Ueber den Dolerit von Londorf.

Von

A. Streng in Giessen.

Mit Tafel V.

Unter den basaltischen Gesteinen des Vogelsberges spielen neben den sehr feinkörnigen eine wichtige Rolle zwei Gesteine, die in vieler Beziehung einander sehr nahe stehen und doch häufig scharf von einander getrennt sind, das ist der Anamesit und der Dolerit. Ob beide Gesteine nur als Abänderungen der Basalte zu gelten haben oder ob sie bestimmte, selbstständige Arten sind, soll hier nicht erörtert werden, es muss der eingehenden petrographischen, chemischen und insbesondere geologischen Untersuchung der Gesteine des Vogelsberges vorbehalten bleiben. Eine eingehende mineralogische und chemische Untersuchung einzelner typischer Dolerite, Anamesite und Basalte des Vogelsberges muss aber der geologischen Untersuchung vorausgehen, um derselben als Stützpunkt zu dienen.

Im Nachstehenden soll eine solche Untersuchung an dem typischsten Dolerite des Vogelsberges, demjenigen von Londorf, ausgeführt werden, insbesondere deshalb, weil das Gestein durch einen grossartigen Steinbruchbetrieb prachtvoll aufgeschlossen ist, so dass auch die Ablagerungsform mit voller Klarheit sich dem Beschauer darstellt.

Das Gestein ist schon lange als typischer Dolerit bekannt und oft citirt worden. Auch in dem Text zur geologischen Karte der Section Giessen des mittelrheinischen geo-

logischen Vereins[1] ist das Gestein von Londorf von Dieffenbach als Dolerit angeführt und es ist von ihm eine von Engelbach ausgeführte Analyse mitgetheilt worden; in dem 1870 erschienenen, meist von Ludwig verfassten Texte zur geologischen Karte der Section Allendorf ist das Gestein auf p. 33 aber merkwürdiger Weise zum sogenannten Trachydolerit gestellt und auch auf der Karte als solcher bezeichnet worden. Nun hat aber das Gestein der Steinbrüche von Londorf gar keine Ähnlichkeit mit denjenigen Gesteinen, die Ludwig an vielen andern Punkten des Vogelsberges als Trachydolerite bezeichnet hat und die für den südöstlichen Vogelsberg zuerst von Bücking[2], für den nordwestlichen und centralen Theil des Gebirges von Ledroit[3] als gewöhnliche Feldspathbasalte erkannt worden sind. Dagegen hat Ludwig auf der Section Allendorf als Dolerite diejenigen dunkelgefärbten Gesteine bezeichnet, welche die echten Dolerite der Steinbrüche zu unterlagern scheinen und in ihrem ganzen Verhalten völlig den echten Anamesiten des Mainthals gleichen und sich auf den ersten Blick durch die dunkle Farbe und kleineres Korn ungemein scharf von den helleren, etwas gröberkörnigen Doleriten unterscheiden. Diese Gesteine sind in der Umgegend von Giessen die verbreitetsten, erscheinen aber auf der Karte der Section Giessen gar nicht als besonderes Gestein aufgetragen, sondern sind zu den Basalten gestellt. Diese Anamesite stellen sich aber auch hier bei Londorf als durchaus compacte blasenfreie Gesteine dar, während die Dolerite häufig Blasenräume und kleinere unregelmässige Hohlräume enthalten, denen sie ihre leichte Bearbeitbarkeit verdanken. Im Munde des Volkes führen sie den Namen Lungstein und das ist auch der Name, unter dem sie in den Handel kommen.

Londorf liegt in dem bei Lollar in das Lahnthal mündenden Lumdathale. Die Thalsohle befindet sich hier im Tertiär. Von Londorf aus steigt nach Osten hin das rechte Thalgehänge zuerst sanft an, erhebt sich dann aber etwas steiler und bildet einen schmalen aus Anamesit bestehenden Rücken; jenseits desselben fällt die Oberfläche wieder etwas ab, bildet

[1] Darmstadt. 1856, p. 99.

[2] Miner. u. petr. Mitth. 1878. I. p. 8.

[3] 24. Ber. der oberhess. Ges. f. Nat.- u. Heilkunde p. 133.

eine schmale, flache, dem Lumdathale parallel laufende Mulde und erhebt sich endlich am Fusse der Dolerit-Ablagerung sehr steil, indem hier auf weite Strecken das Gestein des Kahlenberges in Steinbrüchen abgebaut wird, die mit einander in Verbindung stehen. Ob hier wirklich der Dolerit auf dem Anamesit aufliegt oder ob der eben geschilderte, vor dem Steilabfall des Kahlenberges herziehende Rücken einem Anamesit-Gang entspricht, konnte vorläufig noch nicht festgestellt werden. Ludwig beschreibt in dem Texte zur geologischen Karte der Section Allendorf[1] die Verhältnisse mit folgenden Worten:

„Das Gestein bildet massige und unregelmässige, jedoch in grosse Blöcke abgesonderte Lager von 10—20 m. Dicke, welche bei Londorf und Nordeck auf den Höhen der Dolerit- (d. h. Anamesit-) Berge eine gegen das Lumdathal steil abstürzende Felswand bilden. Hier sind die Massen durch ausgedehnte Steinbrüche eröffnet; man sieht, wie sie auf dem dunklen Dolerit (Anamesit), der den hügeligen rauhen Thalkessel von Nordeck erfüllt, auflagern. Beide Gesteine trennt jedoch eine rostbraune Verwitterungsschicht des Dolerits (d. h. Anamesits). Die unterste Bank des Trachydolerits (d. h. Dolerits) ist grossblasig und zu architectonischen Zwecken nicht brauchbar. Auf diese 2 m. dicke Lage folgt eine 5 m. mächtige, in senkrechte Prismen von grosser Dicke zerspaltene, darauf eine dünne, $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ m. dicke grossblasige, nun eine 2—3 m. dicke, heller graue, feinporöse, nochmals eine grossblasige, dann eine dünnplattige, 1—2 m. dicke Lage und endlich die Zersetzungsrinde, Schutt, Lehm und Gerölle.“

Steigt man vom Thale auf der mächtigen Schutthalde der Steinbrüche hinauf und tritt in einen der letzteren, so bietet sich dem Geologen ein prachtvolles, höchst interessantes Bild dar. In steilen Wänden steht ein hellgrau gefärbtes Gestein an, welches in seiner Hauptmasse durch verticale Klüfte in senkrechte mächtige Pfeiler abgesondert ist. Diese Ablagerungen sind durch mehrere breite, fast horizontale rothe Streifen in 2, 3 oder 4 ungleiche Abtheilungen getheilt. Tritt man näher, so erkennt man, dass die Säulen zwar porös, aber

---

[1] Darmstadt, 1870, p. 33.

meist blasenfrei oder -arm sind, dass sie aber, sobald sie sich nach oben oder unten den rothen Streifen nähern, allmählich blasig, ja ganz schlackig und zugleich braun oder roth gefärbt werden und dass diese schlackigen Massen nach oben wie nach unten in einer höchst unebenen Fläche ihr Ende erreichen derart, dass eine obere unebene Fläche von einer der oberen Lage angehörenden unteren unebenen Fläche bedeckt wird und dass 2 solche unebene Flächen sich unmittelbar berühren, wobei natürlich vielfach Hohlräume frei bleiben. Untersucht man die unebene Fläche etwas genauer, so entspricht sie ganz vollständig der Oberfläche der sogenannten Fladenlava des Vesuvs, wie sie sowohl von G. v. Rath[1], dem ausgezeichneten Geologen, der leider allzufrüh seiner hervorragenden wissenschaftlichen Thätigkeit durch den Tod entrissen worden ist, als auch von Heim[2] so vortrefflich geschildert und abgebildet worden ist. Wurst- oder Gekröse-artige Massen, gedrehte Seile, gerunzelte Platten und Zungen, wie sie beim Fliessen zäher Massen, deren Oberfläche schon halb erstarrt, aber noch zähe und beweglich ist, entstehen. Da nun solche Oberflächenformen nur bei Laven vorkommen und zwar sowohl auf der Oberfläche als auch auf der Unterfläche (die ja einstmals Oberfläche war) der Ströme, so ergibt sich hieraus und aus der ganzen übrigen Ablagerungsform, dass die hier vorliegenden Dolerite echte Lavaströme darstellen, die über einander geflossen sind. Es soll damit nicht gesagt sein, dass hier mehrere Eruptionen nach einander stattgefunden hätten; es ist sehr wohl möglich, dass diese über einander liegenden Ströme bei ein und derselben Eruption dadurch entstanden sind, dass die oberflächlich erstarrte Lava irgendwo ihre Decke durchbrochen und sich über die erstarrte Decke desselben Stroms ergossen hat, wie das ja an gegenwärtig aus Vulkanen ausfliessenden Strömen so häufig vorkommt. Mitunter keilt sich ein zwischengelagerter dünner Stromtheil seitlich aus, so dass dann der erste und dritte Strom unmittelbar auf einander liegen. Solche Zwischenlagerungen von Schlacken mit Oberflächenformen kommen bei allen Doleriten im westlichen Vogelsberge vor. Sie finden sich aber auch

[1] Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1871, p. 712.

