dürfte auch wohl in den meisten Fällen möglich sein, sie von solchen petrographisch zu unterscheiden, da sich ein Projectil seiner Form und Structur nach vor Geröllen auszeichnet und durch beides seine Bildung als Individuum offenbart. Conglomerate vulkanischer Gesteine lassen auf Zerstörung von solchen im festen Zustande schliessen, Tuffschichten dagegen beweisen, dass eine flüssige Lava zerstäubt worden ist, und das ist ein wesentliches Moment. Das Auftreten echter Tuffe in einer Formation weist darauf hin, dass während deren Bildung dieselben vulkanischen Kräfte thätig waren, wie heute. Wenn vorstehende Untersuchungen zwar nirgends Palagonit in den Tuffen des nordwestlichen Deutschlands nachweisen, so ergeben sie doch, dass die Eruption der dortigen Basalte in derselben Weise vor sich ging, wie die der heutigen Laven, und dasselbe gilt natürlich auch von den Trachyten der Siebengebirges. Es erhellt somit aus ihnen, wie in „keiner Weise zu rechtfertigen und ganz unwissenschaftlich“<sup>2)</sup> auch in dieser Beziehung die Trennung der Trachyte und Basalte von den trachytischen und basaltischen Laven ist, der zu Liebe Tuffe mit Conglomeraten identificirt wurden.

<sup>1)</sup> SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN erwähnt „Felsblöcke von 4–5 M. in jeder Dimension“, kleinere von 1 Kbm. bemerke man häufig; Vulkanische Gesteine pag. 155.

<sup>2)</sup> K. v. FRITSCH und W. REISS, Geolog. Beschreibung der Insel Tenerife 1868. pag. 283.

Ueber die von MITSCHERLICH und J. ROTH zuerst beschriebenen Palagonittuffe der Eifel hat HUSSAK <sup>1)</sup> neuerdings werthvolle Mittheilungen gemacht, woraus hervorgeht, dass sich an deren Aufbau vornehmlich poröse „Sideromelankörner“ mit Krystallausscheidungen von Augit, Olivin und Picotit, von Leucit und Magnetit betheiligen, welche sicher nur als Lapilli einer basaltischen Gesteinsmischung angesehen werden dürfen. Ferner erhellt aus dem angeführten Aufsätze, dass in diesen Tuffen ebenfalls keine amorphe Substanz nachgewiesen wurde, welche irgend welches Anrecht auf den Namen Palagonit hat. Wenn somit zwar kein eigentlicher Grund vorliegt, diese Gesteine als Palagonittuffe zu bezeichnen, so mag dies doch in Anbetracht der mehrfach hervorgehobenen Aehnlichkeit mit den Normalpalagonittuffen von Militello und vom Seljadal als gerechtfertigt erscheinen. Darin jedoch kann ich meinem werthen Freunde nicht beipflichten, dass die Eifeler Tuffe gerade auf Grund ihrer Führung von Leucit und Magneteisen im Gegensatze zu allen anderen Palagoniten ständen, denn letztgenanntes Mineral findet sich, wie oben angeführt, in allen hessischen Palagonittuffen und ist in den Gesteinen von Militello durchaus nicht gänzlich abwesend; ferner entdeckte bereits 1866 LASPEYRES <sup>2)</sup>, dass die Leucittuffe der Gegend des Laacher Sees Palagonit führten.

Mir standen diese letzteren Gesteine leider nicht zur Verfügung; ein weisser Tuff von Rieden, welchen ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, ist offenbar nicht der, welchen LASPEYRES meint. Derselbe besteht aus fast völlig farblosen, stark porösen, leucitreichen Lapilli, welche durch ein licht bräunliches, mikrokrySTALLINISCHES Bindemittel verkittet werden.

Die farblose Grundmasse der Lapilli verhält sich theils völlig amorph, theils ist sie schwach doppelbrechend, sie muss jedenfalls als ein theilweise verändertes Gesteinsglas angesehen werden. Sie umschliesst zahlreiche Krystalle von Leucit, welche meist in eine dem Bindemittel gleichende Substanz umgewandelt sind, und da diese auch die Luftbläschen der Lapilli ausfüllt, so ist es bei der Farblosigkeit des Ganzen nicht in jedem Falle möglich, einen rundlichen, zersetzten Leucitkrystall von einer runden ausgefüllten Luftblase zu unterscheiden. Die Existenz beider muss jedoch als erwiesen gelten, die der Leucite, durch häufige, wohlbegrenzte Krystalldurchschnitte, die der Luftblasen durch ihre oft schlauchartig gedehnte Form.

Ich habe schliesslich noch Krystalle von Sanidin, Augit

<sup>1)</sup> Die basaltischen Laven der Eifel a. a. O.

<sup>2)</sup> Beiträge zur Kenntniss der vulkanischen Gesteine des Niederrheins, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1866. pag. 361.

oder Amphibol zu erwähnen, welche sich im Tuffe wahrnehmen lassen, von denen ich jedoch nicht feststellen konnte, ob sie innerhalb der Lapilli oder lose auftreten, dasselbe gilt von Fragmenten devonischer Gesteine. Jedenfalls ist aber das Vorkommen von zwar theilweise zersetzter Glassubstanz in diesem Tuffe bemerkenswerth, weil die Leucit-Nephelin-Sanidin-Gesteine, welche in Verbindung mit demselben auftreten, ganz glasfrei sind.

Nach dem Zeugnisse von GERHARD VOM RATH<sup>1)</sup> haben die Leucittuffe von Rieden am Laacher See eine ganz auffallende Aehnlichkeit mit den Leucittuffen der Umgegend Roms, weshalb es gestattet sein möge, einige Bemerkungen über dieselben hier anzuschliessen.

Von dem Bröckeltuffe<sup>2)</sup>, auf welchem die Stadt Rom erbaut ist, verehrte mir Herr KJERULF in Christiania einige Scherben. Die mikroskopische Untersuchung derselben lehrte, dass das genannte Gestein aus einem Haufwerke von lapillartigen Gebilden besteht, welche nur lose durch ein zeolithisches Bindemittel verkittet sind. Die meisten Lapilli sind ausserordentlich porös, geradezu schaumig und voller kleinen Leucitkryställchen. Diese sind überaus reich an regelmässig gelagerten Einschlüssen, und sie reizen immer von Neuem, die Präparate zu mustern; bald zeigen sie concentrische Ringe von Interpositionen, bald sind diese letzteren radiär angeordnet und lassen zwischen sich ein weisses Kreuz reiner Leucit-substanz erkennen, oder werden von dieser so umschlossen, dass dieselbe wie ein Rädchen mit zahlreichen Speichen erscheint; einmal endlich liess sich in einem Leucitkrystalle ein Stern radiär angeordneter Augitmikrolithen erkennen. Neben diesen Leuciten, welche regelmässig die bekannten achtseitigen Durchschnitte aufweisen, finden sich in sehr zurücktretender Menge Hexagone, welche sich indifferent unter gekreuzten Nicols verhalten und wohl als Nephelindurchschnitte zu deuten sind. Ein farbloses, lebhaft polarisirendes Mineral dürfte als Sanidin anzusehen sein. Zu erwähnen sind endlich Augit- und Biotitkrystalle. Alle die angeführten Mineralien liegen in der glasigen Grundmasse der Lapilli eingebettet und werden in derselben von zahlreichen, zierlichen Augitmikrolithen umfluthet.

Nur in wenigen Fällen ist die letztere in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit erhalten. Häufig ist sie gänzlich entfärbt und erscheint völlig farblos, ebenso wie die Lapilli im Tuffe von Rieden, sie verhält sich jedoch auch dann noch amorph;

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1866. pag. 497.

<sup>2)</sup> Vergl. hierüber NAUMANN, Geognosie Bd. III. pag. 423.

öfter lässt sie jedoch röthliche oder bräunliche Fleckchen in sich erkennen, welche bei Umwandlung des ursprünglich rehfarbenen Glases entstanden sind. Selten, besonders im Tuffe vom Monte Sacro, finden sich grössere Parteen dieses letzteren, dieselben erscheinen sideromelanähnlich, sind ärmer an Krystallausscheidungen und weniger porös als die Mehrzahl der Lapilli, es kommen nur vereinzelt wohlausgebildete Leucite in ihnen vor, welche im Glase gleichsam schwimmen.

Das Bindemittel dieser Tuffe ist, wie erwähnt, eine zeolithische Substanz. Dieselbe kleidet auch die Luftblasen der Lapilli als eine sehr dünne Schicht aus. Es bleiben jedoch viele Hohlräume im Gesteine, so dass dasselbe sehr porös und locker erscheint, weshalb es mit Recht als ein Bröckeltuff bezeichnet wird.

Fester und consistenter sind die Tuffe, welche den Monte Verde zusammensetzen, weshalb sie als Steintuffe bezeichnet wurden. Sie haben eine rothe Farbe — *pietra rossa* —, welche sie der rothbraunen Grundmasse der Lapilli verdanken, aus denen sie fast ausschliesslich aufgebaut sind.

Diese letzteren sind offenbar reich an Leucit gewesen. Charakteristische, achteckige Durchschnitte dieses Minerals lassen sich in ihnen massenhaft beobachten; nicht minder jene regelmässigen Interpositionen, welche entweder kreuzförmige Parteen zwischen sich lassen, oder in concentrische Ringe geordnet sind. Die Leucitsubstanz selbst ist jedoch in ein farbloses, lebhaft polarisirendes, radialfaseriges Mineral umgewandelt worden, welches zwar als ein Zeolith, nicht aber als Analcim gelten kann. wofür es von G. VOM RATH angesehen wird. Dasselbe bildet auch das Bindemittel des Tuffes und umschliesst als solches hie und da regelmässig angeordnete Glaskörnchen, welche augenscheinlich von isolirten, gänzlich zersetzten Leuciten herrühren.

Trotzdem dass die Grundmasse der Lapilli durchaus keinen einheitlichen und homogenen Eindruck macht, ist sie völlig isotrop. Sie ist porös, öfters schaumig, ihre Luftblasen sind der Regel nach mit dem erwähnten zeolithischen Minerale ausgefüllt. Ausser den Leuciten beherbergt sie nur sehr selten Augit und Biotit, welche in Form grösserer Krystalle zuweilen nur mit einer zarten Glashaut überzogen sich im Tuffe finden.

So gross die Aehnlichkeit der Tuffe vom Laacher See und der der Umgebung Roms auf Grund der Führung von Leucit ist, so gross ist die Verschiedenheit derselben, wenn man beachtet, dass sie hier mit Leucitlaven als deren Typus die vom Capo di Bove gelten kann, also mit einem Basalte in Verbindung stehen, während sie dort der Eruption der eigenthümlichen Leucit-Nephelin-Sanidin-Gesteine ihren Ursprung

verdanken, welche mit Recht zu den Phonolithen gerechnet werden. Hier hat man es also mit Basalttuffen, oder wenn man will mit Leucitophyrtuffen, zu thun, dort mit solchen eines allerdings etwas eigenthümlichen Phonolithes, und es dürfte sich umsomehr empfehlen, diese Bezeichnungen der Benennung Leucittuff vorzuziehen, als diese letztere durchaus nicht in das Schema der Nomenclatur der Tuffe passt; denn wenn man von Basalt-, Phonolith-, Trachyt-, von Porphyry- und Diabas-Tuffen spricht, kann es füglich nicht erlaubt sein, von Leucittuffen zu reden.

## VI. Palagonittuff vom Hohenhöwen im Hegau.

### Basalttuffe Schwabens.

Von den Tuffen des südwestlichen Deutschlands ist nur der vom Hohenhöwen im Hegau unweit des Bodensees als palagonitführend bekannt. K. v. FRITSCH<sup>1)</sup> beobachtete, dass die einzelnen Lapilli, welche dies Gestein bilden, sich entweder in ihren Umrissen, oder als Kern der palagonitischen Masse erkennen lassen.

Unter dem Mikroskop erweist sich dieser Tuff als ein Agglomerat lapillartiger, vulkanischer Auswürflinge. Diese haben eine gelbe, glasige Grundmasse, in welcher Augitstäbchen, Nepheline, Leucite, Olivine und Magnetitkörnchen schwimmen, während der Basalt des Hohenhöwens nach MÖHL<sup>2)</sup> geradezu doleritisch zusammengesetzt ist und keine Spur von Glasmasse, aber auch keine Leucite aufweist. Die Nephelinsäulchen sind reich an gesetzmässig eingelagerten Einschlüssen, ihre Basis ist öfters nicht ausgebildet, es stülpt sich die Grundmasse sackartig in sie hinein, so dass sie im Längsschnitte eine zangenförmige Endigung zeigen. (Vergl. Fig. 1.) Ebenso wie die Leucite sind sie gänzlich zersetzt und in eine anscheinend isotrope Masse (Analcim?) verwandelt.

Figur 1.



Eine ähnliche, wenn nicht dieselbe, erfüllt die zahlreichen Luftblasen der Lapilli. Auch die Olivine sind zersetzt, jedoch nicht serpentinisirt, sondern in eine rostbraune Substanz verwandelt. Stellenweise finden sich in der gelben Grundmasse dunkelbraune, unregelmässig verlaufende Partien, welche in der Regel arm an Krystallausscheidungen sind, und zuweilen mit einem Kranze von Augitnadeln umgeben werden. Andere Lapilli zeigen die bereits mehrfach erwähnten Zer-

<sup>1)</sup> N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1865. pag. 652. 653.

<sup>2)</sup> Ueber einige Basalte Badens, N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1873. pag. 838.

setzungserscheinungen, sie sind von einem schwarzen Staube durchdrängt, zwischen dessen einzelnen Partikelchen sich hie und da eine farblose, isotrope Grundmasse erkennen lässt.

Das Bindemittel dieses Tuffes ist eine rothbraune, schwach doppelbrechende Substanz, welche manche Luftblasen der Lapilli ausfüllt und dem Umwandlungsproducte des Olivins gleicht. Ein amorphes Mineral von den Eigenschaften des Palagonites findet sich in diesem Tuffe nicht.

Der Basalttuff von der Küller Mühle unweit Essingen in der schwäbischen Alb gleicht im Handstücke sowohl als auch unter dem Mikroskope dem vom Hohenhöwen; er besteht vorzugsweise aus lapillartigen Aschentheilchen, welche durch ein braunes Cäment lose verbunden sind, so dass das Gestein sehr cavernös erscheint.

Nur die wenigsten Lapilli lassen eine braune, unzersetzte, glasige Grundmasse erkennen, die meisten sind in der mehrfach dargelegten Weise von einem schwarzen Staube getrübt, welcher den farblosen Grund fast gänzlich verhüllt. Kleine Augite, Olivine und Magnetit sind in ihnen die constanten Krystallausscheidungen, und selten führen sie Nephelinsäulchen. Die grösseren Augite zeigen auch hier, ebenso wie die im Tuffe von der Taubenkaute im Habichtswalde, einen grasgrünen, lebhaft polarisirenden Kern, welcher mit einem lichten, gebleicht aussehenden Hofe umgeben ist. Die nicht allzu zahlreichen Luftblasen sind mit einer grünlichgelben bis rostfarbenen, radiaalfaserigen, doppelbrechenden Substanz ausgekleidet, welche auch das Bindemittel des Tuffes bildet, indem sie sich um die einzelnen Bestandtheile desselben wie ein traubiger Saum schlingt.