[2] Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1873, p. 36.

in ganz ähnlicher Weise bei vielen Anamesiten, wie dies schon von Hornstein[1] für diejenigen des Mainthals geschildert worden ist. Auch in der Gegend von Giessen kommen sie sehr schön vor, z. B. am Kernberg nahe der Gansburg und am hohen Stein östlich von Garbenteich.

Betrachtet man das anstehende Gestein in den Londorfer Brüchen etwas genauer, dann sieht man, dass dasjenige der Pfeiler aus einer kleinkörnigen und kleinporigen Masse besteht, in der man ein weisses und ein dunkler gefärbtes Mineral mit dem blossen Auge ganz gut erkennen kann. An vielen Stellen sieht man aber theils ganz schmale (1 cm.), theils auch breitere ($\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ m.) Blasenzüge von unten bis oben das Gestein durchziehen; sie sind theils vertical, theils geneigt oder gebogen verlaufend, sie schwellen oft an oder werden dünner oder hören auch ganz auf oder sie theilen, sie durchkreuzen sich. Innerhalb dieser Blasenzüge ist das Gestein etwas gröber im Korn und es ragen vielfach Krystalle in die Blasenräume hinein. Das Ganze sieht aus wie Gänge eines scheinbar gröberkörnigen Dolerits in dem kleinkörnigen; man kann sich aber leicht überzeugen, dass es nur Blasenzüge sind, die das Gestein durchzogen, als es noch flüssig genug war, um Gasblasen den Durchgang zu gestatten, dass dann aber während dieses Vorgangs das Gestein erstarrte, wodurch die Hohlräume festgebannt wurden. Da das Gestein vielfach zu Thorpfosten und andern Bauzwecken in Giessen verwendet wird, so kann man hier überall die mannigfaltige Form der Blasenzüge sehen, welche das Gestein durchsetzen; zugleich sieht man aber auch nach Regengüssen, dass durch diese Blasenzüge das Wasser tief in das Gestein eindringen kann, denn wenn der ganze Stein schon trocken geworden ist, sind diese Blasenzüge, in denen sich ein Wasservorrath angesammelt hat, noch ganz feucht. Es ist nun leicht möglich, dass man anderwärts diese Blasenzüge für wirkliche Gänge gehalten hat. So habe ich derartige Erscheinungen an den Anamesiten von Steinheim gesehen und möchte vermuthen, dass die von dort beschriebenen Gänge auf solche Blasenzüge zurückführbar sind, da das Ganggestein schlackig und blasig sein soll.

Wenn man sich die schlackige Ober- und Unterfläche der

[1] Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1867, p. 327.

über einander liegenden Ströme etwas genauer ansieht, dann erkennt man, dass die röthlichbraune Oberfläche selbst stark zersetzt und verwittert ist; kratzt man die Verwitterungsrinde ab, dann kommt man auf ein schwarzes Glas, welches auf dem Querbruche allmählich in eine feinkörnige steinige und grossblasige Masse übergeht, die dann in das gewöhnliche kleinkörnige Gestein verläuft.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass wir bei der mineralogischen Beschreibung zu unterscheiden haben: 1) Die kleinkörnige Hauptmasse des Gesteins, 2) die etwas gröberkörnig erscheinende Masse der Blasenzüge, 3) die glasige Oberfläche, 4) das Verwitterungsproduct derselben. Da die Bestandtheile von 1) und 2) sich nur sehr wenig von einander unterscheiden, so sollen sie gleichzeitig beschrieben werden.

1. Kleinkörnige Hauptmasse des Dolerits.
2. Gröberkörnige Masse der Blasenzüge.

In 1) erkennt man mit unbewaffnetem Auge und unter der Lupe zunächst ein weisses oder farbloses Mineral, welches vielfach in die kleinen Poren des Gesteins in Kryställchen hereinragt, die aber nicht genauer zu erkennen sind; die Betrachtung des Dünnschliffs unter dem Mikroskop lehrt, dass es Plagioklase sind. Der zweite Gemengtheil ist von dunkelbrauner Farbe mit deutlich sichtbaren Spaltflächen; es ist der Augit, der aber weit seltener mit Krystallflächen in die Poren hereinragt, wie der Plagioklas. Nur vereinzelt sieht man leberbraune wenig glänzende Körner von Olivin; dagegen erkennt man oft schwarze metallglänzende Ausscheidungen in der Masse; es ist Titaneisen und Magnetit; ersteres ragt öfter in Täfelchen in die Hohlräume herein, letzterer ist stärker magnetisch und löst sich leicht in Salzsäure auf. Metallisches Eisen ist nicht vorhanden, denn ein Splitter des Gesteins im Porzellanmörser pulverisirt und mit dem Magneten behandelt, lieferte schwarze Körnchen, die sich mit Kupfervitriol nicht veränderten, auch entstand mit Salzsäure keine Wasserstoffentwicklung.

Mitunter erscheint das Gestein nicht weiss und braun gefleckt, sondern gleichmässig dunkelbräunlichgrau; in diesem Falle ist es etwas feiner im Korn und bildet eine wenig mächtige

Zwischenlagerung. Das Gestein ist durchaus feinporig; hie und da ist aber ein runder etwas grösserer Blasenraum, etwa von $\frac{1}{4}$ cm. Durchmesser, vorhanden.

Die Blasenräume und Poren sind mit einem hellbläulichgrauen Hauche versehen, vereinzelt ragen auch feine rechteckige Plagioklasnadeln, nach Axe a langgezogen, in den Blasenraum herein und unter dem hellblaugrauen Überzuge erkennt man vielfach die Endflächen von Kryställchen.

Zu den interessantesten Erscheinungen gehören die Einschlüsse eines grobkörnigen mitunter deutlich geschichteten Quarzits, der in zahlreichen eckigen Blöcken und Brocken in dem Gestein eingelagert ist. Eine Schmelzrinde ist nicht zu erkennen, wohl aber eine dünne grünlichgraue offenbar sehr stark verwitterte Rinde, in der ich vergeblich nach Tridymit gesucht habe. Es ist zu vermuthen, dass diese Rinde glasig war und jetzt der Verwitterung anheimgefallen ist. Die Grösse der Quarzbrocken schwankt zwischen einigen Centimetern und 2—4 Decimetern. Andere fremde Gesteine habe ich nicht beobachtet.

Das gröberkörnige Gestein besteht aus denselben Gemengtheilen, die nur etwas grösser erscheinen, die aber in grösseren wohlausgebildeten Krystallen massenhaft in die Hohlräume hereinragen, so dass sie nach Form und chemischem Inhalt genauer untersucht werden konnten. Dadurch treten die Gemengtheile deutlicher hervor und man erhält den Eindruck eines gröberen Korns, ohne dass ein solches thatsächlich überall vorhanden wäre.

Unter dem Mikroskop stellt sich das Gestein als ein Gemenge der oben erwähnten Mineralien dar, zu welchen nur noch ein makroskopisch nicht sichtbarer Gemengtheil tritt.