Gneissfragmente, Quarzkörner und Trümmer anderer bei Essingen nicht anstehender Gesteine sind diesem Tuffe in nicht unbeträchtlicher Zahl beigemengt, und müssen als pseudovulkanische Auswürflinge gelten.

Einige andere Basalttuffe der schwäbischen Alb, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, nämlich Vorkommnisse von Owen und Dettingen zeigen makroskopisch und mikroskopisch manche bemerkenswerthe Unterschiede von den bisher besprochenen Tuffen, so dass es sich empfehlen dürfte, sie in den Kreis dieser Betrachtungen zu ziehen, und dies um so mehr, als ROSENBUSCH<sup>1)</sup> auf den merkwürdigen Umstand aufmerksam macht, dass diese Gesteine von ANGER<sup>2)</sup> als Tuffe von Feldspathbasalten beschrieben werden, während doch die compacten Basalte der Alb zu den Nephelinbasalten gehören

<sup>1)</sup> Physiogr. d. mass. Gest. pag. 547.

<sup>2)</sup> TSCHERMAK's mineral. Mitth. 1875. pag. 169 - 171.

und völlig plagioklasfrei sind, wie ZIRKEL und MÖHL<sup>1)</sup> nachgewiesen hatten, ehe ANGER seine Arbeit schrieb.

Ein Tuff vom Karpfenbühl bei Dettingen besteht, wie sich bei Betrachtung unter dem Mikroskop ergibt, aus mehr oder minder runden Fragmenten eines basaltischen Gesteines. Nur in wenigen Fällen ist dasselbe frisch und zeigt in einer rothbraunen, glasigen Grundmasse zahlreiche Krystalle mit sechsseitigem Querschnitte, deren Deutung als Nephelin nicht dem geringsten Zweifel unterliegen kann. Daneben finden sich Körnchen von Magnetit und eines gelben, durchsichtigen Minerals, das sich theils isotrop, theils anisotrop verhält, und das ich, auf Grund seiner Aehnlichkeit mit dem von BOŘICKÝ<sup>2)</sup> als Gesteinsgemengtheil entdeckten Perowskit für solchen halten möchte. Es tritt dasselbe in kleinen Oktaedern und Würfeln, häufig in einer Combination beider Formen auf. Innerhalb der erwähnten Fragmente finden sich öfters grössere Krystalle von Olivin; Augite konnte ich jedoch nicht bemerken.

Der Regel nach sind die beschriebenen Körper ausserordentlich zersetzt, der Olivin ist serpentinisirt und lässt oft kaum einen unzersetzten Kern erkennen, die glasige Grundmasse ist in eine lichtgrüne, polarisirende, der Nephelin in eine zeolithische Masse verwandelt worden. Dergleichen Fragmente setzen fast ausschliesslich den Tuff vom Calvarienbühl bei Dettingen zusammen, von welchem mir Herr ZIRKEL ein Präparat zur Verfügung stellte. Ich kann in demselben schlechterdings keine Spur von Plagioklas entdecken und glaube, dass ANGER die zeolithisirten Nepheline für dies Mineral angesehen hat. Bemerkenswerth ist, dass, wie ANGER hervorhebt, in manchen Fragmenten die Basaltsubstanz grosse Olivinkrystalle umhüllt und dass Nephelinsäulchen diese letzteren geradezu umfliessen.

Noch intensiver sind die Basaltbröckchen in einem Tuffe verwittert, als dessen Fundpunkt Dettingen bei Urach angegeben ist. Dieselben sind gänzlich in eine grünliche, serpentinähnliche Substanz umgewandelt, welche mit zahlreichen Calcit rhomboedern geradezu gesprenkelt ist. Grössere, leidlich homogen aussehende Partien in derselben müssen auf Grund ihrer Umrisse als ehemalige Olivine, häufige stabförmige dagegen als Nepheline gelten. Das Magnet Eisen ist gänzlich entfernt, nur das als Perowskit gedeutete Mineral ist unverändert geblieben und hebt sich schön aus dem grünlichen Grunde hervor.

Es muss diese eigenthümliche Serpentinisirung der Basalt-

<sup>1)</sup> Württemb. naturw. Jahreshfte 1874.

<sup>2)</sup> Sitzungsber. d. math.-naturw. Cl. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. 1876.

fragmente als um so auffälliger bezeichnet werden, als die neben ihnen auftretenden Kalksteinbröckchen fast völlig unverändert geblieben sind und nur hie und da randlich in die grüne, serpentinarartige Masse verwandelt sind. Im Handstücke erinnert das Gestein mehr an Serpentin als an einen Basalttuff; es hat eine gleichmässig grüne Farbe und zeichnet sich nur durch zahlreiche Kalkeinschlüsse aus. Herr LANKISCH hatte die Gefälligkeit, eine kleine Probe chemisch zu untersuchen. Es fand sich, dass in Salzsäure 77,5 pCt. löslich waren, in Kalilauge weitere 20,7 pCt., der unlösliche Rückstand von 1,7 pCt. wurde mit saurem schwefelsauren Kali in lösliche Form gebracht. Es zeigte sich dann auf Zusatz von Wasser eine starke Trübung; beim Behandeln mit Salzsäure und Zink trat jedoch keine auf Titansäure deutende violette Färbung ein; der gesammte Rückstand war freilich nicht bedeutend genug, um ihn genau zu analysiren, und hoffentlich gelingt es mit ausreichenderem Materiale die Gegenwart des Perowskits in diesen Tuffen mit grösserer Sicherheit nachzuweisen, als mit den mir zur Verfügung stehenden Splintern.

Das Bindemittel aller dieser Tuffe von Dettingen erscheint in der Weise, wie es ANGER vom Vorkommnisse des Calvarienbühls ausführlich beschrieben worden ist. Es sind nämlich die einzelnen Bestandtheile von kleinen Calcit-Rhomboëdern umkränzt, dann folgt eine Zone eines deutlich geschichteten, grünen Minerals, vermuthlich Serpentin, und der noch übrig bleibende Raum wird von Kalkspath erfüllt.

Ein Basalttuff von Owen in der schwäbischen Alb gewährt unter dem Mikroskop ganz dasselbe Bild, wie die eben beschriebenen. Er besteht aus zahlreichen rundlichen Basaltbröckchen, Kalkstein- und Schieferfragmenten, welche durch Calcit verkittet sind. Die Basaltbröckchen besitzen eine entweder hellbraune, an Magnetit reiche, oder eine dunkelbraune, am genannten Erze arme, glasige Grundmasse. In derselben schwimmen bis über 1 Mm. lange Säulchen, deren Deutung als Nephelin nicht dem geringsten Zweifel unterliegen kann, ferner grössere Olivinkrystalle. Das Bindemittel besteht, wie bereits ANGER erkannte, vorzugsweise aus Kalkspath, welcher die einzelnen Bestandtheile umschlingt; etwa noch vorhandene Räume werden von einem stroh- bis goldgelben, verworrenfaserigen Minerale eingenommen.

Ein anderer Tuff von Owen hat dieselben Gemengtheile; die Basaltfragmente sind jedoch der Regel nach mehr zersetzt, ihre glasige Grundmasse ist in ein farbloses, meist aber schmutzig getrübbtes Aggregat kleiner polarisirender Körnchen verwandelt, über welches zierliche, gelbe, radiaalfaserige Mineralgruppen, seltener Calcit-Rhomboëder ausgestreut sind;

die Nepheline sind sammt und sonders in ein zeolithisches Mineral verwandelt, die Olivine in Serpentin; frisch sind lediglich die Magneteisenoktaeder, die Perowskitkörner, sowie höchst vereinzelte Augit-, Hornblende- und Biotitkrystalle geblieben. Die drei letztgenannten Mineralien, sowie der Olivin und seltener Nephelin treten in grösseren Individuen, also gleichsam porphyrisch, auf; sie bilden nicht selten den Kern eines Basaltfragmentes und sind dann von den kleinen Nephelinsäulchen geradezu umflossen. Kleinere Augitkrystalle und Mikrolithen dieses Minerals fanden sich im Allgemeinen nicht, nur einmal wurde ein wahrer Filz derselben beobachtet und zwar an Stelle eines offenbar nicht zur Ausbildung gelangten grösseren Krystalles.

Eigenthümlich ist das Bindemittel dieses Tuffes. Die einzelnen Bröckchen sind nämlich mit einer schmalen Zone einer mikrokrystallinen, grauen Substanz umgeben, darauf folgt ein breiterer Saum eines amorphen, farblosen Minerals, das vielleicht als Chalcedon angesehen werden darf, und das Uebrige wird von Calcit erfüllt. In dem amorphen Saume finden sich zahlreiche, farblose Körner von undeutlichen, meist rundlichen Conturen, dieselben verhalten sich schwach doppelbrechend und lösen sich nicht in Salzsäure.

Ich war lange zweifelhaft, ob die letztbeschriebenen Gesteine als Tuffe oder als Basaltconglomerate zu gelten haben. Die in ihnen auftretenden Basaltfragmente unterscheiden sich zwar von den durch HUSSAK <sup>1)</sup> ebenfalls als Perowskit-führend erkannten Basalten der schwäbischen Alb durch ihre glasige Grundmasse, denn die letzteren sind, wie die Untersuchungen MÖHL's im Allgemeinen darthaten und wie besonders aus einer Bemerkung von ROSENBUSCH <sup>2)</sup> hervorgeht, durchaus krystallin. Andererseits aber gleichen sie nicht jenen porösen, lapillartigen Gebilden, welche in den Tuffen gemeinlich aufzutreten pflegen, und könnten überhaupt unter den mir bekannten lockeren, vulkanischen Auswürflingen höchstens mit einer Lavathräne vom Aetna verglichen werden, welche ich früher beschrieben habe. Einzelne dieser Fragmente haben zweifellos als Trümmer fester Massen, sei es von der bereits verfestigten Lava, sei es von lockeren Auswürflingen, zu gelten; es sind dies jene in den Tuffen des Karpfenbühls, die meisten in zuerst beschrieben von Owen. Man kann an diesen oft beobachten, wie ein grösserer Krystall durch die Begrenzung des Fragmentes quer oder der Länge nach durchschnitten wird. Anders verhält es sich aber mit jenen Bröckchen im Tuffe vom Calvarienbühl und dem zuletzt besprochenen von Owen, wo die grösseren

<sup>1)</sup> Die basaltischen Laven der Eifel a. a. O.

<sup>2)</sup> Physiogr. d. mass. Gest. pag. 505.

Krystalle stets gänzlich in den Basalt eingebettet sind und von Nephelinsäulchen umflossen erscheinen. Dieser Umstand lässt sich nur dadurch erklären, dass diese Bröckchen von vorn herein als solche von einer noch beweglichen, also flüssigen Masse gebildet wurden. Sie müssen daher als vulkanische Auswürflinge betrachtet werden, als Lavathränen, und die oben kennen gelehrten Gesteinstrümmer können, wie sich aus der Anordnung der Krystallausscheidungen in ihnen ergibt, in sehr vielen Fällen als Bruchstücke und Splitter solcher Lavathränen gelten. Ganz ähnliche vulkanische Auswürflinge hatte ich im Phonolithtuffe des Hohentwiel im Hegau zu beobachten Gelegenheit. In demselben kommen, aus dem Gesteine sich leicht herauslösend, häufig Kugeln vor, welche B. v. COTTA<sup>1)</sup> als Lavakugeln erwähnt. Später deuteten K. v. FRITSCH<sup>2)</sup> und STÖHR<sup>3)</sup> dieselben als Pisolithen und schlossen aus deren Auftreten auf die Mitwirkung des Wassers bei der Bildung des Tuffes. Stellenweise nehmen dieselben derart überhand, dass der letztere ein conglomeratähnliches Aussehen erlangt.

Ich habe besonders in ungarischen Trachyttuffen, sowie in dem Pompeji bedeckenden Tuffe die mikroskopischen Eigenthümlichkeiten der Pisolithen studiren können. Dieselben bestehen aus einem Kerne gröberer Materialen und einer ausserordentlich feinkörnigen Schale und setzen sich aus denselben Bestandtheilen zusammen, wie der Tuff überhaupt, also z. B. aus Bimssteinstaub. Ihre Structur steht somit im vollsten Einklange mit ihrer wohl zuerst von P. SCROPE<sup>4)</sup> erkannten Bildungsweise als durch Regentropfen zusammengebackene Aschenbestandtheile. Anders verhalten sich die Kugeln aus dem Tuffe des Hohentwiel. Diese bestehen lediglich aus Phonolith, welcher sich durchaus nicht von dem Gipfelgesteine dieses Berges unterscheidet, also keine besondere glasige Ausbildung erkennen lässt und aus einem filzigen Grundteige von Nephelin und Sanidin, sowie von grünen Nadeln eines amphibol- oder pyroxenartigen Minerals besteht, welchem grosse Augite, Hornblendekrystalle und Biotitschuppen eingelagert sind.

Die Anordnung der Nephelinsäulchen in diesen Kugeln offenbart jedoch zweifellos deren Natur als vulkanische Auswürflinge. Nirgends konnte ich beobachten, dass sie durch die Begrenzungsfläche des Fragmentes durchschnitten werden, überall schmiegen sie sich derselben an und umziehen Granit- und

<sup>1)</sup> N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1853. pag. 684.

<sup>2)</sup> Ebenda 1865. pag. 668. 671.

<sup>3)</sup> Ebenda 1866. pag. 73.

<sup>4)</sup> Geol. Trans. 2<sup>nd</sup> ser. vol. II. pag. 346., cit. in LYELL. Princ. of Géol. 11<sup>th</sup> ed. vol. I. pag. 643.

Gneissbruchstücke, häufig auch grössere Krystalle von Augit und Amphibol oder Biotit, welche den Kern der oft sehr kleinen, häufig nicht 1 Mm. Durchmesser habenden Kugel umgeben, wodurch die Ansicht CORRA's über deren Entstehung bestätigt wird. Es verdient noch erwähnt zu werden, dass ein besonders gut wahrnehmbares Gneissfragment mit einem blassbraunen Saume umgeben ist, welches sich isotrop verhält. In demselben haben sich zahlreiche grüne (Augit?) Nadelchen angesiedelt, welche vom Einschlusse stachelähnlich ausstrahlen.

Besonders auffällig erscheint mir, dass die Grundmasse, in welcher diese Kugeln eingebettet sind, in keiner Weise lapillartige Gebilde erkennen lässt, nicht einmal jenes fast verschwommen erscheinende Gewirre von den zierlichsten Bimssteinflöckchen, welches trachytische Tuffe und auch die Phonolithtuffe von Schackau in der Röhn auszeichnet. Sie besteht lediglich aus einem schmutzigen, mergeligen, also sehr kalkspathreichen Brei, in welchem sich zahlreiche Krystallsplitter der Phonolithminerale eingebettet finden.