Der vorwaltende Gemengtheil, der Plagioklas, erscheint meist in länglichen schmalen fast rechteckigen wohlbegrenzten farblosen Krystallen mit deutlicher Zwillingsstreifung nach $\infty\breve{P}\infty$ und einer Auslöschungsschiefe, die, bezogen auf die Zwillingsnähte, zwischen wenigen Graden und 30° schwankt. Bei Exemplaren, bei welchen die Auslöschungsrichtungen nach beiden Seiten annähernd symmetrisch waren, betrug die Schiefe 15—18° oder 18—22° oder 24—26°. Selten sind zwei auf einander rechtwinklige Streifensysteme zu

erkennen, welche sowohl dem Albit- als auch dem Periklin-Gesetz entsprechen. Die Plagioklase sind meist sehr rein, sie enthalten hie und da Augitkryställchen oder vereinzelte Magnetitkörnchen, sowie kleine gerundete farblose Glaseinschlüsse, zuweilen auch kleine Fetzen von rothem Eisenoxyd oder Hydroxyd. Sehr zahlreich stellen sich die weiter unten zu beschreibenden feinen Nadeln ein.

In den Blasenräumen der gröberkörnigen Abänderung bildet der Plagioklas prächtig ausgebildete Krystalle, die freilich auf ihrer Oberfläche sehr rauh und drusig ausgebildet und desshalb zu Winkelmessungen wenig geeignet sind; die Umrisse sind aber sehr scharf.

Am häufigsten sind theils rechteckige Säulen, ja Nadeln von 0P und $\infty\breve{P}\infty$ (Fig. 1), die oben durch $2\bar{P}\infty$ abgeschlossen sind, theils scheinbar rhombische Tafeln mit vorwaltendem $\infty\breve{P}\infty$ und untergeordnetem 0P, $\bar{P}\infty$, $2\bar{P}\infty$ und P, während das Prisma fehlt (Fig. 2 u. 3). Die Fläche $\infty\breve{P}\infty$ erscheint fast stets vertical stark gestreift, was hervorgebracht wird von zahlreichen parallel Axe c neben einander gestellten Subindividuen der Form ∞P, $\infty\breve{P}\infty$, 0P und $\bar{P}\infty$, welche aus der Fläche $\infty\breve{P}\infty$ vorspringen. Die Streifung entsteht durch den einspringenden Winkel je zweier Flächen von ∞P an je zwei Subindividuen. Unter dem Mikroskope erkennt man nun auch häufig einen graugrünen oder hellgrauen oder bräunlichen dünnen Überzug über den Krystallen, der oft fast die ganze Fläche von $\infty\breve{P}\infty$, oft aber auch nur Theile derselben bedeckt, ja oft auf die einspringenden Rinnen zwischen den Subindividuen beschränkt ist, so dass er in Form feiner etwas gefärbter Linien diese umzieht und dadurch scharf abzeichnet. Ich vermuthe, dass dieser Überzug aus Glas oder einem Umwandlungsproducte desselben besteht, da er selbstständig auf das polarisirte Licht nicht oder nur wenig einzuwirken scheint. Im Innern der Krystalle finden sich Glaseinschlüsse, oft nach der Axe c in die Länge gezogen, mit unbeweglichen Bläschen, oft aber auch beliebig gerundete Formen darstellend. Endlich finden sich auch als Einschlüsse die nach allen Richtungen ausstrahlenden Nadeln in den Plagioklaskrystallen der Hohlräume, die später beschrieben werden sollen.

Diese Plagioklaskrystalle zeigen fast stets Zwillinge nach dem Albitgesetz, es treten aber auch ungemein häufig solche nach dem Karlsbader Gesetze auf, wobei jedes Individuum selbst wieder nach $\infty\breve{P}\infty$ verzwillingt sein kann. Dass auch das Periklingesetz hie und da vorhanden ist, ergibt sich aus dem oben Angeführten; kurz der Bau der Krystalle kann ein sehr verwickelter sein. In Fig. 4—9 sind die wichtigsten Typen der Zwillingsverwachsungen nach dem Karlsbader Gesetz angegeben. Durch die Rauhigkeit der Flächen war es nicht möglich, das Zwillingsgesetz genauer zu bestimmen, welches hier herrschend ist, da es sich nicht mit Sicherheit feststellen liess, ob OP des einen und $\bar{P}\infty$ des andern Krystalls einander zu- bezw. von einander abfallen oder ob beide nach der gleichen Seite geneigt sind. Die von mir vorgenommenen aber sehr unsicheren Schimmermessungen lassen es als wahrscheinlich erscheinen, dass OP und $\underline{\bar{P}}\infty$ nach verschiedenen Richtungen geneigt sind, dass also das Gesetz wahrscheinlich lautet: Drehungsaxe die Hauptaxe, wie es durch v. Lasaulx[1] am Anorthit der Cyklopeninsel nachgewiesen worden ist.

Diese Plagioklaskrystalle wurden aus den Drusen losgelöst und theils durch Kaliumquecksilberjodid-Lösung, theils durch den Electromagneten von Beimengungen befreit. Das spec. Gew. wurde mit dem Pyknometer bestimmt zu 2,66, mit der Thoulet'schen Lösung zu 2,657. Die chemische Zusammensetzung ist folgende:

	No. 1.	Atomverhältniss				Ab_2An
SiO_2	= 59,87	0,9977			4,05	59,7
Al_2O_3	= 23,89	0,2328	0,2469		1	25,6
Fe_2O_3	= 2,20	0,0137				
CaO	= 6,91	0,1236	0,1293		0,99	6,9
MgO	= 0,23	0,0057				
K_2O	= 1,45	0,0308	$\frac{0,2295}{2}$	= 0,1147		
Na_2O	= 6,16	0,1987				7,7
Glühverl.	= 0,33					
	101,04					

Das entspricht einem Andesin von der Zusammensetzung Ab_2An und dem spec. Gew. 2,671.

[1] Zeitschr. f. Krystall. V. p. 328.

Es wurde nun der Versuch gemacht, die Auslöschungsrichtung der Plagioklaskrystalle auf $\infty\breve{P}\infty$ dadurch zu bestimmen, dass nur die vorspringenden Theile jedes Einzelkrystalls der Karlsbader Zwillinge berücksichtigt wurden. Dies war freilich mit grossen Schwierigkeiten verbunden, weil diese nie in allen ihren Theilen zum Auslöschen gebracht werden konnten, sondern immer nur an einzelnen Stellen. Die bei zahlreichen Krystallen erhaltenen Resultate ergaben eine Auslöschungsschiefe auf $\infty\breve{P}\infty$ gegen die Kante $0P : \infty\breve{P}\infty$, die zwischen 5^0 und 24^0 schwankte; in der Regel wurden die höheren Werthe erhalten, ebenso wie in den Dünnschliffen vorwaltend sehr hohe Werthe erhalten worden waren, während doch theoretisch nach Schuster entsprechend der chem. Zusammensetzung und dem spec. Gewichte die Auslöschungsschiefe auf 0P $-0^0\ 35'$, auf $\infty\breve{P}\infty$ $-2^0\ 15'$ betragen müsste. Offenbar ist hier der Aufbau der Krystalle durch gehäufte Zwillingsbildung ein so verwickelter, dass die gefundene Auslöschungsschiefe keinen Maassstab mehr gibt zur Bestimmung der Zusammensetzung.

Bei genauerer Untersuchung hat sich nun herausgestellt, dass die rechteckigen dünnen Nadeln des Plagioklases in den Drusenräumen meist einfache Krystalle darstellen, so dass hier mit grösserer Sicherheit die Auslöschung auf 0P und $\infty\breve{P}\infty$ bestimmt werden konnte. Auf 0P betrug sie bei einer Reihe von Kryställchen 0^0 bis 2^0, auf $\infty\breve{P}\infty$ 3^0 bis 7^0. Diese Zahlen stimmen weit besser mit den aus der Analyse berechneten überein, so dass sie als die richtigen angesehen werden können. Die Bestimmung der Plagioklaskrystalle in den Drusen des gröberkörnigen Gesteins als Andesin ist daher nach allen Seiten hin sichergestellt.

Der Augit kommt in hellbräunlichen oder in hellbräunlichgrünlichen Krystallen vor, deren Umrisse wohl erkennbar sind, entsprechend der Form $\infty P . \infty\breve{P}\infty . \infty\bar{P}\infty . P$, oft aber auch unregelmässig umgrenzte Körner bildend. Meist ist er nur schwach pleochroitisch und nur hie und da ist er es etwas stärker. Recht häufig zeigen sich im Gestein die Augitkrystalle in einer Weise mit einander verwachsen, die an Zwillingsbildung nach $-P\infty$ erinnert, da die Hauptlängsrichtungen

je zweier Krystalle Winkel von annähernd 100° mit einander bilden. Gewöhnlich sind aber mehr wie zwei Krystalle in dieser Weise mit einander verwachsen zu einem Knäuel, vor dem dann oft noch einzelne Krystalle von Augit liegen.

Der Augit steht an Menge dem Plagioklas bedeutend nach; er ist meist recht rein, enthält da und dort ein Magnetitkorn, für gewöhnlich nur selten einen Glaseinschluss, an manchen Stellen sind sie aber doch gehäuft und flächenartig ausgebreitet. Ganz vereinzelt kommt einmal ein Flüssigkeitseinschluss mit beweglichem Bläschen vor. An manchen Stellen bildet der Augit Eindrücke im Plagioklas, an andern Stellen ist das Umgekehrte der Fall.

In den Drusen des gröberkörnigen Gesteins bildet der Augit prächtig ausgebildete Krystalle der Form $\infty P . \infty P\infty . \infty P\infty . P$, von 2—3 mm. Länge und $\frac{1}{2}$ mm. Breite. Mitunter erscheinen sie aber in den Hohlräumen als lange sehr dünne Nadeln, die oft von der einen Seite des Blasenraums zur entgegengesetzten gespannt sind. Alle diese Augite sind in den Blasenräumen oft ganz oder theilweise mit einem dünnen weissen oder grünlichgrauen Überzuge versehen, der oft die Fläche $\infty P\infty$ verschont. In Schliffen nach $\infty P\infty$ beträgt die Auslöschungsschiefe etwa 43 bis 44°, in solchen nach $\infty P\infty$ ist sie gerade. In den letzteren kann man mitunter auch den schwachen Dichroismus beobachten, indem Lichtstrahlen, welche in der Symmetrie-Ebene schwingen bräunlich mit einem Stich ins Violette, solche parallel Axe b schwingend aber bräunlich mit einem Stich ins Grünliche oder Gelbliche gefärbt sind. Die Krystalle sind fast frei von Einlagerungen. Der Winkel $\infty P : \infty P\infty$ konnte recht scharf zu 133° 38′ gemessen werden, der berechnete ist = 133° 33′.

In den Dünnschliffen des Gesteins, insbesondere des gröberkörnigen, zeigen sich mitunter in den Augiten Einlagerungen von Zwillingslamellen nach $\infty P\infty$, wie in Fig. 10. Hie und da bilden aber die Lamellen mit den Spaltlinien kleine Winkel von 5 bis 10°, ja mitunter steigen diese Winkel bis 27°. In diesem Falle löschen die beiden durch die Zwillingslamellen getrennten Hälften des Krystalls nicht gleichzeitig und nicht symmetrisch aus. In Fig. 10—14 sind die Zwillingslamellen, die Spaltungslinien und die Auslöschungsrichtungen angegeben.

Derartige Zwillinge mit geneigten Berührungsebenen werden von Becke[1] auf schiefe Schnitte der gewöhnlichen Zwillinge nach $\infty P\infty$ zurückgeführt.

Der Augit ist selten an seinen Rändern in eine hellgrüne Substanz mit Aggregatpolarisation umgewandelt. Zonarstructur ist nicht zu beobachten. Das spec. Gewicht der unter der Lupe ausgesuchten Krystalle aus den Drusen wurde mittelst des Pyknometers zu 3,382 gefunden. Die chemische Analyse der Krystalle ergab folgendes Resultat:

	No. 2.	Atomverhältniss.	
SiO_2 =	48,74	0,8123	0,8542
TiO_2 =	3,35	0,0419	
Al_2O_3 =	2,82	0,0275	
FeO =	12,36	0,1719	0,8502
CaO =	16,55	0,2960	
MgO =	15,27	0,3823	
H_2O =	0,10		
	99,19		

Die Trennung von FeO und Fe_2O_3, sowie die Untersuchung auf Alkalien musste vorläufig aus Mangel an Material unterlassen werden. Im Allgemeinen ist dieser Augit als Thonerde-arm zu bezeichnen. Sehr interessant ist der hohe Gehalt an Titansäure. Im Jahre 1883 habe ich im Augit aus dem Hornblendediabase von Gräveneck[2] 2,66 % TiO_2 nachgewiesen. Im Jahre 1885 hat Knop[3] für eine ganze Reihe von Augiten des Kaiserstuhlgebirges namhafte Mengen (von 0,94 bis 4,57 %) von TiO_2 gefunden. Knop ist der Ansicht, dass die violette Farbe der Titan-reichen Augite von diesem Titangehalt herrühre. Auch der Augit von Gräveneck hat eine solche violette Farbe, würde also die Knop'sche Ansicht bestätigen. Der jetzt vorliegende Augit aus dem Dolerit von Londorf mit einem recht hohen Gehalt an TiO_2 zeigt aber nur für gewisse Strahlen eine ins Violette geneigte Farbe, im übrigen ist seine Farbe braun mit Stich ins Grünliche. Das würde also mit Knop's Annahme nicht stimmen. Bezüglich der Rolle, die das Titan spielt, lässt Knop zwei Ansichten gelten: 1) TiO_2 ist Vertreterin der SiO_2 in der Form von

[1] Min. petr. Mitth. VII. p. 98.

[2] 22. Bericht d. oberhess. Ges. f. N. u. H. p. 238.

[3] Zeitschr. f. Kryst. X. p. 75.

$RTiO_3$, 2) das Titan ist als Sesquioxyd $\left.\begin{matrix}Fe\\Ti\end{matrix}\right\}O_3$ vorhanden, welches sich in dem Molecularsystem des Augits wie Fe_2O_3 verhält. Die braunviolette Färbung der Titan-reichen Augite veranlasste ihn, zu glauben, dass Titan in Oxydform darin enthalten sein dürfte, während TiO_2 keine Färbung bewirke. Hat diese Erwägung ihre Berechtigung, dann würde man im vorliegenden Falle mehr an die Möglichkeit denken müssen, dass die Titansäure eine Vertreterin der Kieselerde sei.

Auch Merian[1] hat in gesteinsbildenden Pyroxenen TiO_2 in Mengen von 0,35—2,93 % nachgewiesen, ebenso Mann[2] in Augiten aus Nephelin- und Leucitgesteinen (0,29—1,30 %) und auch Chrustschoff[3] gibt in der Analyse eines Augits aus einem doleritischen Gestein der Sierra Verde in Mexico 1,20 % TiO_2 an. Bei vielen Analysen von Augiten wird endlich noch angegeben, dass Spuren von TiO_2 vorhanden seien.

Wenn nun bei älteren Augitanalysen gar nicht auf TiO_2 geprüft worden ist, so ergibt sich doch aus den neueren Analysen die Anwesenheit namhafter Mengen dieses Körpers. Es scheint mir hiernach sehr wahrscheinlich, dass solche Augite, die in Titan-haltigen Gesteinen vorkommen, selbst Titan-haltig sind, ja dass, abgesehen von Titaneisen oder Titan-haltigem Magnetit, die Augite und Hornblenden die Hauptquellen der Titansäure im Gestein sind, d. h. dass die Titansäure des ursprünglichen Magmas sich auf die genannten Mineralien vertheilt.

Es kann nun nicht genug hervorgehoben werden, wie nöthig es ist, den Gehalt an einem so wichtigen Körper, wie das Titan in den Augiten möglichst sorgfältig zu bestimmen, wenn man sich ein richtiges Bild von der Zusammensetzung dieses Minerals machen will. Die Bestimmung des Fe_2O_3 neben FeO war der erste, diejenige der Alkalien der zweite Schritt zur besseren Erkenntniss der Zusammensetzung der Augite; die genaue Bestimmung der Titansäure muss ein dritter Schritt sein. Welche Rolle das Titan im Augitmolekül spielt, wird sich erst bestimmen lassen, wenn zahlreichere Analysen mit

[1] Dies. Jahrb. 3. Beil.-Bd. 1884. 252—315.