## VII. Palagonittuffe von Gleichenberg in Steiermark.

In den zum Theil quarzführenden Basalttuffen der für die Geschichte der Geologie so wichtig gewordenen Gegend von Gleichenberg in Steiermark entdeckte K. J. ANDRA<sup>1)</sup> ein lichtbräunliches, schwarzes oder schwärzlich grünes Mineral vom Aussehen des Obsidians, welches er als Palagonit erkannte. Später gelang es ANGER<sup>2)</sup>, offenbar unbeeinflusst von ANDRA's Bericht, diese Entdeckung zu wiederholen, er kommt zu dem Schlusse, dass „die Beschaffenheit und ganze Erscheinungsweise des Palagonits in diesen Tuffen auf's Neue die Ansicht von ROSENBUSCH bestätigt, dass genannte Substanz ein unmittelbares Product vulkanischer Thätigkeit, ein besonders wasserreiches, glasiges Gestein sei“. Er gedenkt dann noch des Quarzes, „welcher im directen Gegensatz zu den angeführten vulkanischen Auswürflingen steht“, und bezeichnet diese Palagonittuffe als „quarzführende, deren Vorkommen bisher noch nicht bekannt war.“

Die sandsteinähnlichen, nach ANDRA palagonitführenden Tuffe des Röhrkogel sind vermuthlich die von ANGER untersuchten. An ihrem Aufbaue betheiligen sich vor Allem Lapilli, weniger Gerölle basaltischer und andesitischer Gesteine,

<sup>1)</sup> Bericht über die Ergebnisse geognostischer Forschungen in Steiermark, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. VI. 1855. pag. 272.

<sup>2)</sup> TSCHERMAK's Mineral. Mittheil. 1875. pag. 171.

Quarzkörner, Augit- und Sanidinsplitter, seltener solche von Amphibol oder Biotit.

Die Lapilli treten im Handstücke als bräunliche Massen hervor und entsprechen dem Palagonite ANDRÄ's. Unter dem Mikroskope erscheinen dieselben als unregelmässig begrenzte, feinporige, rehfarbene, selten kaffeebraune Glaspertien mit einer Reihe von Krystallausscheidungen und wurden in dieser Form von ANGER, in offenbar starker Beeinflussung von ROSENBUSCH's Mittheilungen, als Palagonit beschrieben. Zahlreiche Augitmikrolithen zeigen durch ihre Anordnung in ihnen eine deutliche Mikrofluctuationsstructur, seltener führen sie Plagioklaskryställchen, welche sich entweder als Leistchen oder als die charakteristischen Rhomboëde darstellen; Olivine finden sich in ihnen sowohl in grösseren, porphyrischen Krystallen, als auch in ausserordentlich zierlichen Kryställchen von der Combination  $\infty P$ ,  $2\bar{P}\infty$ , wozu sich häufig  $\infty\bar{P}\infty$ , seltener  $\infty\bar{P}\infty$  gesellen, dieselben sinken bis zu einer so geringen Grösse herab, dass sie gänzlich in die Glasmasse eingebettet erscheinen. Demungeachtet gestatten sie alle ihre Verhältnisse auf das Genaueste zu studiren, und, wenn sie sich aneinanderlegen, den Bildungsprocess grösserer Krystalle zu verfolgen. Das rehfarbene Glas ist randlich etwas zersetzt und erscheint mit einem Saume einer goldgelben, schwach doppeltbrechenden Substanz umgeben, in welche kleinere Fragmente gänzlich übergeführt sind. In einer Anzahl Lapilli endlich ist es in der bereits mehrfach erwähnten Weise mit einem schwarzen Staube getrübt.

Ein goldgelbes traubiges, lebhaft polarisirendes Mineral umschliesst als ein schmales Band alle die angeführten Bestandtheile des Tuffes, demselben die charakteristische gelbbraune Färbung ertheilend. Alle Luftblasen der Lapilli, ausgenommen die kleinsten, ferner die noch verbleibenden Zwischenräume zwischen den einzelnen Gemengtheilen werden durch Calcit erfüllt.

Ein grauer Tuff vom Wirberge enthält weit weniger Lapilli, welche hie und da grössere Plagioklaskrystalle führen, aber mehr Quarzkörner, sowie Fragmente andesitischer und trachytischer Gesteine. Sein Bindemittel besteht fast ausschliesslich aus Calcit, welcher stellenweise schmutzig getrübt ist. Ein graues Gestein von der Krugfabrik führt endlich so wenige vulkanische Auswürflinge, dass es füglich als Sandstein gelten kann. Quarzkörner, Kalkstein-, Basalt-, Andesit- und Trachytbruchstücke, sowie wenige stark zersetzte Lapilli werden durch ein schmutziges, lebhaft polarisirendes Bindemittel verkittet.

Diese Gesteine, von welchen ich im Leipziger Museum aufbewahrte Proben untersuchte, stellen einen petrographischen Uebergang zwischen Tuff und Sandstein dar, wie solche öfters beobachtet werden können. Die in ihnen auftretenden Lapilli führen Plagioklas und müssen demnach als zu echten Basalten gehörend erachtet werden. Ein rother Tuff dagegen, welchen ich mit der Bezeichnung: „Krugfabrik bei Gleichenberg“ durch die Güte des Herrn STELZNER in Freiberg erhielt, wird fast lediglich aus nephelinführenden Lapilli zusammengesetzt, ein Umstand, welcher mich anfänglich geneigt sein liess, das Gestein für nicht von Gleichenberg herkommend anzusehen, während er mich jetzt, nachdem HUSSAK<sup>1)</sup> die Basalte der dortigen Gegend als theilweise nephelinführend erkannt hat, nicht besonders überrascht.

Jedenfalls verdient dieser rothe Tuff deswegen ganz besondere Erwähnung, weil die in ihm vorkommenden Lapilli, welche sich, was ihre glasige Grundmasse, die Anordnung ihrer Krystalle u. s. w. anlangt, gänzlich an die bisher besprochenen anschliessen, reich an Hauyn sind. Dies Mineral erscheint in tiefblauen, zuweilen etwas gefleckten Körnchen, seltener zeigt es das von ZIRKEL zuerst beschriebene Netzwerk von Streifen einer schwarzen Substanz. Es ergiebt sich hieraus, ebenso wie aus seinem bereits öfters constatirten Auftreten in vulkanischen Bomben, dass der Hauyn, gleich dem Nephelin, Augit und Olivin eine Ausscheidung aus der noch völlig flüssigen Lava ist und nicht durch Einwirkung von Dämpfen aus der sich verfestigenden entstanden ist, wie verwandte Mineralien.

Die erwähnten Lapilli liegen in einem schwach polarisirenden Brei, welcher ausserordentlich zahlreiche Augitnadelchen, sowie grössere Krystalle dieses Mineralen und solche von Olivin beherbergt, er besteht wie es scheint aus grösstentheils gänzlich zersetzten Häkchen und Scherben von Glas, aus minimalen Auswürflingen.

Der schwarze Basaltpuff von Feldbach, nördlich von Gleichenberg, ist reich an Olivinbomben. Die mikroskopische Untersuchung einer solchen, welche ich meinem Freunde HUSSAK danke, ergab, dass dieselbe ausser dem Olivine und den augitischen Gemengtheilen des Lherzolites noch Amphibol führt. Von den augitischen Mineralien fällt zunächst ein lichtgrünliches auf, welches sich durch eine intensive pinakoidale Spaltbarkeit auszeichnet, der zufolge es höchst fein liniirt erscheint. Unter gekreuzten Nicols löschen einige dieser

<sup>1)</sup> Die Trachyte von Gleichenberg. Sep.-Abdr. a. d. Mittheil. d. naturw. Vereins für Steiermark. 1878.

Parteien aus, wenn ihre Spaltungsrichtung mit der Schwingungsrichtung eines Nicols zusammenfällt. Man hat es demnach hier mit einem rhombischen Minerale, mit Enstatit zu thun. Andere Parteien dagegen offenbaren einen schönen Wechsel farbiger Streifen, welcher lebhaft an die Polarisationserscheinungen polysynthetisch verzwilligter Plagioklase erinnert, und welcher nach ROSENBUSCH<sup>1)</sup> auch gewissen verzwilligten Diallagen eigen ist. Es ist jedoch zu beachten, dass eine grosse Anzahl solcher Lamellen stets die Auslöschung des Enstatites zeigt, was mir auf eine ähnliche, häufig wiederholte gesetzmässige Verwachsung dieses Minerales mit Diallag zu deuten scheint, wie sie durch TRIPPKE<sup>2)</sup> eingehend beschrieben worden ist, wenn auch hier eine Trennung beider Pyroxene bei Betrachtung im gewöhnlichen Lichte nicht möglich ist. Andere augitische Parteien schliesslich haben eine weniger geradlinig verlaufende Spaltbarkeit, welche, wie aus vorgefundenen Querschnitten hervorgeht, prismatisch ist. Auch diese Parteien erweisen sich als rhombisch. Der Amphibol zeichnet sich durch seinen sehr lebhaften Pleochroismus aus. Häufig ist es parallel c mit dem augitischen Minerale verwachsen und findet sich in Form von Säulchen in demselben regelmässig eingelagert. Demnach liegt hier eine sehr interessante gesetzmässige Verwachsung von Hornblende, Diallag und Enstatit vor. Der Olivin endlich ist auffälligerweise völlig frei von seinem sonst so constanten Begleiter, dem Picotit.

Die fein liniirten augitischen Parteien sind reich an langgedehnten Dampfporen; daneben kommen jedoch in ihnen eben so wie in den übrigen Gemengtheilen Einschlüsse mit einem, in einigen Fällen mit mehreren dunkel umrandeten, völlig unbeweglichen und beim Erwärmen des Präparates unveränderlichen Luftbläschen vor, welche ich nur als Glaseinschlüsse zu deuten vermag. Auch TRIPPKE fand solche in den von ihm untersuchten Olivinknollen vom Gröditzberge. Dadurch wird erwiesen, dass die gesammte Bombe die Ausscheidung aus einem Glasflusse ist und als echter vulkanischer Auswürfling zu gelten hat, nicht als ein pseudovulkanischer, als ein Bruchstück eines in der Tiefe anstehenden Olivinfelsens.

Eine gleiche Entstehungsweise haben auch BOŘICKÝ<sup>3)</sup> und ROSENBUSCH<sup>4)</sup> durch sehr gewichtige Gründe für die in Basalten

1) Vergl. ROSENBUSCH, Physiographie d. petrog. wicht. Min. pag. 303.

2) Zeitsch. d. Deutsch. geolog. Ges. 1878 pag. 166.

3) Petrogr. Studien a. d. Basaltgest. Böhmens. Arbeiten d. geol. Abth. d. Landesdurchforschung von Böhmen. II. Theil. Prag. 1874. pag. 29. 30.

4) Phys. d. mass. Gest. pag. 432.

auftretenden Olivinknollen geltend gemacht. In der That scheint man es hier mit concretionären Bildungen in einem noch durchaus flüssigen Magma zu thun zu haben, welche entweder aus diesem als einzelne Bomben, mit einer schwachen Lava-kruste überkleidet, ausgeworfen wurden, oder in diesem erhalten blieben, und sich dann im erkalteten Gesteine gleichsam als fremde Einschlüsse zwischen den späteren Krystallausscheidungen finden. Natürlich meine ich damit nicht, dass alle Olivinfelsknollen dieser Entstehung sein müssen, denn ebenso, wie es in Basalten Einschlüsse von Gneiss u. s. w. giebt, kann es auch solche von „Dunit“, von „Lherzolith“, von „Olivin-Enstatitfels“ geben, wenn auch in einer dem Auftreten dieser Gesteine an der Erdoberfläche entsprechenden Seltenheit.

Der schwarze Basaltuff, in welchem die beschriebene Bombe eingebettet ist, besteht vorzugsweise aus völlig zersetzten ursprünglich feinglasigen Lapilli und seltenen Quarzkörnern. Diese Gemengtheile werden von einem dunkelgrünen, lebhaft polarisirenden Minerale umkränzt und durch Zeolith, weniger häufig durch Kalkspath, verkittet.

### VIII. Basalttuffe Böhmens.

Die zahlreichen Tuffvorkommnisse Böhmens zeigen, wie REUSS <sup>1)</sup> berichtet, nur in seltenen Fällen eine palagonitische Umbildung und zwar nur in geringem Grade. Die von ihm angeführten Vorkommnisse des böhmischen Mittelgebirges lagen mir nicht zur Untersuchung vor, dagegen einige andere Basalttuffe, deren Beschreibung hier folgen möge.

Ein Gestein, das ich mit der Bezeichnung „körnige Wacke“ von Pockau bei Aussig erhielt, erwies sich schon nach flüchtiger Betrachtung des Handstückes als ein Tuff, welcher, wie das Mikroskop lehrt, aus Lapilli, wenigen Nephelinbasaltfragmenten und accessorischen Quarzkörnern zusammengesetzt ist, was alles durch ein zeolithisches Cäment verbunden wird.

Die Lapilli sind bereits sehr stark zersetzt; ihre ursprünglich jedenfalls glasige Grundmasse ist in eine tief grünlichbraune, lebhaft polarisirende Substanz verwandelt worden, in der sich nur hier und da primäre Krystallausscheidungen wahrnehmen lassen, nämlich solche von Augit und Amphibol, von denen die grösseren sich durch ihren zonalen Bau und die davon abhängigen Polarisationserscheinungen auszeichnen, sowie durch ihre zahlreichen fremden Interpositionen.

<sup>1)</sup> Die Gegend zwischen Kommotau, Saaz, Raudnitz und Tetschen. pag. 55.

Viele Augite haben einen saftgrünen Kern, welcher von einem matten, lichtbläulichgrünen Hof umgeben wird, eine Erscheinung, die bereits in den Tuffen der Taubenkaute und der Küller Mühle bei Essingen constatirt wurde; randlich sind sie meist zersetzt und ragen in Spitzen und Zacken in das Bindemittel hinein. Selten finden sich gänzlich serpentinisirte Olivine. Die Luftblasen werden durch ein grünes, faseriges Mineral oder durch Zeolith erfüllt. Zuweilen kommen Quarzkörner als accessorische Bestandtheile dieser Auswürflinge vor.

Die Nephelinbasaltbröckchen führen keinen Amphibol; der in ihnen auftretende Olivin ist gänzlich serpentinisirt.

Auch in diesem Tuffe wird jeder einzelne Bestandtheil von einer dünnen Schicht eines grünen, faserigen Mineralen umzogen und der noch verbleibende Raum mit einem Zeolithe ausgefüllt.

Ein Basalttuff von Salesl erscheint im Handstücke fast homogen und hat eine unverkennbare Aehnlichkeit mit dem schwarzen Tuffe von Militello und dem Tuffe von Deute bei Cassel. Unter dem Mikroskope offenbart sich dieselbe ebenfalls; zudem schliesst er sich in vieler Beziehung dem eben besprochenen Gesteine von Pockau bei Aussig an. Seine Lapilli haben jedoch nur noch selten einen Kern jener dunkel-grünlichbraunen Substanz, welche denen des Tuffes von Pockau eigenthümlich ist, und die hier als das Product der wenigst fortgeschrittenen Zersetzung gelten muss. Die meisten bestehen lediglich aus einer grünen Masse, welche hie und da Spuren von Differenzirung in eine grüne körnige und eine farblose zeolithische zeigt, ähnlich wie die in dem Tuffe vom Val di San Giacomo. Die verhältnissmässig seltenen grösseren Augite in den Auswürflingen sind meist gänzlich gebleicht; Quarz findet sich auch dann und wann in den letzteren eingeschlossen.

Während sich die eben besprochenen Gesteine durch die Gleichartigkeit ihrer Gemengtheile auszeichnen und sich im Wesentlichen nur durch die Verschiedenheit der Grösse unterscheiden, hat ein Tuff von Kaudern bei Aussig eine ausserordentlich bunte Zusammensetzung und zeigt unter dem Mikroskope ein kaum zu beschreibendes Gewirre der verschiedensten Gesteinsvarietäten. Es besteht nämlich aus einer Zusammenhäufung von Bruchstücken basaltischer und phonolithischer Gesteine, welche zum Theil zweifellos von vulkanischen Auswürflingen herrühren. Der Basalt wird durch ein blasiges, Leucit- und Nephelin-führendes Gestein mit glasiger Grundmasse repräsentirt, welch' letztere verschiedene Umwandlungsstadien aufweist. Der Phonolith dagegen findet sich entweder in seiner typischen Ausbildungsweise mit krystallinischer Grundmasse, jenem Filze von Sanidin, Nephelin und dem grünen

Hornblende- oder Augitminerale, oder aber er besitzt eine glasige gelbbraune Grundmasse, in welcher einzelne Sanidinleisten schwimmen, und welche grössere, meist zerbrochene Augitkrystalle mit prachtvoll zonalem Bau beherbergt. Solche zerbrochene Augitkrystalle beobachtete ich auch in einem Phonolithe vom Fichtelberge im sächsisch-böhmischen Erzgebirge, dieselben zeigen auch eine schöne zonale Structur. Endlich finden sich in dem in Rede stehenden Tuffe einzelne Glasfragmente mit Mikrolithen, welche theils dem Basalte, theils dem Phonolithe angehören mögen. Die meisten derselben sind porös, lapillartig und weisen die öfters beschriebenen Umwandlungserscheinungen auf. Als Bindemittel fungirt ein Zeolith.

Der sehr lockere Basalttuff, welcher als Hangendes der Grünerdelager von Atschau bei Kaaden in Böhmen auftritt, zeigt im Handstücke vorwiegend Augitkrystalle, die durch ein schmutzig graues Bindemittel lose verkittet werden. Im Dünnschliffe erweist er sich als ein Agglomerat von Lapilli, welche häufig grosse Augitkrystalle beherbergen und durch Calcit verkittet werden. Die ersteren sind sämmtlich der Zersetzung anheimgefallen und in eine polarisirende, grüne Substanz verwandelt worden. Auch die Augite sind stark angegriffen. Randlich sind sie, gleichviel ob sie lose im Bindemittel des Gesteins liegen oder im Lapill auftreten, mit Calcit umsäumt, in welchen hinein sich ihre Sprünge noch fortsetzen, wodurch erhellt, dass derselbe eine Umhüllungspseudomorphose nach ihnen bildet, ihre Begrenzung gegen denselben ist eine vielfach gezackte Linie. Sie sind von zahlreichen Sprüngen parallel den Säulenflächen durchzogen, welche ihnen jedoch nicht ursprünglich zukommen, sondern als spätere Bildung zu gelten haben, weil sie sich oft nur in einer randlichen Zone finden, welche einen Kern unzerborstener Augitsubstanz umschliesst. Wie erwähnt, tritt Calcit als Bindemittel des Tuffes auf, derselbe füllt auch einige Luftblasen der Lapilli aus. Andere werden von einem grünen, radialfaserigen Minerale eingenommen.

Es kann nach diesem Befunde als höchst wahrscheinlich gelten, dass die unter dem untersuchten Tuffe vorkommende Grünerde hauptsächlich ein Zersetzungsproduct des Augites ist, wenn auch nicht ausgeschlossen ist, dass die ehemals sicher glasigen Lapilli auch Material zu ihrer Bildung geliefert haben.

## IX. Basalttuffe der Auvergne.

In den basaltischen Tuffen Frankreichs erkannte wohl zuerst GIRARD<sup>1)</sup> den Palagonit. Er fand dies Mineral in dem Bindemittel eines Tuffes von Montferrier unweit Montpellier und wies es später auch in den Breccien des Velais in der Umgegend der Stadt Le Puy nach.<sup>2)</sup> NAUMANN<sup>3)</sup> hat dieselben als palagonitische Schlacken-Breccien eingehend beschrieben. Dieselben bestehen nach ihm „aus eckigen Fragmenten einer schwarzen, feinblasigen, im Bruche fettglänzenden Lava und aus einem gelblichgrauen oder grünlichgrauen, dichten Bindemittel, welches ursprünglich von feiner Asche und feinem, vulkanischen Sande geliefert, später aber, in Folge langwieriger Submersion zum grössten Theile in Palagonit umgewandelt worden ist“. Ueber dies Bindemittel hat v. LA-SAULX<sup>4)</sup> eine Analyse mitgetheilt. Er fand folgende Zusammensetzung desselben:

SiO <sub>2</sub>	. . .	39,52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	. . .	12,31
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	. . .	16,21
MgO	. . .	6,52
CaO	. . .	7,76
Na <sub>2</sub> O	}	. . . 1,59
K <sub>2</sub> O		
H <sub>2</sub> O	. . .	16,91
		100,82

und leitet daraus folgende Formel für den Palagonit ab:



Unter dem Mikroskope haben die Tuffe von Le Puy ebenso wie im Handstücke, worauf GIRARD und NAUMANN hinwiesen, grosse Aehnlichkeit mit denen des Habichtswaldes. Es fallen zunächst die Durchschnitte grösserer Lapilli, der Schlacken NAUMANN's, auf. Dieselben haben eine rehfarbene, glasige

<sup>1)</sup> N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1853. pag. 568

<sup>2)</sup> Geologische Wanderungen Bd. I. 1855. pag. 187.

<sup>3)</sup> N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1869. pag. 195. — Geognosie Bd. III. pag. 428.

<sup>4)</sup> Sitzungsber. d. niederrhein. naturw. Ges. 1870. pag. 50. (Stand mir nicht zu Gebote.) — Vergl. ROTH, Beiträge zur Petrogr. d. pluton. Gesteine, Berlin 1873. pag. LVII.

Grundmasse mit Ausscheidungen von Augit und Olivin, welche beiden Mineralien in der Weise erscheinen, wie gewöhnlich in basaltischen Auswürflingen, das erstere sowohl in Form von Stäbchen als auch in grösseren Krystallen, das letztere in Krystallen, welche ihren Aufbau aus kleineren Individuen deutlichst offenbaren. Mehr oder minder zahlreiche Luftbläschen durchschwärmen diese Lapilli, die kleineren derselben sind hohl, die grösseren theils mit Calcit erfüllt, theils, wenn sie von aussen zugänglich sind, mit dem Bindemittel des Tuffes.

Dieses, der „Palagonit“, zeigt unter dem Mikroskope eine ausserordentlich feinkörnige, in dickeren Schichten undurchsichtige, schwach polarisirende Grundmasse, das eigentliche Cäment, in welcher fast völlig unveränderte, höchstens randlich ein wenig umgewandelte Splitter liegen, welche ihrerseits den Lapilli in ihrer Beschaffenheit gleichen und sich von diesen nur durch ihre geringere Grösse unterscheiden. Daneben kommen selten Quarzkörner vor. Das also, was als Palagonit beschrieben und analysirt ist, erweist sich auch in diesem Falle als keine einheitliche Substanz, sondern als Gemenge, und ein amorphes Mineral von den geforderten Eigenschaften des Palagonites ist den Tuffen von Le Puy fremd.

Nach einer Angabe von DELESSE<sup>1)</sup> findet sich der Palagonit ziemlich allgemein in den Tuffen der Auvergne. Ich habe daher eine Reihe derselben untersucht und lasse deren Beschreibung hier folgen.

Ein Basalttuff von Cournon unweit Clermont, welcher im Leipziger Museum aufbewahrt wird, ist als Palagonittuff etikettirt. Unter dem Mikroskope erweist er sich als aus Lapilli bestehend, deren ursprünglicher glasiger Grund gänzlich in eine grüne, faserige Masse umgewandelt ist, in welcher Augitstäbchen eingebettet sind. Ihre Luftblasen sind zum Theil durch ein radialfaseriges, grünes Mineral erfüllt, zum Theil auch durch Kalkspath. Als Bindemittel fungirt dieser letztere, die einzelnen Lapilli umsäumend, und ein Zeolith, welcher die noch vorhandenen Hohlräume ausfüllt. Ein amorphes Mineral, das als Palagonit gedeutet werden könnte, fehlt dem Tuffe von Cournon.

Dasselbe gilt von den Tuffen vom Puy de Crouël, Puy de la Poix, Puy de la Piquette in der Umgegend von Clermont, sowie von dem von Vertaizon in der Limagne.

Die Lapilli in diesen Gesteinen sind meist sehr zersetzt; nur in den Tuffen vom Puy de Crouël und von Vertaizon gelingt es, solche mit frischer, glasiger Grundmasse zu entdecken. In derselben finden sich Augitnadeln, oft sternförmig

<sup>1)</sup> Annal. d. mines 5. XII. 1857. pag. 470.

gruppirt oder in Schwärmen und Zügen zu einer Mikrofluctuationsstructur angeordnet, ferner grössere Augit- und Olivinkrystalle, von denen die letzteren häufig ihren Aufbau aus einzelnen Individuen erweisen. In vielen Fällen jedoch, besonders im erstgenannten Gesteine, ist die glasige Grundmasse durch einen schwarzen Staub in der Art getrübt, wie es schon mehrfach erwähnt wurde; dann sind auch die Olivinkrystalle der Zersetzung meist anheimgefallen; entweder sind sie nämlich serpentinisirt, oder ihre Substanz ist gänzlich entfernt und durch ein rostfarbened Mineral ersetzt, welch' letzteres mit Vorliebe auch in den Luftblasen dieser Lapilli neben Kalkspath sich angesiedelt hat. Im Tuffe von Vertaizon kommt häufig auch jene rehbraune, mikrokrySTALLINE Substanz vor, welche in den Tuffen des Habichtswaldes und vom Bulandstindr bemerkt wurde.

Die Grundmasse der Lapilli in den Tuffen vom Puy de la Poix und Puy de la Piquette lässt keine Spur von glasierter Substanz mehr erkennen, sie ist gänzlich in eine olivengrüne, mikrokrySTALLINE, öfters wolkig erscheinende Masse verwandelt worden. Nicht selten hingegen lässt sie eine deutliche Differenzirung in ein grünes, faseriges und ein völlig farbloses Mineral erkennen. Das erstere ist derart angeordnet, dass es einen schmalen Saum bildet, welcher den Begrenzungslinien des Lapills folgt und auch die Luftblasen desselben umschlingt, das letztere nimmt den Raum zwischen diesen zarten, faserigen Bändern ein und trägt häufig noch grüne Flöckchen. Unter gekreuzten Nicols gewährt es öfters das Ansehen zeolithischer Aggregate, zuweilen verhält es sich völlig isotrop. Aehnliche isotrope Partien erfüllen manche Luftblasen der Lapilli, weshalb ich sie nicht für eine farblose Glassubstanz, sondern für ein reguläres Mineral (Analcim?) halte. Die Mehrzahl der Luftblasen wird von Kalkspath erfüllt, seltener von einer grünen, radialfaserigen Substanz.

Sämmtliche Olivinkrystalle in diesen Lapilli sind gänzlich serpentinisirt, nur die wenigsten lassen einen unzersetzten Kern erkennen, sehr häufig bildet Kalkspath Pseudomorphosen nach ihnen; die Augite sind meist gebleicht und zeigen einen lichtbläulichgrünen Farbenton, verhältnissmässig am frischesten sind die kleinen Stäbchen dieses Minerals, welche meist schwarmartig strömend auftreten.

Während in allen bisher beschriebenen Tuffen das Bindemittel nur den bescheidenen Raum zwischen den dicht aufeinandergehäuften Lapilli einnimmt und hier in den meisten Fällen durch einen schichtenförmigen Bau ein successives Wachstum verräth, oder, wie in den Tuffen von Le Puy, vom Habichtswalde u. s. w. aus einem wahren Brei kleinerer Aus-

würflinge besteht, welcher sich zwischen die grösseren drängt und quetscht und nur ein sehr zurücktretendes eigentliches Cäment aufweist, findet sich in den in Rede stehenden Tuffen der Umgegend Clermonts zwischen den vulkanischen Auswürflingen eine vorzüglich aus Kalkspath bestehende Masse, welche weder durch ihre Anordnung ein allmähliches Wachsthum bekundet, noch aber auf die geringen Zwischenräume zwischen den Auswürflingen beschränkt ist, sondern dieselben oft derart von einander trennt, dass sie sich gar nicht berühren und geradezu schwimmend erscheinen. Diese Masse ist häufig schmutzig-grau gefärbt, oder sie besteht aus einem feinkörnigen Krystallaggregat und enthält öfters Quarzkörner und Muscovitschüppchen, zuweilen auch undeutliche Reste von Augitstäbchen; sie gewährt den Eindruck, als ob sie gleichzeitig mit dem vulkanischen Materiale abgelagert worden sei und sich nicht erst nach dessen Anhäufung zwischen demselben angesiedelt habe.

Was die Zersetzungserscheinungen der Lapilli anlangt, so zeigt mit den eben besprochenen Tuffen der Gegend von Clermont ein Basalttuff von Montechio maggiore bei Vicenza grosse Aehnlichkeit, weswegen dessen Beschreibung hier anhangsweise folgen möge.

Am Aufbaue dieses Gesteines betheiligen sich Lapilli, Basalt- und Kalksteinfragmente, sowie Fossilreste; als Bindemittel fungirt eine vorzüglich aus Calcitkryställchen bestehende, fast dicht erscheinende Masse, welche dem oben beschriebenen Kitte der Tuffe von Clermont auf's Haar gleicht, aber einen geringeren Raum einnimmt.

Die Grundmasse der Lapilli ist in eine grüne, polarisirende Substanz und ein farbloses zeolithisches Mineral differenzirt. Die erstere tritt ebenso auf wie die entsprechende in den Tuffen vom Puy de la Piquette und Puy de la Poix, nämlich als ein schmaler Saum an den Wandungen des Lapid und umschliesst somit oft ausgedehnte Partien des letzteren. Poröse Lapilli scheinen fast gänzlich aus diesem klaren Grunde zu bestehen, nur an ihrer Begrenzung findet sich die grüne Substanz. Neben diesen Auswürflingen, welche, soweit sich mit Sicherheit wahrnehmen lässt, nur Plagioklas- und Olivinausscheidungen beherbergen, finden sich oft grosse, wenig poröse Fragmente eines basaltischen Gesteines, welche in einer tief dunklen, aus verworrenen Fasern einer olivengrünen Substanz bestehenden Grundmasse Krystalle von zersetztem Plagioklas und serpentinisirtem Olivin, aber ebenso wie die Lapilli keinen Augit und Magnetit aufweisen. Neben diesen Fragmenten, welche ich mit Bestimmtheit weder als lose vulkanische Auswürflinge, noch als Trümmer fester Gesteine zu erkennen vermag, finden sich auch Bröckchen

eines echten Basaltes mit Plagioklasleisten, braunen Augiten, zersetzten Olivinen und Magnetitkörnern.

AL. BRONGNIART hat dies Gestein in einer mir nicht zugänglichen Schrift<sup>1)</sup> als Brecciole bezeichnet, desgleichen auch gewisse sandsteinähnliche Tuffe von Ronca im Vicentino.

Von den letzteren stand mir nur eine Probe zur Verfügung. Dieselbe erwies sich unter dem Mikroskope als ein Agglomerat von Kalktrümmern und sehr zahlreichen Nummulitenresten; vulkanisches Material fand ich nur höchst spärlich.

## X. Ueber Peperine.

LECOQ<sup>2)</sup> bezeichnet alle oben beschriebenen Tuffe der Auvergne als Peperite; SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN<sup>3)</sup> nennt gewisse Gesteine von Palagonia Peperine. Auch sonst wird dieser Name öfters zur Bezeichnung von Tuffen gebraucht, ohne dass jedoch damit irgend ein scharf begrenzter Begriff verbunden wird.