[2] Dies. Jahrb. 1884. II. 172.

[3] Dies. Jahrb. 1887. I. -292-.

genauer Berücksichtigung der Titanbestimmung ausgeführt sein werden. Knop hat in dieser Richtung einen guten Anfang gemacht, aber auch er ist der Meinung, dass die Akten über die Familie der Amphiboloide in Bezug auf ihre Zusammensetzung noch lange nicht als geschlossen betrachtet werden dürfen, eine Meinung, der ich mich völlig anschliesse.

Da wegen der noch fehlenden Eisenoxyd- und Alkalibestimmung eine eingehende Berechnung der Analyse des Augits im Dolerit von Londorf nicht möglich ist, so soll hier nur darauf hingewiesen werden, dass die Zusammensetzung sich ganz innerhalb der Schranken Aluminium-armer Augite hält.

Neben dem Augit kommt wohl noch vereinzelt Enstatit vor, der zwar unter dem Mikroskope nicht erkannt werden konnte, sich aber hie und da in dem Verwitterungsproducte der glasigen Oberfläche einstellt, wie später gezeigt werden soll.

Der dritte Gemengtheil, der Olivin, kommt meist in etwas geringerer Menge vor, wie der Augit, zuweilen scheint er aber eben so reichlich vorhanden zu sein, wie dieser. Meist findet er sich im kleinkörnigen Gestein in grösseren scharf umgrenzten Krystallen, oft tritt er hier aber auch in kleinen Kryställchen auf. Gewöhnlich ist die Form derselben selbstständig, seltener ist sie abhängig von der Form der umgebenden Krystalle. Ist das Gestein sehr frisch, dann ist der Olivin im Dünnschliff völlig farblos und klar. Ist aber das Gestein schon etwas zersetzt, dann ist der Olivin mit einem dunkelbraunen Rand von Eisenhydroxyd umgeben, d. h. die Substanz des Minerals ist nahe dem Rande, oft bis tief in das Innere herein erfüllt mit diesem Zersetzungsproduct. Zuweilen bildet dieses letztere nur einen schmalen braunen Ring im Innern oder das Innere ist ganz mit braunem Zersetzungsproduct erfüllt und nur der Rand ist noch klar und farblos oder endlich der ganze Krystall ist mit braunem Eisenhydroxyd erfüllt. Übrigens wird das optische Verhalten des Olivins durch die Braunfärbung im Allgemeinen wenig gestört, denn die gerade Auslöschung des braunen Theils findet gleichzeitig mit derjenigen des frischen, farblosen Theils statt. Makroskopisch erkennt man die zersetzte Beschaffenheit des Olivins an einem eigenthümlichen grünen oder röthlichen fast

metallischen Schiller. Der Olivin ist in frischem Zustande sehr rein, nur hie und da ist ein quadratisches schwarzes oder braunes Körnchen (Picotit? und Magnetit) sichtbar; auch sehr kleine gerundete Glaseinschlüsse gehören zu den Seltenheiten, ebenso das noch zu beschreibende nadelförmige Mineral.

Bei den kleinkörnigen Doleriten kann man hie und da beobachten, dass der Olivin mit den Titaneisentafeln regelmässig verwachsen ist in der Art, dass die Tafeln des letzteren auf einer Axe des ersteren senkrecht stehen, etwa wie in Fig. 15.

Ganz anders, wie in den kleinkörnigen Doleriten ist der Olivin oft in den gröberkörnigen ausgebildet. Unter dem Mikroskope erkennt man nemlich sogleich, dass der Olivin langgezogene schmale von geraden Längsspalten durchzogene Prismen bildet, die oft geradlinig begrenzt sind, oft aber auch Eindrücke anderer Mineralien annehmen. Neben den Längsspalten kommen unregelmässige Querspältchen vor. Die Auslöschung ist stets eine gerade, bezogen auf die Längenaxe und die Längsspalten. Der Olivin ist farblos bis hellgelblich und braun gefärbt, insbesondere der äussere Rand ist oft dunkel gefärbt, ebenso stellt sich die braune Farbe längs der Spalten ein; ja mitunter steigert sich diese Färbung bis zur Undurchsichtigkeit. Der Olivin ist in Salzsäure löslich.

Oft wird nun die Umgrenzung dieses Olivins sehr unregelmässig, er zerfällt zu kleinen langgezogenen Fetzen und Läppchen, ja er bildet dünne lange Nadeln, die oft in grösserer Zahl parallel neben einander liegen oder senkrecht auf einander stehen; kurz man hat es hier mit Wachsthumsformen eigenthümlicher Art zu thun, ganz ähnlich, wie sie vor kurzem Doss[1] für die Olivine der Basaltlava am Hauran beschrieben hat. Fig. 16—21 soll eine Vorstellung von der Art der Verwachsung geben, wobei bemerkt wird, dass hier nicht an Zwillingsbildungen gedacht werden kann, da nicht bloss die parallelen, sondern auch die senkrecht auf einander stehenden Nadeln sich optisch gleich verhalten. Solche Olivinnadeln kommen aber auch vereinzelt vor (und sind dann gewöhnlich braun gefärbt); in manchen Abänderungen sind sie massenhaft

[1] Min. u. petr. Mitth. 1886. VII. p. 485.

vorhanden und sind in einem bestimmten Umkreise parallel oder senkrecht gestellt, ohne dass ein Zusammenhang erkennbar wäre. Sie ertheilen dann dem ganzen Gestein das Gepräge einer besonderen Structur, die an diejenige des Schriftgranits erinnert, indem hier die Olivinnadeln ähnlich wie die Quarzbänder parallel liegen; sie unterscheidet sich aber von ihr dadurch, dass die zwischen den parallelen Olivinen liegenden Mineralien regellos gruppirt sind. Die Olivinnadeln einer anstossenden Gruppe sind dann wieder unter sich parallel, nicht aber mit denjenigen der benachbarten Gruppe. Mitunter ist für jede Gruppe als Stamm eine breitere Olivinsäule vorhanden, um die sich alle Nadeln parallel oder rechtwinklig gruppiren.

Hand in Hand mit dieser Gruppirung geht nun in dem gröberkörnigen Dolerit die höchst eigenthümliche regelmässige Verwachsung mit den Titaneisentafeln. Schon hier will ich bemerken, dass die Olivinsäulen nicht parallel der Axe c langgezogen sind, sondern, wie sich aus Winkelmessungen an den Krystallen in den Drusen ergibt, nach Axe a. Die Tafeln des Titaneisens sind nun so an und in die Olivinkrystalle eingewachsen, dass sie auf der Längsrichtung und auf den Längsspalten senkrecht stehen. Die Tafeln sind also dem Makropinakoid parallel und ragen aus dem Olivin heraus weit in das Nebengestein. In ähnlicher Art sind solche Verwachsungen von Olivin mit Magneteisen von Reusch[1] für die Basaltlaven von Jan Mayen und von Doss[2] für diejenigen des Hauran beschrieben worden. In Londorf ist gewöhnlich ein breiter Olivinkrystall der Grundstock des ganzen Systems, aus ihm ragen nach allen Seiten hin die Titaneisentafeln, rechtwinklig auf ihm stehend, weit hinaus. Auf ihnen sind nach unten und oben wieder Olivinnadeln rechtwinklig, d. h. parallel zum Grundstock angewachsen; auf einigen von ihnen sitzen wieder rechtwinklig Titaneisentafeln und so entsteht ein weit verzweigtes System regelmässiger Verwachsung von Olivin und Titaneisen, wie es die Fig. 22—31 wiedergeben.

---

[1] Den norske nordhavs Expedition 1876—1878. V: Mohn, Contrib. to the Geogr. and nat. History of the northern regions of Europe. p. 27, mit Abbildung.

[2] Min. u. petr. Mitth. 1886. VII. p. 485, mit Abbildungen.

Sehr interessant sind auch die in den Blasenräumen des gröberkörnigen Dolerits vorkommenden ausgebildeten Krystalle des Olivins. Sie sind meist äusserlich dunkelbraun gefärbt und glänzend, im Innern sind sie fast farblos oder hell grünlich gefärbt. Da, wo die Zersetzung weiter vorgeschritten ist, sind sie durch und durch braun und glanzlos und scheinen zu einem Gemenge von Eisenhydroxyd und amorpher Kieselerde umgewandelt, denn beim Behandeln mit HCl werden sie schneeweiss und bestehen nun aus amorpher Kieselerde. Die Krystalle sind lang säulenförmig, breit aber wenig dick; sie durchziehen oft den ganzen Blasenraum, indem sie mit beiden Enden festgewachsen sind, so dass eigentliche Endflächen meist nicht sichtbar sind. Die stumpfen Kanten der scheinbaren Säulenflächen sind durch eine pinakoidale Fläche gerade abgestumpft. Nur wenige Krystalle waren glänzend genug, um Messungen zu gestatten und diese waren auch meist nur Schimmermessungen, welche es aber möglich machten, die scheinbaren Prismenflächen als das Brachydoma $2\breve{P}\infty$ zu bestimmen, in Combination mit dem Brachypinakoid. Es wurde gefunden $2\breve{P}\infty : \infty\breve{P}\infty = 139^0\ 16'$, ferner $2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty = 99^0\ 15'$. Bauer[1] fand bei dem Hyalosiderit für den ersteren Winkel $139^0\ 43'$, für den letzteren $99^0\ 26'$. Die Flächen von $2\breve{P}\infty$ sind gestreift parallel Axe a, während $\infty\breve{P}\infty$ glatt ist. Zuweilen sind diese Domen durch $\infty\bar{P}\infty$ abgeschlossen. Fig. 32 gibt ein Bild der Krystalle. Untergeordnet kommen übrigens noch andere Domenflächen vor, die aber nicht bestimmbar waren. Die gerade Auslöschung dieser Krystalle, die Übereinstimmung der Winkel mit denen des Olivins, die Auflöslichkeit in Säuren beseitigen jeden Zweifel betreffs der Zugehörigkeit zum Olivin. Das Interessanteste ist nun, dass auch an den Krystallen der Blasenräume die regelmässige Verwachsung mit Titaneisen vortrefflich zu sehen ist, indem auch hier die Täfelchen des letzteren parallel $\infty\bar{P}\infty$ aus den Olivinkrystallen herausragen, ganz so wie es schon in den Dünnschliffen zu erkennen war.

Schon hier sei bemerkt, dass eine später folgende Analyse den Olivin zum Hyalosiderit stellt.

[1] Dies. Jahrb. 1887. I. 19.

Das Titaneisen kommt im Gestein in kleinen meist unregelmässig begrenzten Täfelchen vor, die im Schliffe gewöhnlich als Leisten hervortreten. Ein Leukoxenrand konnte nirgends beobachtet werden. Dieses Titaneisen ist nur schwach magnetisch und bleibt beim Behandeln des mit dem Magneten ausgezogenen Pulvers mit kalter Salzsäure unlöslich zurück, während sich der Magnetit löst. Die in den Drusen vorkommenden dünn tafelförmigen Kryställchen wurden selbst bei dreitägigem Stehen in concentrirter kalter Salzsäure nicht gelöst. Ihr Strich ist schwarz. Mit Phosphorsalz geben sie in der inneren Flamme eine rothe Perle. Diese Kryställchen sind oft ausserordentlich dünn; sie sind meist hexagonal umgrenzt, oft aber mit zahlreichen Vorsprüngen und einspringenden Kanten versehen, so dass ihre Umgrenzung eine ausserordentlich mannigfaltige ist; auch anscheinend rhombisch erscheinen sie oft, wenn zwei gegenüberliegende Seiten des Hexagons fast verschwinden. Neben dem stark vorherrschenden 0R ist noch R deutlich zu erkennen; es konnte 0R : R gemessen werden zu $122^0\ 50'$ (berechnet $122^0\ 23'$), doch sind die Flächen von R ungemein schmal. Auf 0R sind überall geradlinige Rinnen vorhanden, die den Kanten mit R parallel laufen.

Das Titaneisen ist übrigens nicht nur mit dem Olivin regelmässig verwachsen, sondern auch mit dem Augit, dem es oft parallel $\infty P\infty$ eingelagert ist; die Täfelchen ragen dann aus den Flächen von P des Augits heraus.

Auch das Titaneisen ist oft mit derselben grünlichgrauen oder bräunlichen Masse umhüllt, die auch den Plagioklas, Augit und Olivin bedeckt.

Das Magneteisen kommt in rechteckigen oder unregelmässig begrenzten Körnern oder Aggregaten eingesprengt vor; es ist stark magnetisch und löst sich in kalter Salzsäure in einigen Stunden völlig auf. In den Drusen des gröberkörnigen Dolerits sind nur selten richtige Oktaëder zu erkennen, meist sind sie nach einer Fläche breit gedrückt, erscheinen hexagonal und sind dann von Titaneisen kaum zu unterscheiden.

In etwas verwitterten Doleriten liegen vielfach unregelmässige Lappen und Fetzen von dunkelrothbraunem oder gelblichem Eisenoxyd oder Hydroxyd zwischen andern Mineralien

umher, insbesondere in der Umgebung etwas zersetzter Olivine und haben hexagonale Umrisse.

Zu den verbreitesten, wenn auch wenig ins Gewicht fallenden Gemengtheilen gehören zahlreiche sehr dünne, oft auch sehr lange Nadeln, die namentlich in den Plagioklasen sehr verbreitet sind, aber auch in den andern Gemengtheilen vorkommen können. Sie scheinen von zweierlei Art zu sein, die feinsten und reinsten fast farblosen Nadeln, welche richtungslos und vereinzelt das Gestein durchziehen, sind Apatite, denen dann auch ein hoher Phosphorsäuregehalt des Gesteins entspricht. So fand ich in einem gröberkörnigen Dolerit, der ganz von solchen Nadeln nach allen Richtungen durchspickt war, 0,59 % P_2O_5, entsprechend 1,46 % Apatit. Diese Nadeln sind an den Enden oft durch eine basische Fläche oder die gewöhnliche Pyramide abgeschlossen.

Andererseits kommen Nadeln vor, die meist aggregirt sind und zu mehreren parallel liegend Büschel von Nadeln oder längsgestreifte Prismen bilden oder in einer Ebene parallel neben einander liegen und dann oft noch durch eine senkrecht dazu liegende Quernadel verbunden sind; mitunter divergiren sie auch. Diese Nadeln sind oben oft stark zugespitzt oder zerfasert, meist ohne regelmässige Endflächen. Die einzelnen Nadeln scheinen sechseckig zu sein, werden aber oft an einer Stelle breiter, an einer andern schmäler, sind vertical gestreift und geben ein deutlich ausgeprägtes Profil, haben daher gegenüber dem Plagioklas ein stärkeres Brechungsvermögen. Sie sind oft quergegliedert, wie Apatit. Die Farbe der Nadelaggregate ist sehr hellgrünlich bis bläulich, dabei sind sie sehr schwach dichroitisch.

Die Auslöschung der aggregirten Nadeln ist gerade, sie ist aber nur an solchen Stellen zu beobachten, an denen das Mineral am Rande des Schliffes zufällig frei liegt. Da, wo es ganz im Plagioklas eingebettet ist, kann die Auslöschung nicht bestimmt werden, da die Doppelbrechung sehr schwach ist. Es zeigt, wenn seine Hauptaxe die Schwingungsebenen der gekreuzten Nikols unter 45° schneidet, gewöhnlich nur Farben der niedrigsten Ordnung, grau oder weiss. Die Längsaxe ist Axe der grössten Elasticität, es ist also, wenn es optisch einaxig ist, negativ.