Ursprünglich kommt die Bezeichnung Peperin nur gewissen tuffartigen Gesteinen des Albanergebirges unweit Rom zu, welche in einer gelbbraunen bis grauen, erdigen Grundmasse grössere Krystalle und Krystallbruchstücke von Augit, Leucit, seltener von Olivin, Tafelchen von Biotit, ferner Fragmente von Dolomit und Kalkstein, sowie Blöcke von Basalten und Leucitophyren beherbergen.

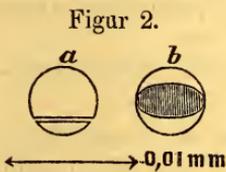
Eine solche Zusammensetzung wird auch durch die mikroskopische Untersuchung jener Gesteine gefunden. Es bestätigt sich zunächst die bereits von LEOPOLD v. BUCH ausgesprochene Ansicht, dass die erdige Grundmasse ein Agglomerat vulkanischer Aschenbestandtheile ist, nämlich aus einem dichten Filze poröser, meist farbloser Glasscherbchen besteht, welche zahlreiche kleine Augite und Leucite umschliessen. Verkittet werden dieselben durch eine graue Substanz, welche auch in ihren Hohlräumen auftritt, wodurch dies Gewebe auch unter dem Mikroskope, besonders in dickeren Schliften, einen erdigen Eindruck macht. In demselben liegen ohne jede Regel, völlig wirr durcheinander, die im Handstücke hervortretenden Krystalle. Die Augite sind bekanntlich stark pleochroitisch, die meisten verrathen einen zonalen Aufbau und dem entsprechende Polarisationserscheinungen, manche führen mehr oder minder

<sup>1)</sup> Citirt von ZIRKEL, Petrographie 1866. Bd. II. pag. 559.

<sup>2)</sup> Les époques géolog. de l'Auvergne. Paris 1867. Bd. III. u. IV.

<sup>3)</sup> Submarine Ausbrüche des Val di Noto, Göttinger Studien 1845. pag. 397.

regelmässig interponirte, schwarze Stäbchen. Die Biotittäfelchen sind manchmal geradezu aufgeblättert und in einzelne Lamellen zerspalten, zwischen welche sich die Grundmasse drängt. Besondere mikroskopische Eigenthümlichkeiten bietet ein Leucit in dem Peperin vom Monte Populi bei Marino. Derselbe besteht aus einer grossen Anzahl verkitteter Leucitkryställchen, von denen sich ein jedes von dem Nachbar unter dem Mikroskope in irgend welcher Hinsicht unterscheidet. Die einen werden von Systemen paralleler Linien, welche sich öfters schneiden und so eine höchst zierliche netzförmige Zeichnung hervorbringen, durchzogen. Bei scharfer Vergrösserung ergibt sich, dass diese Linien von feinen, langgedehnten, wie es scheint, mit Luft erfüllten Sprüngen herrühren, welche öfters nach rechts und links kleine Ausstülpungen zeigen, wodurch sie eine gewisse Aehnlichkeit mit Farnwedeln erhalten. Unter gekreuzten Nicols zeigt sich, dass ihr Verlauf genau dem eigenthümlichen Wechsel heller und dunkler Streifen entspricht, welcher durch die Verzwilligung des Leucites hervorgebracht wird. Andere Kryställchen zeichnen sich durch Glaseinschlüsse aus. Diese sind jedoch nicht regelmässig angeordnet, sondern als kleine Kügelchen wirt vertheilt. In dem einen Krystalle haben sie keine Luftbläschen, in dem anderen dagegen sind sie überreich an denselben, man kann im Durchschnitt 6—8, zuweilen sogar 16—20 in ihnen zählen. Höchst merkwürdig ist nun, dass in mehreren Kryställchen die Glaseinschlüsse ohne Luftbläschen mit einem Durchmesser von 0,005—0,008 Mm. in der Mitte zerborsten und in zwei Halbkugeln zerspalten sind. Es lässt sich dies dann mit Sicherheit wahrnehmen, wenn der Spalt senkrecht zur Präparatfläche steht, man kann dann einen Zwischenraum von 0,0003—0,0005 Mm. zwischen



den beiden Hälften erkennen (vergl. Fig. 2a); steht dagegen der Spalt schräg, so erscheint in den rundlichen Einschlüssen eine dunkle Ellipse: nämlich die schräg gestellte Spaltungsfläche, an welcher das Licht total reflectirt wird (vergl. Fig. 2b). Uebrigens prägt sich in der Lage derselben keine

Gesetzmässigkeit aus, in dicht nebeneinander liegenden Glaseinschlüssen hat sie gewöhnlich ganz verschiedene Stellungen. Einer völlig befriedigenden Erklärung dieser absonderlichen Erscheinung bin ich mir nicht bewusst, möglicherweise ist sie die Folge ungleichmässiger Contraction bei Abkühlung des Leucitauswürflings.

Die angeführten Mineralien, sowie der Olivin finden sich meist in Form unregelmässiger, splittriger Trümmer, zuweilen stehen sie in Zusammenhang mit grösseren läpillartigen Aus-

würfflingen, welche im Gesteine von Frascati nur selten, in dem von Castelgandolfo dagegen sehr häufig auftreten. Die makroskopisch wahrnehmbaren Basaltfragmente, sowie solche haufnführender Leucitophyre kommen in mikroskopischen Dimensionen auch im Dünnschliffe vor, ebenso Trümmer von Kalkstein. Es bleiben nur noch kleine mit Zeolith oder Calcit erfüllte Drusen zu erwähnen, welche sich dann und wann unter dem Mikroskop erkennen lassen.

Wenn somit zwar in rein mineralogisch-petrographischer Beziehung wenig Vergleichspunkte zwischen den Peperinen der Auvergne und denen der Umgegend Roms sich ergeben, so sind solche doch in geologischer Beziehung vorhanden. PONZI<sup>1)</sup> zeigte, dass die letzterwähnten Gesteine als verfestigte Schlamm-laven aufzufassen seien, und LECOQ machte dieselbe Entstehungsweise für viele Tuffe des centralen Frankreichs, insbesondere für die vom Puy de Crouël, Puy de la Piquette, de la Poix, von Cournon und Vertaizon geltend.<sup>2)</sup> Will man also dem Namen Peperin eine geologische Bedeutung beilegen, und mit ihm den Begriff einer verfestigten Schlamlava verknüpfen, so kann man die erwähnten Tuffe des centralen Frankreichs, so lange die Ansicht von LECOQ über ihre Entstehung über allem Zweifel erhaben ist — die mikroskopische Erscheinungsweise dieser Gesteine deutet zu deren Gunsten — als Peperine bezeichnen und zwar als Basaltpeperine im Gegensatz zu den Leucitophyrpeperinen des Albaner Gebirges.

LECOQ<sup>3)</sup> fasst den Begriff des Peperins viel weiter und es fällt derselbe mit dem Begriffe Tuff zusammen, wenn folgende Arten unterschieden werden sollen:

1. Peperine, entstanden bei der Eruption der Lava als eine Art Reibungsbreccie bei dem Empordringen der letzteren.
2. Peperine, welche bei Schlamlava - Ausbrüchen entstanden sind.
3. Peperine, gebildet unter Wasser von zusammengeschwemmten vulkanischen Auswürfflingen.

Nur der Typus 2 entspricht unserem Peperine, die beiden anderen — über das wirkliche Vorhandensein des ersten kann man Zweifel hegen — sind als gewöhnliche vulkanische Tuffe zu betrachten. Es kann daher nicht zulässig sein, dass die Tuffe des Beckens von Le Puy, welche nach der durch LECOQ<sup>4)</sup> mitgetheilten Schilderung von BERTRAND-ROUX durch Zusam-

1) Vergl. NAUMANN, Geognosie Bd. III. pag. 431.

2) Les époques géol. de l'Auvergne Bd. IV. pag. 35. 77. 82. 95.

3) a. a. O. Bd. III. pag. 398.

4) a. a. O. Bd. IV. pag. 183.

menschwemmung losen Vulkanschuttes unter Wasser entstanden sind, auch als Peperine zu bezeichnen.

NAUMANN <sup>1)</sup> schlägt vor, gewisse Gesteine, „welche in einer braunen, grauen oder rothen wackenhähnlichen Grundmasse zahlreiche und oft grosse Krystalle und Krystallbruchstücke von basaltischer Hornblende, Augit, Olivin, Glimmer oder Rubellan zugleich mit Basaltfragmenten umschliessen“, gleichfalls als Peperine zu bezeichnen, „indem man diesen Namen auf alle diejenigen tuffartigen Gesteine ausdehnt, welche durch die Menge von krystallinischen Einschlüssen ein sehr frisches, unzerstörtes und glänzendes, an wirkliche krystallinische Gesteine erinnerndes Aussehen erhalten und wahrscheinlich auf ähnliche Weise entstanden sind, wie der Peperin des Albaner Gebirges.“

Später hat NAUMANN <sup>2)</sup> solcher Tuffe wieder erwähnt und ausgesprochen, dass dieselben, welche z. B. in Böhmen bei Luckow, Kostenblatt, Borislau, Lusnitz und Schima vorkommen, subaquatische Dejectionsgebilde und gleichsam Mittelglieder zwischen den festen Basalten und den gewöhnlichen Basalttuffen seien. ZIRKEL <sup>3)</sup> tritt dem NAUMANN'schen Vorschlage völlig bei und führt noch den Wolfsberg südlich von Tschernoschin im Pilsener Kreise als Vorkommniss solcher Tuffe an.

In neuester Zeit hat BOŘICKÝ <sup>4)</sup> diese Vorkommnisse mikroskopisch untersucht und dieselben als Peperinbasalte beschrieben, was insofern auffällig ist, als er sie nach der Art des Peperins für erhärtete Schlammklaven hält, weswegen sie doch eigentlich als Tuffe zu gelten haben.

Was zunächst den Wolfsberg anlangt, so habe ich dort nirgends ein tuffartiges Gestein finden können, sondern nur jenen rothen, schlackigen Basalt, welcher zu Tausenden Augit- und Hornblendekrystalle beherbergt, welche manchmal völlig isolirt, an ihren Enden abgeschmolzen aussehend, in den Blasenräumen des Gesteins liegen. Die thonige, dicht erscheinende Grundmasse desselben ist reich an kleinen, zierlichen Augitstäbchen, welche in eine an dünnen Stellen des Schlifves lichtrothe, an dickeren Stellen dagegen dunkelbraunrothe, völlig undurchsichtige Substanz, nämlich das umgewandelte Gesteinsglas, eingebettet sind. Spärlich treten neben ihnen Plagioklasleisten auf, deren Vorkommen ich mit voller Sicherheit wahrnehmen konnte. Leucit - und Nephelin - Durchschnitte dagegen, die

<sup>1)</sup> Geognosie Bd. I. pag. 677.

<sup>2)</sup> Geognosie Bd. III. pag. 368.

<sup>3)</sup> Petrographie Bd. II. pag. 560.

<sup>4)</sup> Petrograph. Stud. a. d. Basaltgest. Böhmens, a. a. O. pag. 107. Siehe auch pag. 42. und 214.

Bořický anführt, habe ich nicht beobachtet. Hiermit im Einklange steht, dass die schwarzen compacten Basalte der Westseite des Wolfsberges sich als augitreiche Plagioklasbasalte mit sehr spärlicher, glasiger Grundmasse erweisen, während freilich der plattige Basalt von der Ostseite des Berges, von der Burgruine, ein durchaus krystalliner Nephelinit ist, welcher auf einem farblosen, lediglich aus Nephelin bestehenden Grunde Augit und meist röthlich zersetzte Olivine zeigt.

Anders die Gesteine von Kostenblatt, Bilin, Borislau und vom Mückenhübl bei Salesl, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte. Auf sie passt die Beschreibung NAUMANN's vollkommen; sie sind zweifellos Tuffe. Unter dem Mikroskope gewähren sie alle ziemlich dasselbe Bild. Man gewahrt mehr oder minder poröse, lapillartige Massen von rother Farbe, welche nur an den dünnsten Stellen der schwierig herstellbaren Präparate durchsichtig genug sind, um ihre einzelnen Gemengtheile erkennen zu lassen. Sie zeigen hier eine bald leidlich homogen roth aussehende, jedoch getrübe, bald aber eine farblose Grundmasse, in welch' letzterer zahlreiche Schüppchen und Häutchen eines rothen Minerals, von Eisenglanz vielleicht, dicht übereinander gehäuft auftreten und dadurch die Färbung des Gesteins bedingen. Man hat es hier mit einem roth verwitterten Gesteinsglase zu thun, welches sich sonst häufig in vulkanischen Gegenden findet. In demselben schwimmen zahlreiche Augitstäbchen. Bořický nahm ausserdem Leucit- und Nephelindurchschnitte wahr; in meinen freilich nicht überall genügend dünnen Präparaten konnte ich mich von dem Auftreten dieser Mineralien nicht mit Bestimmtheit überzeugen, sicher fehlen dieselben in dem von Bořický nicht untersuchten Gesteine vom Mückenhübl bei Salesl. Grössere Krystalle von Hornblende, Augit und Biotit, welche im Handstücke auffällig hervortreten, liegen vereinzelt in dem beschriebenen Grunde eingebettet. Das erstgenannte Mineral fällt durch seinen ausserordentlichen Pleochroismus auf und gewährt durch Drehen über dem Polarisator ungemein farbenprächtige Erscheinungen. Als Bindemittel der lapillartigen Massen findet sich ein Zeolith, der auch die Luftblasen derselben ausfüllt.

Abgesehen von den etwas hervortretenden grossen Krystallen und der roth zersetzten Grundmasse schliessen sich diese Basalttuffe Böhmens den bisher untersuchten Tuffen völlig an, und es kann der zuerst angeführte Umstand wohl schwerlich als eine Eigenthümlichkeit gelten, welche sie gleich dem Perin des Albaner Gebirges auszeichnet. Es ergibt sich aus den vorstehenden Mittheilungen, dass grössere Krystalle den Tuffen nicht fremd sind, wenn sie auch in eine dunkle Masse eingebettet, gewöhnlich nicht sonderlich auffallen; es giebt sogar

Tuffe, welche ganz besonders reich an Krystallen sind: ich sammelte völlig ausgebildete Augite in dunkeln, fast palagonitisch aussehenden Basalttuffen bei Sandau im nördlichen Böhmen. Endlich hat SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN<sup>1)</sup> nachdrücklich auf das Vorkommen grösserer Krystalle in vulkanischen Sanden und Aschen hingewiesen, und es muss daher als zufällig gelten, dass die beschriebenen Tuffe Böhmens gleich den Peperinen der Umgebung Roms reich an solchen sind, und ich möchte schwerlich glauben, dass man mit NAUMANN beide Gesteine lediglich auf Grund dieses Umstandes mit demselben Namen belegen kann; nach meinem Dafürhalten sind die in Rede stehenden böhmischen Gesteine so lange nicht Peperine zu nennen, als ihre Bildung nach der Art einer Schlammlava nicht mit Bestimmtheit erwiesen ist. Dieser Beweis ist noch nirgends geführt worden. BOŘICKÝ sagt nur, dass die von ihm untersuchten Gesteine „nach der Analogie des Peperins als erhärteter Lavaschlamm betrachtet werden“. In ihrer mikroskopischen Erscheinungsweise machen dieselben durchaus nicht den Eindruck einer verfestigten Schlammlava, vielmehr dürften sie durch Anhäufung groben Vulkanschuttes und feiner Aschenbestandtheile entstanden sein. Geschah diese Ablagerung auf der Oberfläche eines schlackigen Lavastromes, so dürfte sich leicht erklären, dass die in Rede stehenden Tuffe, wie NAUMANN ausdrücklich erwähnt, Mittelglieder zwischen fester Lava und Tuffen zu bilden scheinen.

Viel eher möchte ich geneigt sein, mit dem Peperine die Trasse des Brohlthales zu vereinigen, für welche bekanntlich mehrmals ausgesprochen ist, dass sie Schlammströmen ihren Ursprung verdanken. NAUMANN führt sie daher auch neben jenem Gestein des Albaner Gebirges in seinem Lehrbuche der Geognosie an, und es würde sogar eine petrographische Uebereinstimmung zwischen ihnen und dem Peperine stattfinden, wenn sich die Berichte ANGER's<sup>2)</sup> bestätigen sollten, nach welchen die Trasse aus der Umgebung des Laacher Sees, von Weibern, von Rieden und aus dem Brohlthale die schönsten Leucittuffe sind.

Der Name Trass ist eine Vulgärbezeichnung und umfasst daher eine Reihe verschiedener Gesteine. Besonders DRESSEL macht darauf aufmerksam, dass von dem eigentlichen Trasse oder Duckstein des Brohlthales die Tuffe von Rieden, von Weibern und von Bell in geologischer und petrographischer Beziehung scharf zu trennen seien; die letzteren müssten als Leucittuffe angesehen werden. Die Gesteine des Brohlthales

<sup>1)</sup> Vulk. Gesteine v. Island u. Sicilien pag. 163.

<sup>2)</sup> TSGHERMAK's Mineral. Mittheilungen 1875. pag. 172.

und von Andernach dagegen führen, wie die Untersuchung mehrerer Präparate ergab, Leucit nicht als einen irgendwie wesentlichen Gemengtheil, sondern bestehen, wie von Alters her bekannt, aus Bimssteinmassen, welche in Form kleiner Flöckchen und Splitter ein dichtes, filziges Gewebe bilden, in welches Brocken devonischer Gesteine, sowie solche von Basalten und Trachyten eingebettet sind. Hierunter mögen hier und da, in meinen Präparaten freilich nicht, auch Trümmer von Leucitgesteinen vorkommen. Mit diesem Ergebnisse steht in vollem Einklange die chemische Zusammensetzung der Trasse, der Kieselsäuregehalt derselben beträgt, auf den wasserfreien Zustand berechnet, 55 — 60 pCt., und weist daher unbedingt nicht auf ein Leucit-führendes Gestein hin, sondern auf ein trachytisches.

ANGER<sup>1)</sup> erkannte auch die im Volksmunde als Trass bezeichneten Gesteine des Rieses unweit Nördlingen als Leucituffe und behauptet, dass dieselben mit den dort auftretenden Leucit- und Nephelinbasalten in Zusammenhang stünden.

Ich muss gestehen, dass mich diese Mittheilung nicht wenig überraschte. Von Nephelin- und Leucitbasalten des Rieses ist mir sonst nichts bekannt, ich weiss nur, dass SCHAFHÄUTL<sup>2)</sup> das einzige dort anstehende Eruptivgestein des Wenneberges als Basalt bezeichnet hat, und dass dasselbe auch neuerdings durch FRICKHINGER<sup>3)</sup> als Feldspathbasalt beschrieben worden ist, obwohl es, wie die von ROTH in seinen unentbehrlichen Beiträgen zur Kenntniss der plutonischen Gesteine übersichtlich zusammengestellten Analysen von SCHAFHÄUTL, RÖTHE und FRAAS zeigen, einen Kieselsäuregehalt von 63 bis 65 pCt. aufweist, durch den es ohne Weiteres als ein trachytisches Gestein erwiesen wird. FRAAS<sup>4)</sup> führt es freilich als ein diabasähnliches an.

GÜMBEL<sup>5)</sup> hat eine mikroskopische Untersuchung desselben mitgetheilt, der zufolge es auf Grund seiner Structur und seiner Führung von Quarz als ein Rhyolith als einzig anstehendes Vorkommen dieser Species in Deutschland zu gelten hat, wenn auch als eine besonders kieselsäurearme Varietät.

Dass die Tuffe des Rieses von der Wenneberglava chemisch nicht verschieden sind, hat schon SCHAFHÄUTL dargethan, und

1) TSCHERMAK's Mineral. Mittheil. 1875. pag. 172.

2) N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1849. pag. 601.

3) Verhandl. d. med.-phys. Gesellsch. Würzburg, N. F. 1875. VIII. pag. 216 — 220., citirt in ROSENBUSCH, Physiographie der mass. Gesteine pag. 422. 442.

4) Württemb. naturw. Jahreshfte 1864. pag. 144. 146.

5) Ueber den Riesvulkan, Sitzungsber. d. bair. Akad. d. Wissensch. 1870 I. pag. 157. ff.

dass sie sich auch petrographisch aneinanderschliessen, hat GÜMBEL gezeigt, welcher fünf Jahre bevor ANGER seine Untersuchungen publicirte mit voller Klarheit die Tuffe des Rieses als Rhyolithtuffe beschrieben hat. .

Mir stand von denselben nur ein Vorkommniss zur Verfügung, nämlich vom Kolbus bei Bollstadt, südlich von Nördlingen, welches vom Entdecker dieser Gesteine, von COTTA herrührend, mir durch Herrn STELZNER verehrt ward.

Im Handstücke hat dasselbe gänzlich das Aussehen der Ries-tuffe, wie es von COTTA <sup>1)</sup>, SCHAFFHÄUTL und GÜMBEL angegeben wird, und eine mikroskopische Untersuchung konnte Wort für Wort die Angaben des letztgenannten Geologen bestätigen. Man gewahrt im Dünnschliffe zunächst Durchschnitte jener pechsteinartigen Massen, welche makroskopisch hervortreten. Dieselben bestehen aus einem schlackig-porösen, violettbraunen Glase, welches durch einen Wechsel lichter und dunkler Schlieren eine Fluctuationsstructur verräth. Krystallausscheidungen konnte ich darin nirgends wahrnehmen. Zwischen diese einzelnen Glasfragmente, welche randlich etwas gebleicht sind, ähnlich wie die Sideromelankörner isländischer Palagonite, drängt und quetscht sich ein dichter, schwach doppeltbrechender, thoniger Brei; dieser beherbergt Orthoklase von der Ausbildungsweise, wie sie archaischen Gesteinen eigen ist, ferner Biotit- und Muscovitlamellen und endlich nur in einem Präparate häufig ein licht bräunliches Mineral, welches von zahlreichen Sprüngen durchzogen wird. Dieselben laufen entweder parallel; dann erfolgt die Auslöschung schräg zu ihnen, oder sie schneiden sich unter einem Winkel von  $90^{\circ}$  oder von  $130^{\circ}$ . Dieses Mineral polarisirt sehr lebhaft, die grösseren Brocken jedoch nicht einheitlich, sondern wie mehrere keilförmig durcheinandergewachsene Individuen. Ich bin nach alledem geneigt, diesen Körper als Titanit zu deuten. Alle die letztgenannten Mineralien, welche sich öfter miteinander verwachsen finden, müssen als pseudovulkanische, aus der Tiefe stammende Auswürflinge gelten, da sich das Tuffvorkommen von Bollstadt inmitten jurassischer Gesteine findet.

Es möge schliesslich noch erwähnt werden, dass die Tuffe des Rieses nach GÜMBEL Trockentuffe sind, das heisst ohne Mitwirkung des Wassers abgelagert wurden, dass sie sich also darin wesentlich von den Trassen des Brohlthales unterscheiden, mit denen sie somit weiter nichts gemein haben, als ihre Vulgärbezeichnung.

<sup>1)</sup> N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1834. pag. 310.

## XI. Basalttuffe von Palma, von Fernando Po.

Nach einer Notiz BUNSEN's<sup>1)</sup> sind Palagonittuffe auch auf den canarischen Inseln verbreitet, und in der That wurden solche daselbst durch REISS und K. v. FRITSCH<sup>2)</sup> in grosser Ausdehnung nachgewiesen, besonders auf Gomera am Risco de la Guadelupe, über welches Gestein eine Analyse mitgetheilt wird, auf Hierro und Fuerteventura. Die bedeutendste Palagonitmasse soll der grosse Caldera-Kegel bei Sa. Cruz de la Palma sein.

Durch freundliche Vermittelung von Herrn STELZNER erhielt ich einige Tuffe von der letztgenannten Insel; dieselben sind zwar ohne genauere Fundortangabe, aber ihre petrographische Beschaffenheit ist interessant genug, um auch ihrer hier zu gedenken.

Ich untersuchte zuerst ein rostbraunes Gestein, in welchem unregelmässig begrenzte Flecken einer harzartig aussehenden, kolophoniumfarbenen Substanz auftreten. Dieselbe hat ganz die Erscheinungsweise, welche dem Palagonite zukommen soll, und ich glaubte, dies lang gesuchte Mineral endlich gefunden zu haben.

Unter dem Mikroskope erwiesen sich diese Flecken jedoch als lapillartige vulkanische Auswürflinge. Die Grundmasse derselben hat schön stroh- bis goldgelbe Farbe, sie verhält sich theils isotrop, theil sehr schwach doppeltbrechend. Randschicht ist sie in eine braune, körnige, lebhaft polarisirende Substanz verwandelt, und diese ist es, aus welcher die kleinen Scherbchen und Splitter bestehen, welche, zu dichtem Teige verwebt, die grösseren Lapilli umgeben und die braune, erdige Grundmasse des Tuffes bilden.

An Krystallausscheidungen lassen sich in den beschriebenen Auswürflingen mit Bestimmtheit nur Olivin und Magnetitkörner erkennen, ersterer liebt es, in rudimentären Krystallen aufzutreten, bald gewährt er Durchschnitte von der Gestalt eines gothischen  $\tau$ , bald solche eines gothischen  $\sigma$ , bald von rhombischer Form mit einem Glaskerne. Daneben finden sich noch farblose, stabförmige Gebilde, welche ich nicht zu deuten vermag.

Die Luftblasen der Lapilli haben der Regel nach einen runden Durchschnitt, öfters erscheinen sie auch lang gedehnt und gezogen. Sie sind theils mit Zeolith, theils mit einem radial-

<sup>1)</sup> Pogg. Ann. Bd. 83. 1851. pag. 219.

<sup>2)</sup> Geolog. Beschreibung der Insel Tenerife pag. 425.

faserigen, gelben Minerale erfüllt, wovon, wenn beide zusammen auftreten, letzteres stets das ältere ist. Als Bindemittel des Tuffes fungirt ebenfalls ein Zeolith, die einzelnen Bestandtheile werden jedoch erst von einer gelbbraunen, körnigen Substanz umsäumt, welche allmählich in das randliche Zersetzungsproduct der Lapilli übergeht.

Ein lichtgelbgrauer sehr erdig aussehender Tuff, welcher von ockergelben Flecken gesprenkelt erscheint, zeigt unter dem Mikroskope dasselbe Bild wie der vorige, die Umwandlung der Grundmasse der Lapilli ist jedoch soweit vorgeschritten, dass selbst die grösseren lediglich aus der gelbbraunen körnigen lebhaft polarisirenden Substanz bestehen.

Herrn STELZNER danke ich ebenfalls einen ziegelrothen Tuff von Palma, welcher im Handstücke ein ziemlich homogenes, thoniges Aussehen gewährt. Die mikroskopische Untersuchung ergibt nun, dass seine Färbung nicht etwa durch das Bindemittel bedingt wird, sondern von röthlichen schwach doppeltbrechenden Scherbchen und Splitterchen herrührt, welche als zersetzte Fragmente eines vulkanischen Glases, das nur hier und da meist serpentinisirte Olivinkristalle erkennen lässt, gelten müssen. Das Bindemittel derselben ist ein Zeolith, der auch die zahlreichen Luftblasen in ihnen ausfüllt. Es schliesst sich somit dies Gestein auf Grund der eigenthümlichen Verwitterung seiner Glasmassen eng an diejenigen Basalttuffe Böhmens an, welche NAUMANN Peperine nannte, während es andererseits auf Grund seiner Mikrotexur unverkennbare Aehnlichkeit mit den Palagonittuffen von Mineo hat, von denen es sich nur durch seine Farbe unterscheidet.

Ich untersuchte schliesslich noch einen Tuff von Palma, welcher aus einem Agglomerate grösserer Lapilli besteht, die durch ein lockeres mehliges Mineral verkittet werden. Unter dem Mikroskope offenbaren jene ihre sonst constatirten Eigenthümlichkeiten. Sie zeigen in einer porösen glasigen Grundmasse Krystalle von Augit, Hornblende, Olivin und Magnetit und schliessen sich somit dem von L. VAN WERVECKE kennen gelehrten Limburgit von Palma eng an.<sup>1)</sup> Ein jedes ist von einem lichtbräunlichen, unter dem Mikroskope durchsichtig erscheinenden, völlig isötropen Saume umgeben, welcher in Salzsäure nicht oder nur schwer löslich ist (Opal?); die zwischen ihnen bleibenden Lücken werden von Kalkmilch eingenommen, das heisst von einem bald mikrokristallinen, bald grobkörnigeren Teige, welcher hie und da kugelige Zusammenballungen zeigt und sich unter Aufbrausen in Salzsäure löst. Derselbe besteht vermuthlich aus Aragonit. Dann und wann findet sich

<sup>1)</sup> N. Jahrb. 1879. pag. 481.

in einer Luftblase eines Lapills ein Haufwerk kleiner, aschenartiger Auswürflinge. Dies Gestein gleicht also in vieler Beziehung den „palagonitischen Schlackenbreccien“ des Habichtswaldes, und es unterscheidet sich von diesen nicht durch ein besonderes Merkmal.

Es möge endlich an dieser Stelle noch eine kurze Beschreibung eines Tuffes folgen, welchen Herr PECHUEL-LÖSCHE von Fernando Po im Golfe von Guinea mitbrachte. Dies sandsteinähnliche aus grob- und feinkörnigen Schichten bestehende Gestein hat makroskopisch nicht die geringste Aehnlichkeit mit Palagonittuffen, und doch weist es unter dem Mikroskope deren Gemengtheile auf, nämlich mehr oder minder zersetzte poröse Lapilli mit glasiger Grundmasse, „Sideromelankörner“, wozu sich Bröckchen von Feldspathbasalt und Quarzkörner in nicht geringer Zahl gesellen. Ein lebhaft polarisirendes calcitisches Bindemittel verkittet dies alles. Eine Lava von der genannten Insel erkannte ich als einen glasreichen Feldspathbasalt.

ROSENBUSCH<sup>1)</sup> hat das von DARWIN entdeckte und von BUNSEN analysirte palagonitische Gestein von der James-Insel in den Galapagos mikroskopisch untersucht, und aus seiner ausführlichen Beschreibung geht hervor, dass dasselbe aus rothen bis rothgelben Partien, nämlich aus lapillartigen Gebilden, besteht, eingebettet in einer wasserhellen Substanz, einem Zeolith. Ein amorphes Mineral von den Eigenschaften des Palagonites fehlt diesem Gesteine ebenso wie allen den bisher untersuchten Palagonittuffen. Dasselbe gilt auch von dem Gesteine aus dem Districte Djampang-Kulon, welches ROSENBUSCH ebenfalls einer mikroskopischen Prüfung unterwarf, und welches vermuthlich dasselbe ist, welches O. PRÖLSS<sup>2)</sup> als Palagonittuff analysirte.