Da diese aggregirten Nadeln eine ungewöhnliche Ausbildungsweise des Apatits darstellen, so war es zweifelhaft, ob sie als solcher zu betrachten seien oder ob sie einem andern Minerale angehörten. Ich wurde in diesen Zweifeln bestärkt, als die Analyse eines Gesteins, welches die Nadelaggregate reichlich enthielt, nur Spuren von Phosphorsäure ergab. Gleichwohl zeigte die mikrochemische Untersuchung der Aggregate starke Phosphorsäure- und Kalk-Reaktion, auch waren sie in Säuren vollkommen löslich, ohne Abscheidung von Kieselerde. Daraus musste der Schluss gezogen werden, dass die Phosphorsäurebestimmung fehlerhaft war. Dieselbe war in zweifacher Weise ausgeführt worden. Einmal war das Gestein lediglich mit Salpetersäure behandelt und zur Abscheidung der gelösten Kieselerde zur Trockne verdampft und dann mit Salpetersäure wieder aufgenommen worden; bei einer zweiten Bestimmung war das Gestein mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen, die Schmelze in Salpetersäure gelöst und die Lösung zur Trockne verdampft und dann mit derselben Säure wieder aufgenommen worden. In beiden Fällen war dann das salpetersaure Filtrat der Kieselerde etc. mit Molybdänlösung behandelt worden, wobei eben nur Spuren von Phosphorsäure sich zeigten. Nachdem die mikrochemische Untersuchung gezeigt hatte, dass das Mineral ein Phosphat sein müsse, wurde die Phosphorsäurebestimmung in folgender Weise wiederholt:

Das Gestein wurde mit kohlensaurem Natron aufgeschlossen und dann so lange mit Wasser behandelt, bis sich alles Lösliche aufgelöst hatte; dann wurde die Flüssigkeit zur völligen Abscheidung der etwa gelösten Thonerde längere Zeit mit anderthalbfach kohlensaurem Ammonium behandelt und abfiltrirt, das Filtrat mit Salpetersäure angesäuert und eingedampft. Die trockne Masse, welche lediglich aus Kieselerde bestand, wurde darauf mit etwas Salpetersäure behandelt, mit wenig Wasser verdünnt und abfiltrirt. Das Filtrat lieferte nun einen reichlichen, gelben Niederschlag, der nach dem Abfiltriren in Ammoniak gelöst wurde, worauf die Phosphorsäure als Magnesium-Phosphat bestimmt wurde. Der nach dem Behandeln der Schmelze mit Wasser bleibende Rückstand enthielt nur höchst unbedeutende Spuren von Phosphorsäure. Die Ursache

des Versagens der zuerst angewandten Methoden beruhte darauf, dass nach dem Eindampfen der salpetersauren Lösung sich phosphorsaure Thonerde bildet, die sich zwar in Salzsäure gut löst, in Salpetersäure aber recht schwer löslich ist, so dass es lange dauert, bis alle Phosphorsäure gelöst ist und man nie sicher ist, alle Phosphorsäure in Lösung zu haben. Durch die zuletzt angewandte ältere Methode der Trennung der Phosphorsäure von der Thonerde wird durch das Zusammenschmelzen des kieselerdereichen Gesteins mit kohlensaurem Natron und Auslaugen mit Wasser die unlöslich bleibende Thonerde von der Phosphorsäure getrennt, so dass nach der Abscheidung der Kieselerde durch Eindampfen, bei dem Wiederaufnehmen mit Salpetersäure und Wasser bei Abwesenheit von Thonerde alle Phosphorsäure in Lösung geht. Ich kann desshalb bezüglich der Bestimmung der Phosphorsäure in Thonerde-haltigen Silikaten nur die letztere Methode empfehlen. Will man gleichwohl durch Behandeln eines Gesteins direct mit Salpetersäure die Phosphorsäure bestimmen, dann muss man die eingedampfte Masse mindestens einen Tag lang auf dem Wasserbade mit Salpetersäure behandeln.

Die Dolerite von Londorf bestehen hiernach aus Plagioklas, titanhaltigem Augit, dem sich noch kleine Mengen von Enstatit beigesellen, Olivin (Hyalosiderit), Titaneisen, Magnetit und Apatit.

Im Vorstehenden sind die Gemengtheile des klein- und gröberkörnigen Dolerits geschildert; ich muss aber noch besonders auf die Blasenräume und die in diesen vorkommenden Mineralien zurückkommen, theils weil in ihnen sich noch andere Mineralien einfinden, die in dem Gestein selbst fehlen, theils weil die Art der Verwachsung der Mineralien derart ist, dass sie zu besonderen Betrachtungen über die Entstehung der Mineralien der Blasenräume herausfordert.

Schon vor einigen Jahren[1] habe ich die Mittheilung gemacht, dass in den Blasenräumen des Dolerits von Londorf auf den Krystallen von Plagioklas, Augit und Titaneisen äusserst kleine hellbräunliche bis graugelbe Kryställchen von gemeiner Hornblende aufsitzen, deren Form unter dem Mikro-

---

[1] Bericht über die 17. Versamml. d. oberrhein. geol. Ver.

skop im reflectirten Licht deutlich erkannt werden kann. Es wurde zunächst ∞P durch Messung mit dem Reflexionsgoniometer bestimmt, der Winkel betrug 124° 25′; ebenso ∞P∞ und ∞P∞, der Winkel von ∞P : ∞P∞ betrug 153°, derjenige von ∞P : ∞P∞ $118\frac{2}{3}$°. Die Endflächen 0P, P und P∞ konnten nicht gemessen, sondern nur im reflectirten Lichte erkannt werden. Die Auslöschungsschiefe bildet 18—20° gegen die Prismenkante. Strahlen, welche parallel der Elasticitätsaxe c schwingen, sind grün gefärbt, die nach a schwingenden hell braunroth. Diese Kryställchen kommen nicht in sehr grosser Zahl vor, sind aber bei aufmerksamem Suchen wohl in den meisten Vorkommnissen des gröberkörnigen Dolerits in den Blasenräumen zu finden. Ich habe mich vergebens nach ähnlichen Vorkommnissen in anderen Augitgesteinen umgesehen. Die Hornblenden in Blasenräumen und auf Spalten der Lava-Auswürflinge des Vesuvs sind doch nach den Beschreibungen von Scacchi[1] und G. v. Rath[2] von anderer Beschaffenheit, indem sie haarförmige, den ganzen Hohlraum durchsetzende Nadeln bilden. In Londorf kommen die Hornblenden in Blasenräumen eines Lavastroms, nicht in Auswürflingen vor. Die von A. Koch[3] beschriebenen Hornblendekrystalle aus dem Andesit des Arranyer Berges sind wohl Contactproducte. — Im Dolerit von Londorf kommt Hornblende im Gestein selbst nicht vor.

Ferner finden sich in den Blasenräumen häufig weisse Nadeln; viele derselben bestehen aus Plagioklas, der nach Axe a in die Länge gezogen ist; die dünnsten, welche aber auch mit grünlich- oder gelblichgrauer Substanz überzogen sind, haben ganz ähnliche Beschaffenheit wie die Nadeln in den Plagioklasen des Gesteins und bestehen auch hier aus Apatit. Bringt man diese Nadeln unter das Mikroskop, dann kann man sie in ihrem Überzuge erkennen; sie stecken darin, wie in einem Futteral. Dieses ist hie und da quer zerrissen und dann liegt an solchen Stellen die innere Nadel frei, auch ragt sie oft am einen Ende aus dem Futteral heraus (Fig. 33). Da der Überzug auf das polarisirte Licht wirkt, so kann man die

[1] Der Vesuv, eine Monographie von J. Roth. p. 267 u. 382.

[2] Pogg. Ann. VI. Ergänzb. p. 229.

[3] Min. u. petr. Mitth. 1878. I. p. 341.

Nadeln nur an solchen Stellen optisch prüfen, wo sie zufällig frei sind vom Überzug. Man erkennt dann, dass sie nur geringe Einwirkung auf das polarisirte Licht haben, dass sie gerade auslöschen und, wenn optisch einaxig, negativ sind. Auch hier ist der Umriss der Nadeln meist sechseckig und oft liegen zwei oder mehrere parallele Nadeln in einer Hülle. Da Hülle und Nadeln mit starken Säuren meist aufschliessbar sind, so können sie durch Behandeln mit Säuren nicht von einander getrennt werden. Nach dem Eindampfen mit Salpetersäure zur Trockne erhält man stets mit Molybdänlösung deutliche Phosphorsäure-Reaktion, womit die Anwesenheit von Apatit auch hier erwiesen ist.