ZIRKEL<sup>3)</sup> erkannte unter den Gesteinen des nordwestlichen Nordamerika einige Tuffe, welche sich in ihrem Aussehen an die Palagonittuffe Islands anschliessen. Aus der musterhaften Beschreibung derselben geht hervor, dass auch ihnen ein als Palagonit zu bezeichnendes Mineral fehlt; sie werden hauptsächlich aus ungemein dampfporenen Sideromelankörnern zusammengesetzt, also aus glasigen Auswürflingen einer basaltischen Mischung, weshalb sie ZIRKEL<sup>4)</sup> neuerdings Sideromelantuffe nennt. Ein Basalttuff von der Basalt ridge, östlich vom

1) N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. pag. 157.

2) Ebendas. 1864. pag. 432.

3) Microscopical Petrography 1876.

4) Berichte der k. sächs. Akad. d. Wiss., math.-phys. Classe 1877. pag. 242. 243.

Grass Cañon, Pah-tson Mts. erwies sich endlich aus Hyalomelanfragmenten bestehend, welche Substanz, wie ich oben wahrscheinlich zu machen suchte, von SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN auch in den Palagonittuffen des Val di Noto wahrgenommen wurde. Dass dieselbe in geologischer und petrographischer Beziehung als Basaltglas aufzufassen und demnach vom Sideromelan nicht zu trennen ist, habe ich oben zu zeigen versucht, daher dürfte eine Scheidung zwischen Sideromelan- und Hyalomelantuffen nicht anzubahnen sein.

## XII. Es existirt kein Mineral Palagonit.

Die mikroskopische Untersuchung der meisten Palagonittuffe — ausser den letzterwähnten von den Galapagos, von Java und Nordamerika, für welche ausgezeichnete Beschreibungen vorliegen, standen mir nur die von v. HOCHSTETTER und HAAST<sup>1)</sup> entdeckten Vorkommnisse von Neuseeland, sowie die von WARTHA<sup>2)</sup> aufgefundenen ungarischen nicht zur Verfügung — ergibt also, dass in allen denselben nirgends eine Substanz wahrnehmbar ist, welche die von SARTORIUS v. WALTERSHAUSEN dem Palagonit zugewiesenen Eigenschaften trägt; vielmehr zeigt sich, dass fast

<sup>1)</sup> Geologie von Neuseeland pag. 204. Reise der k. k. Fregatte Novara.

<sup>2)</sup> Verh. d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1867. pag. 210. — ZIRKEL erkannte (Reise nach Island pag. 334) in dem Basalte der Insel Videy unfern Reykjavik ebenfalls Palagonit. Diese Angabe findet sich jedoch in seinem Lehrbuche der Petrographie nicht wieder erwähnt, weshalb ich von ihr absehen zu dürfen glaubte. Freilich kommen in Basalten hie und da glasige Schlieren von palagonitischem Ansehen vor, und PETERSEN wies in einer solchen ein wasserhaltiges Silicat nach, welches er mit dem Namen Hydrotachylyt belegte, und das in seiner chemischen Beschaffenheit manchen Palagoniten sehr nahe steht (N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1869. pag. 32.).

Die Selbstständigkeit des Hydrotachylytes neben dem Tachylyte dürfte jedoch noch nicht erwiesen sein. Die Tachylyte enthalten sammt und sonders mehr oder weniger Wasser, und in jüngster Zeit lehrte FRANK RUTLEY erst einen Tachylyt mit 7 pCt. Wasser kennen. (On microscopic structure in tachylyte from Slievenalargy, J. Roy. geol. Soc. Ireland IV. 1877. pag. 227. 231.). Ich glaube nicht, dass dieser hohe Wassergehalt dem Basaltglase ursprünglich eigen ist, ich vermute vielmehr, dass dasselbe gleich den Pechsteinen ein hohes Bindungsvermögen für hygroskopisches Wasser besitzt. Ueber den Wassergehalt der letzteren gab jüngst LEMBERG sehr schätzenswerthe Mittheilungen (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1877. pag. 505. 507), aus denen hervorgeht, dass derselbe sehr schwankend ist und bereits in trockner Luft eine Verminderung erfährt.

alles, was in Tuffen als Palagonit beschrieben ist, jene weingelbe bis granatrothe, gewöhnlich bräunliche, harzähnlich aussehende Substanz, der Regel nach aus mehr oder minder, gewöhnlich nur randlich zersetzten, lapillartigen, also vorherrschend glasigen Auswürflingen eines basaltischen Magmas und deren Bindemittel besteht. Auch das, was als Palagonit analysirt worden ist, erweist sich in einer Reihe von Fällen als ein Gemenge verschiedener Substanzen. Es darf daher gerechtfertigt sein anzunehmen, dass ein als Palagonit zu bezeichnender Körper nicht existirt, und damit erledigen sich die scharfsinnigen Untersuchungen über die chemische Beschaffenheit, die geistreichen Speculationen über die Bildung desselben.

Wenn nun also in der Mineralogie ein Mineral Namens Palagonit nicht mehr zu verzeichnen ist, so müssen in der Petrographie die Namen Palagonittuff und Palagonitfels nothwendigerweise fortfallen. Mit dem Vorgange ROSENBUSCH's, dieselben beizubehalten und mit ihnen Gesteine, welche im Wesentlichen durch die Führung von Sideromelan ausgezeichnet sind, zu belegen, kann ich mich nicht befreunden. Es widerspricht dies allem Gebrauche in der Bezeichnung von Gesteinen, und ist ungefähr ebenso, als wollte man ein Mineral, welches theils aus frischem, theils aus zersetztem Cordierit besteht, ohne Weiteres Gigantolith oder Praseolith nennen. Ferner aber ist der Sideromelan, wie sich aus den mitgetheilten Untersuchungen ergibt, weder allen Palagonittuffen eigenthümlich, noch in seinem Vorkommen lediglich auf dieselben beschränkt.

Der ideal reine Sideromelan, d. h. ein poröses Basaltglas ohne irgendwie nennenswerthe Krystallausscheidungen, findet sich nur in den isländischen Palagonittuffen und in denen der Gegend südlich von Palagonia und dem Val di San Giacomo. Die übrigen Palagonittuffe, insbesondere die von Militello, vom Beselicher Kopfe, von Le Puy dagegen zeichnen sich durch die Führung lapillartiger basaltischer Auswürflinge aus, welche zwar eine glasige, sehr vorwiegende Grundmasse besitzen, aber doch so reich an Krystallausscheidungen sind, dass sie füglich nicht mehr als Sideromelankörner bezeichnet werden können. In einer Reihe von Tuffen, welche Niemand als palagonitische aufführen würde, so in den näher besprochenen vom Aetna, in dem ziegelrothen, thonigen von Palma, in dem von Fernando Po endlich finden sich glasige basaltische Auswürflinge ohne nennenswerthe Krystallausscheidungen, welche demnach als Sideromelankörner gelten können. Dergleichen Tuffe könnte man mit ZIRKEL wohl als Sideromelan- bez. Hyalomelantuffe bezeichnen, oder, um diese Namen zu umgehen, als Basaltglastuffe.

Allen Palagonittuffen sind poröse, also lapillartige, basal-

tische Auswürflinge gemein, welche wie fast alle lockere, vulkanische Auswürflinge eine vorzugsweise glasige Ausbildung besitzen. Diese Eigenthümlichkeit theilen die Palagonittuffe jedoch mit allen hier beschriebenen Basalttuffen, mit Ausnahme der wenigen von der Rauhen Alb, welche aus compacten, thränenartigen Gebilden aufgebaut werden, und ich würde demnach geneigt sein, von den Basalttuffen nicht die seiner Zeit als palagonitführend erkannten abzusondern, sondern jene letzterwähnten schwäbischen, und sie überhaupt in Lapilli- und Bombentuffe zu trennen, wenn ich mich anzunehmen berechtigt fühlte, dass diese Eintheilung in der Natur überall ebenso leicht durchführbar wäre, wie an den mir vorliegenden Präparaten.

Nun ist aber freilich nicht zu verkennen, dass eine grosse Anzahl von sogenannten Palagonittuffen im Handstücke ein charakteristisches Aussehen besitzt, und besonders sind diejenigen Islands und Siciliens Gesteine, welche sich auf Grund ihres Habitus sehr leicht erkennen lassen; dies gilt, wenn auch nicht in gleichem Maasse, von den als palagonitführend beschriebenen Gesteinen des Habichtswaldes, des Beckens von Le Puy, sowie der Gegend von Gleichenberg in Steiermark.

Es wurde schon gelegentlich des Vergleiches der sicilianischen „Palagonittuffe“ mit den Tuffen des Aetna darauf hingewiesen, dass der wesentliche Unterschied zwischen denselben nur in der gleichen, unbedeutenden Grösse, in der gleichen petrographischen Beschaffenheit, welche die Auswürflinge in den ersteren auszeichnet, zu suchen ist. Jetzt, am Ende der Untersuchungen, kann sogar ganz allgemein gesagt werden, dass dicht cémentirte Aschen basaltischer Gesteine für Palagonit erklärt und als solcher analysirt worden sind. So gelten die dicht erscheinenden Gesteine Islands und Siciliens als Palagonitfels, weil sie sich lediglich aus Aschenmassen aufbauen, welche ihr gleiches Korn vermuthlich den „aufbereitenden“ Wirkungen des Windes danken; so gelten die Gesteine des Habichtswaldes, des Beckens von Le Puy als „palagonitische Schlackenbreccien“, weil in ihnen die grösseren Auswürflinge in dem dichten Teige der fest verbundenen Aschenmassen liegen. Hier hat eine Sonderung des Materials durch das Wasser stattgefunden<sup>1)</sup>, woraus sich erklärt, dass man es hier theils mit grösseren Auswürflingen, theils mit einem Schlamme kleinerer zu thun hat, welcher letzterer sich zwischen die ersteren drängt und quetscht. Da endlich, wo eine

<sup>1)</sup> Ueber die Entstehung der Tuffe der Gegend von Cassel siehe MÖHL: Der Bühl bei Weimar unweit Cassel; Bericht des Offenbacher Vereins für Naturkunde 1868.

„Aufbereitung“ weder durch den Wind noch durch das Wasser geschehen ist, nämlich in unmittelbarer Nähe der Vulkankegel, werden palagonitische Gesteine am seltensten beobachtet, der Caldera-Kegel auf Palma, der Hohenhöwen im Hegau, sowie die Krater mancher Galapagos liefern unter den vielen Vulkaneschütten die einzigen Beispiele dieser Art, und hier scheint es, als ob die Eruption von vornherein nur Aschenmaterial, wie es häufig vorkommt, geliefert hätte.

So wesentlich die Kornunterschiede von Gesteinen häufig dem aufnehmenden Geologen erscheinen, so unwesentlich sind sie für eine Systematik der Felsarten, und besonders jetzt, wo das Mikroskop so ausgedehnt und erfolgreich in der Petrographie angewendet wird, wo es keine Bedeutung mehr hat, Diabas von Aphanit, Dolerit von dichtem, fettglänzenden Basalt zu scheiden. kann es demnach auch keinen Werth mehr haben, jene feinkörnigen, cämentirten Aschenmassen, welche als Palagonit beschrieben wurden, und die hie und da einen auffälligen Habitus bekunden, von der Hauptmasse der Basalttuffe zu trennen und als Palagonitgesteine neben jenen anzuführen.

Was die Basalttuffe anlangt, so lehren vorstehende Untersuchungen ganz allgemein, dass sie aus losen, vulkanischen Auswürflingen zusammengesetzt werden, welche in ihrer Erscheinungsweise sich den früher kennen gelehrten Auswürflingen heutiger Vulkane vollkommen anschliessen; es konnte kein Vorkommniss namhaft gemacht werden, das aus Trümmern von festen, basaltischen Gesteinen, z. B. von Strömen oder Kuppen, aufgebaut würde, ein Vorkommniss also, das als ein ausserordentlich feinkörniges Conglomerat zu betrachten ist.

Compacte Auswürflinge fanden sich nur in den Tuffen der Rauhen Alb, eine viel grössere Verbreitung zeigen die porösen, lapillartigen. Dieselben werden durch eine vorwiegende, glasige Grundmasse ausgezeichnet, in welcher mehr oder minder zahlreiche Krystallausscheidungen schwimmen, die ihrerseits der Regel nach in kleinen, sehr einfach gebauten Individuen ausgebildet sind und nur seltener porphyrisch auftreten. Es erscheinen daher in petrographischer Beziehung die lapillartigen Auswürflinge gleichsam als eine Zwischenstufe zwischen der rein glasigen und der im Allgemeinen krystallinen Ausbildung der basaltischen Mischung, ein Umstand, der völlig im Einklange mit ihrer Entstehungsweise als Zerstäubungsproducte der noch flüssigen, im Krater befindlichen Lava steht. Es ist demnach zu erwarten, dass sie nicht allein Zeugniss von den in der letzteren vorgehenden Krystallbildungen geben, worüber bereits berichtet ward<sup>1)</sup>, sondern dass sie auch Licht über

<sup>2)</sup> Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1878. pag. 114.

die früher so lebhaft erörterte Frage über die Reihenfolge der Krystallausscheidungen verbreiten werden.

In der That ergibt sich, dass in den Lapilli der untersuchten Tuffe sehr häufig nicht alle die Mineralien vorhanden sind, welche als charakteristisch für den Basalt gelten müssen; denn während sich dieser in seiner normalen Ausbildung zusammensetzt aus

einem Feldspathe, nämlich Augit, Olivin, Magnetit,  
aus Plagioklas bezw. Nephelin oder Leucit,

werden von diesen Gemengtheilen in den Lapilli häufig der eine oder andere, öfter auch mehrere vermisst, und es muss als auffällig bezeichnet werden, dass sich darin keine bestimmte Ordnung bemerken lässt, ein Umstand, welcher möglicherweise durch Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung, durch das Vorwiegen oder Zurücktretten dieser oder jener Base, verursacht wird. Hoffentlich gelingt es auf dem Wege der von FOUQUÉ und LÉVY so erfolgreich begonnenen experimentellen Gesteinsbildung auch diese, hier nur flüchtig angelegte Frage einer erfolgreichen Lösung entgegenzuführen.

So zeigt sich in einer grösseren Anzahl von Auswürflingen, besonders in denen, welche die Palagonittuffe Islands aufbauen, ferner auch in denen des Tuffes vom Montecchio Maggiore bei Vicenza, dass

#### Plagioklas und Olivin

als einzige Krystallausscheidungen nachweisbar sind. In einer Reihe anderer Vorkommnisse dagegen, namentlich in denen des Habichtswaldes, der Auvergne, des lockeren Gesteins von Palma, fehlt der feldspathige Gemengtheil und

#### Augit, Olivin und Magnetit

finden sich als einzige Ausscheidungen, von denen der letztere nicht constant vorhanden ist. In einem Falle endlich, nämlich in dem zuerst beschriebenen Tuffe von Palma findet sich bloss

#### Olivin und Magnetit

in der glasigen Grundmasse der Lapilli eingebettet.

Diese letztere scheint also geradezu das eine oder andere der für den normalen Basalt charakteristischen Mineralien zu vertreten, und es liegt demnach auf der Hand, dass das Fehlen eines oder des anderen derselben in einem sehr glasreichen Gesteine durchaus noch nicht die Abtrennung desselben vom Basalttypus begründen kann. Zur Charakteristik irgend eines glasreichen Gesteins gehört eben ausser der Aufzählung seiner

mineralogischen Gemengtheile noch seine chemische Zusammensetzung. Beide Momente vereint ermöglichen überhaupt erst eine befriedigende Systematik der Felsarten.

ROSENBUSCH<sup>1)</sup> hat in anerkannter consequenter Verfolgung des Principes einer Trennung der massigen Gesteine in feldspathführende und feldspathfreie einen Typus aufgestellt, welcher aus einem Gemenge von Augit und Olivin und einer glasigen Grundmasse besteht, und der, weit getrennt von der Familie der Basalte, welcher er sich chemisch und geologisch eng anschliesst, unter dem Namen Limburgit aufgeführt wird.

Die oben erwähnten feldspathfreien Lapilli können mit vollem Rechte als Limburgit bezeichnet werden. Nun aber ist nicht nur ersichtlich, dass dieselben, wie im Habichtswalde und in der Auvergne, in inniger geographischer Beziehung zu echten Basalten stehen, sondern man findet sogar in ein und demselben Tuffe Lapilli beisammen, welche theils zum Limburgit, theils zum Basalt zu rechnen sind. So kommen in den Tuffen vom Röhrkogl bei Gleichenberg feldspathführende und feldspathfreie Lapilli, und im Tuffe von der Küller Mühle bei Essingen solche mit oder ohne Nephelin zusammen vor. Alle diese Momente deuten auf eine enge Verknüpfung zwischen Basalt und Limburgit, und ich möchte den letzteren geradezu als einen unfertigen, in der Entwicklung stehen gebliebenen Basalt bezeichnen, welcher ein Zwischenglied zwischen diesem und dessen rein glasiger Ausbildung darstellt und demnach als Magmabasalt neben ihm als eine etwas glasige Form anzuführen ist, in welcher sowohl echte, als auch die Nephelinbasalte, wie das Vorkommnis der Küller Mühle bei Essingen<sup>2)</sup> zeigt, auftreten können, eine Form, in welcher die Unterschiede zwischen Basalten, Tephriten, Leucit- und Nephelinsteinarten verschwinden, und durch welche auch ebenso wie durch die chemische Zusammensetzung auf eine innige Verknüpfung der letztgenannten Felsarten hingewiesen wird, die durch eine auf rein mineralogische Kennzeichen gegründete Systematik nicht zerrissen werden darf.

Es sei gestattet, hier auch kurz der nicht selten in den Lapilli der untersuchten Basalttuffe nachgewiesenen pseudovulkanischen Bestandtheile zu gedenken. Es fanden sich besonders in den Tuffen Hessens häufig Quarze, welche aus der

1) Vergl. N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1872. pag. 53., sowie Physiographie der massigen Gesteine.

2) Ein ähnliches Beispiel führte ich bereits früher von Gerolstein in der Eifel auf. Ein Lapill von dort muss als Magmabasalt gelten, während die dort anstehenden Laven nach HUSSAK sehr glasarme Leucitgesteine sind, also nicht Tephrite, wie ich angab; Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1878. pag. 113.

Tiefe stammen, in einem Lapill von Palma war ein Basaltfragment eingeschlossen. Die mikroskopische Kleinheit dieser Bestandtheile, deren verhältnissmässige Häufigkeit wirkt ein eigenthümliches Licht auf die Beschaffenheit der noch flüssigen Lava: dieselbe muss stellenweise geradezu mit fremden Partikelchen geschwängert gewesen sein, und ist es nicht ausgeschlossen, dass diese hie und da sogar ihre chemische Zusammensetzung beeinflussen konnten.

In den Tuffen erscheinen die oben geschilderten Lapilli mehr oder minder zersetzt und besonders gestattet ihre gläserige Grundmasse die verschiedensten Umwandlungsstadien zu verfolgen. In einer Reihe von Fällen erscheint diese zwar getrübt, verhält sich jedoch indifferent unter gekreuzten Nicols (der zuerst beschriebene Tuff von Palma, Mückenhübl bei Salesl); häufiger jedoch ist sie dann schwach anisotrop (Tuffe von Island); zuweilen ist sie in eine lebhaft polarisirende, mikrokrySTALLIN erscheinende Substanz verwandelt (z. Th. in den Tuffen von Salesl und Pockau in Böhmen); endlich aber lässt sie und zwar ziemlich häufig eine Differenzirung in zwei verschiedene Substanzen erkennen, nämlich in einen farblosen, theils isotropen, theils anisotropen Grund, welcher entweder durch einen schwarzen Staub oder durch rothe Flöckchen getrübt ist, oder auch Sternchen und Bälle eines grünen Minerale beherbergt. Der erstere Fall wurde sehr häufig beobachtet; das ausgezeichnetste Beispiel dieser Art gewähren die Lapilli in einem Tuffe von der Spitzkuppel bei Cassel. Bereits im Handstücke fallen dieselben durch ihre schwarze, kohlige Färbung auf, unter dem Mikroskope sind sie von schwarzen Partikelchen gänzlich durchdrängt, welche auf einem lichtgelblichen Grunde zu Bändern und Striemen angeordnet erscheinen. In seinem Aussehen gleicht dieser schwarze Staub dem Magnetitstaube mancher klastischer Gesteine, und es ist nicht unmöglich, dass er auch jenem Minerale angehört. Ueber den anderen Fall, dass auf einem farblosen Grunde rothe Flöckchen und Schüppchen erscheinen, wodurch eine intensiv rothe Färbung des Gesteins hervorgebracht wird, wie z. B. bei den sogen. Peperinen Böhmens und dem rothen Tuff von Palma, habe ich bereits ausführlicher berichtet und ausgesprochen, dass die erwähnten Flöckchen von Eisenglanz oder einem verwandten Minerale gebildet würden. Höchst bemerkenswerth ist endlich der zuletzt angeführte Fall besonders deshalb, weil hier der farblose Grund gewöhnlich die Zeolithen eigenthümliche Polarisation aufweist und wohl auch aus einem solchen Minerale besteht. Es zerlegt sich also hier ein Basaltglas in einen Zeolith und ein faseriges grünes Mineral, welches vermuthlich als ein dem Delessit ähnliches zu erachten ist. Es

findet dieser Vorgang ein vollkommenes Analogon in der Zersetzung eines Basaltglases auf trockenem Wege, wodurch es in ein Gemenge von

Feldspath,      Augit, Olivin und Magnetit

umgewandelt wird, während es auf nassem Wege sich zerlegt in

Zeolith,

den man ja gewissermaassen als ein Feldspathhydrat auffassen kann, und in

ein grünes, faseriges Mineral,

das als wasserhaltiges Magnesia-Eisen-Thonerdesilicat, wie es z. B. die Grünerde, der Kirwanit und Delessit sind, die Bestandtheile des Augites, Olivines und Magnetites enthalten würde. Wie erwähnt, ist jedoch eine bestimmte Deutung dieses Mineralen sehr schwierig.

Ganz die nämlichen Mineralien, der Zeolith und das grüne, finden sich auch in dem Bindemittel der Basalttuffe. In den bei weitem meisten Fällen treten sie hier nur gleichsam als Lückenbüßer zwischen dicht aufeinander gehäuften Auswürflingen auf, und zwar in der Regel derartig, dass das grüne Mineral sich als ältestes erweist, ein Verhältniss, das sich fast in allen ausgefüllten Mandeln der Melaphyre und Basalte wahrnehmen lässt. Wo endlich Kalkspath im Bindemittel vorkommt, ist derselbe jüngste Bildung, so z. B. in den Tuffen von Gleichenberg in Steiermark, dem vom Saljadalr in Island u. s. w.

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die lückenbüßende Cäment ein Zersetzungsproduct des vulkanischen Materials in den Tuffen ist, und zwar dankt es dem basaltischen Glase seinen Ursprung; dieses ist allein angegriffen; wie gezeigt, zerlegt es sich in gewissen Fällen in die Mineralien des Bindemittels, während die in vorkommenden Krystallausscheidungen im Allgemeinen ihre ursprüngliche Frische bewahren. Endlich aber weist der Umstand, dass die sogenannten Palagonittuffe Islands die Zusammensetzung eines Hydrates der normalpyroxenen Mischung, also eines Basaltes, haben, darauf hin, dass hier keine wesentliche Zufuhr von Material stattgefunden haben kann. Es scheint überhaupt das Gesteinsglas in den Mandelsteinen der Melaphyre und Basalte die Hauptquelle für die in den Mandeln gebildeten Mineralien, vornehmlich für die Zeolithe, zu sein, was auch LEMBERG <sup>1)</sup> ausspricht.

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1877. pag. 503.

Anders freilich dürfte es sich mit jenen Tuffen verhalten, in welchen das vulkanische Material gleichsam im Bindemittel schwimmt, wie solches in den Tuffen der Umgegend von Clermont beobachtet wurde. Hier kann, wie an der betreffenden Stelle bereits erwähnt, nur daran gedacht werden, dass die Auswürflinge und die als Bindemittel fungirende Substanz gleichzeitig zur Ablagerung kamen, ein Fall, der beispielsweise da eintreten wird, wo das vulkanische Material mit einem Breie fremder Substanzen zu einer Art Schlamlava verkittet wird, oder da, wo es in eine vor sich gehende Sedimentbildung geräth, wie eine Asche, die, vom Winde weit verweht, in das Meer fällt, oder endlich da, wo der bereits abgelagerte Vulkanschutt der erodirenden Thätigkeit des Wassers zum Opfer fällt und durch dieses, mit fremdem Materiale vermischt, an anderer Stelle abgesetzt wird.

Dieser letztere und wohl bei weitem häufigste Fall wird sich freilich meist darin äussern, dass in dem so entstandenen Tuffe Trümmer fester Gesteine sich einstellen und er scheint insbesondere für jene Tuffschichten zu gelten, welche allmählich in Sandstein übergehen, wie diejenigen der Gegend von Geichenberg in Steiermark, wie die „Brecciolen“ der vicentiner Berge. In der That offenbarten die von dort herrührenden Gesteine eine reichliche Beimengung von Trümmern nicht vulkanischer Gesteine. Aber auch selbst solche von vulkanischen Gesteinen, wie jene Basaltfragmente, welche häufig in den untersuchten Tuffen nachgewiesen wurden, können möglicherweise auf ähnliche Umlagerungen deuten. Natürlich ist immer erst nachzuweisen, ob die betreffenden Fragmente nicht pseudovulkanische Auswürflinge sind, ein Nachweis, der häufig nur äusserst schwierig zu führen sein dürfte.

## Inhaltsübersicht.

	Seite.
I. Geschichtliches über den Palagonit. Mineralogische Eigenschaften desselben. Hypothesen von BUNSEN und SARTORIUS VON WALTERSHAUSEN über dessen Zusammensetzung und Bildung. Weitere Untersuchungen über die Verbreitung des Palagonites und deren Folgen auf genetische Ansichten. Mikroskopische Untersuchungen von ROSENBUSCH und deren Resultate . . . . .	504
II. Der Palagonit Islands. Beschreibung der Tuffe von Videy, Bulandstindr, Foss Vogr, Seljadalr, Leirhnúkr, Hekla. Sideromelan ein vulkanischer Auswürfling. Bindemittel der Tuffe. Sideromelan, Tachylit und Hyalomelan sind ununterscheidbare Basaltgläser . . . . .	512
III. Der Palagonit Siciliens. Beschreibung der Tuffe von Militello, von Palagonia und Val di San Giacomo, der ätnaischen Tuffe von der Serra Giannicola, vom Monte Rosso, von Motta Sant' Anastasia. Unterschiede zwischen diesen und den Palagonittuffen . . . . .	522
IV. Palagonitführende Gesteine im westlichen Mitteldeutschland. Beschreibung der Tuffe von Deute bei Cassel, Wilhelmshöhe, Taubenkaute, Herzberg, Dörnberg, Aspenkippel, Climbach, Beselicher Kopf, Wolsberg bei Siegburg. Trachyttuffe des Siebengebirges. Unterschied zwischen Tuff und Conglomerat . . . . .	529
V. Palagonittuffe der Eifel. Leucittuffe von Rieden. Bröckeltuff und Steintuff von Rom. Der Name Leucittuff ist inconsequent . . . . .	536
VI. Palagonittuff vom Hohenhöwen im Hegau. Basalttuffe Schwabens. Basalttuff von der Küller Mühle bei Essingen. Tuffe von Dettingen und Owen. Lavathränen. Phonolithtuff vom Hohentwiel im Hegau . . . . .	539
VII. Palagonittuffe von Gleichenberg in Steiermark. Beschreibung der Tuffe vom Röhrkogel, Wirberge, von der Krugfabrik. Rother Hauyn-führender Tuff. Olivinfelsbombe von Feldbach. Ausscheidung aus dem Magma. Tuff von Feldbach . . . . .	545
VIII. Basalttuffe Böhmens. Beschreibung der Tuffe von Pockau, Salesl und Kaudern bei Aussig. Phonolithauswürflinge mit glasiger Grundmasse und zerbrochenen Augitkrystallen. Tuff von Atschau bei Kaaden. Umhüllungspseudomorphose von Kalkspath nach Augit. Grünerde von Kaaden . . . . .	549
IX. Basalttuffe der Auvergne. Palagonittuff von Le Puy. Tuffe von Cournon, von Puy de Crouël, Puy de la Poix, Puy de la Piquette, von Vertaizon. Differenzirung der	

- Glasmasse. Pseudomorphose von Kalkspath nach Olivin. Bindemittel dieser Tuffe. Basalttuff vom Montecchio Maggiore bei Vicenza. Zersetzte Glasmasse der Lapilli in demselben. Brecciole. Tuff von Ronca . . . . . 552
- X. Ueber Peperine. Peperin des Albaner Gebirges. Sprünge und zerborstene Glaseinschlüsse im Leucit von San Marino. Peperine sind Schlammlaven. Ansichten LECOQ's und NAUMANN's. Die sogenannten Peperine Böhmens sind keine echten Peperine. Trass des Brohlthales. Untersuchungen ANGER's. Der sogenannte Trass des Rieses . . . . . 556
- XI. Basalttuffe von Palma, von Fernando Po. Referate über die Palagonittuffe der Galapagos, von Java und Nordamerika . . . . . 564
- XII. Es existirt kein Mineral Palagonit. Palagonittuffe von Basalttuffen nicht verschieden. Sideromelan- bez. Hyalomelantuffe. Lapilli- und Bombentuffe. Eigenthümliches Aussehen der früher als Palagonittuffe beschriebenen Gesteine und Ursachen dafür. Lapilli der Basalttuffe. Reihenfolge der Ausscheidungen in denselben. Der Limburgit. Pseudovulkanische Einschlüsse. Verwitterung der glasigen Grundmasse. Zerfällung des Basaltglases in einzelne Mineralien auf trockenem und nassem Wege, Analogie zwischen den Endproducten. Das Bindemittel der Basalttuffe. Basaltglas liefert das Material zur Zeolithbildung. Fremde Bestandtheile in den Basalttuffen und deren Bedeutung . . . . . 567
-

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1879

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Penck Albrecht

Artikel/Article: [Ueber Palagonit- und Basalttuffe. 504-577](#)