Auf den Titaneisentafeln sitzen sehr häufig kleine grauweisse, sehr kleine Körnchen, die auch an andern Stellen sich finden, aber auf dem dunklen Untergrund des Titaneisens deutlicher hervortreten. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass es durchscheinende bis durchsichtige hexagonale Tafeln sind, welche zwischen gekreuzten Nikols in unregelmässige Sectoren zerfallen. Sie sind oft so neben einander gestellt, dass die OP zweier Tafeln sehr spitze Winkel mit einander bilden; sie bestehen aus Tridymit. An manchen Stellen ist die Aggregation dieses Minerals derart, dass unregelmässige kugelige mitunter aber auch scheinbar oktaëdrische Gestalten entstehen; doch sind diese Formen unter dem Mikroskop schwer zu entziffern.

Häufig erscheinen sehr kleine braune fast kugelige Körner, die aussehen, als beständen sie aus Palagonit-ähnlicher Substanz.

Der grüngraue oder bräunlichgraue Überzug auf allen Mineralien ist schon mehrfach erwähnt; er wirkt nicht stark auf das polarisirte Licht und zeigt Aggregatpolarisation.

Hyalith kommt in einzelnen Tropfen oder in nierenförmigen Gestalten mitunter in grosser Schönheit und Reinheit vor.

Was die Art der Verwachsung der Krystalle der Blasenräume anbetrifft, so kommt es sehr oft vor — und das ist der einfachste Fall — dass die Krystalle der das Gestein zusammensetzenden Mineralien einfach aus der Gesteinsmasse in den Hohlraum hereinragen, mit ihrem untersten Theile in

dem Gestein eingewachsen sind. Oft ragen aber die Krystalle weit in den Hohlraum hinein, wobei einer auf dem andern aufsitzt, so dass ein grosser Theil des Blasenraums dadurch erfüllt wird. So gehen lange Augit-, Plagioklas- oder Olivinkrystalle oft quer durch den ganzen Blasenraum hindurch, auf diesen Krystallen sitzen wieder andere auf, die dann fast rundum ausgebildet sind. So ist z. B. ein tafelförmiger Plagioklaskrystall auf einer feinen Augitnadel aufgespiesst oder auf einem dickeren Augitkrystall sitzt oben fast frei schwebend ein Plagioklaskrystall, oder auf einem Plagioklaskrystall ist oben ein Augitkrystall oder es sind Titaneisentäfelchen aufgewachsen; oder eine Titaneisentafel ragt weit in den Hohlraum hinein und trägt nun einen kleinen Plagioklaskrystall oder an einen dünnen Olivinkrystall ist oben eine Plagioklastafel angewachsen. Dass an Olivinsäulen, die quer durch den ganzen Raum hindurchgehen, gesetzmässig Titaneisentafeln angewachsen sind, ist schon oben genügend hervorgehoben worden. Indem sich nun mehrere Krystalle der verschiedensten Art an einander lagern, entsteht eine Brücke von einer Wand des Hohlraums zur andern und oft sind die Krystalle so massenhaft vorhanden, dass ein eigentlicher Blasenraum kaum mehr zu erkennen ist, sondern nur noch zahlreiche unregelmässig gestaltete Hohlräume.

Es drängt sich nun hier die Frage auf: Wie sind die Krystalle in den Blasenräumen des Dolerits entstanden?

Es liegt nahe, in dieser Beziehung diejenigen Mineralien, welche Gemengtheile des Gesteins sind, scharf zu trennen von denjenigen, welche auf die Blasenräume beschränkt sind, im Gestein selbst aber nicht vorkommen.

Was die im Gestein selbst vorkommenden Mineralien anbetrifft, so hat man zunächst die Möglichkeit ins Auge zu fassen, dass sie bei der Verfestigung, der Krystallisation, in den Blasenraum hineingedrängt worden seien, dass sie so zu sagen aus der Gesteinsmasse herausgewachsen seien. Ich muss bekennen, dass ich mir von einem derartigen Vorgang keine Vorstellung machen kann. Wenn wir von der Anschauung ausgehen, dass die Krystalle sich durch allseitige Anlagerung der Molecüle bilden, so kann dies nur innerhalb des flüssigen Magmas geschehen, aus dem die Moleküle ent-

nommen werden. Befindet sich ein Krystall an der Oberfläche der Schmelzmasse bezw. am Rande des Blasenraums, dann kann er auf dieser Seite nicht mehr wachsen, sondern nur an denjenigen Theilen, die in die Schmelzmasse hineinragen, denn in dieser allein können sich Moleküle anlagern. Dass damit aber eine Verschiebung des Krystalls in den Hohlraum hinein, ein Hineingedrängtwerden in denselben bewirkt werde, ist kaum anzunehmen. Jedenfalls würde man damit nur das einfache Hineinragen eines Krystalls in den Blasenraum erklären können, nicht aber den eigenthümlichen Aufbau der Krystalle, wie er oben geschildert worden ist.

Es ist nun zur Erklärung des Vorkommens der Krystalle in den Blasenräumen der vulkanischen Gesteine die Hypothese aufgestellt worden, dieselben seien durch Sublimation entstanden, eine Hypothese, welche viele Anhänger gefunden hat. Da die Oxyde der Gesteins-bildenden Elemente nicht flüchtig sind, so hat man zur Erklärung der Sublimation zu den Fluor- und Chlorverbindungen seine Zuflucht genommen; zu den ersteren eigentlich nur bezüglich des Siliciums, zu den letzteren bezüglich der übrigen Elemente. Man ist dabei wohl von einem Minerale ausgegangen, welches unzweifelhaft durch Sublimation entstanden ist, von Eisenglanz; denn man findet an thätigen Vulkanen in der That Eisenchlorid in grossen Mengen als Sublimationsproduct, entstanden durch Einwirkung von Salzsäuregas auf glühende Eisenoxydverbindungen, wobei Eisenchlorid und Wasser entstehen. Wirkt in höherer Temperatur Wasserdampf im Überschuss auf dampfförmiges Eisenchlorid ein, d. h. streicht dieses Gasgemenge durch Spalten glühender Lava oder durchstreicht es in Blasen das glühend flüssige Gestein, dann kann sich Eisenoxyd und Salzsäure bilden und da ersteres nicht flüchtig ist, wird es sich in Hohlräumen als krystallisirter Eisenglanz abscheiden[1]. Nun finden wir überall da, wo Silikate durch Sublimation entstanden sein sollen, dass sie sich in der Art ihrer Ausbildung, in Farbe und Glanz, in den Einschlüssen etc. ganz wesentlich von denjenigen Mineralien derselben Art unterscheiden, die im Gestein selbst aus dem Schmelzfluss auskrystallisirt sind. Dieser

---

[1] Daubrée: Synthet. Studien. p. 38.

Unterschied wird sowohl von Scacchi[1], dem verdienstvollen und ausgezeichneten Erforscher des Vesuvs, als auch von G. v. Rath[2], der sich unter den deutschen Geologen am Eingehendsten mit den sublimirten Mineralien beschäftigt hat, hervorgehoben. Bei den vorliegenden Krystallen des Dolerits ist irgend ein Unterschied zwischen den Drusenmineralien und denjenigen des Gesteins selbst nicht zu bemerken. Die Plagioklase der Drusen zeigen dieselben Einschlüsse feiner Nadeln, dieselben Glaseinschlüsse wie diejenigen des Gesteins, die Augite der Drusen zeigen dieselbe Farbe, dieselbe Verwachsung mit Titaneisen wie diejenigen des Gesteins; die Olivine zeigen dieselbe prismatische Ausbildung nach $2\breve{P}\infty$, dieselbe Verwachsung mit Titaneisen hier wie dort; kurz eine Verschiedenheit ist nirgends zu beobachten. Man muss daher auch auf eine gleiche Entstehung, nemlich Ausscheidung aus einem geschmolzenen Magma schliessen, was sich, wie ich glaube, in sehr einfacher Weise erklären lässt.

So lange der Lavastrom dünnflüssig ist und nur wenige feste Krystalle enthält, werden die Dämpfe, die sich unter dem Strome oder aus dem Strome heraus bilden (wenn sie unter hohem Druck in der Lava gelöst waren), durch denselben hindurchgehen. Jede nach oben steigende Blase wird nicht nur die flüssige Lava, sondern auch die einzelnen in ihr ausgeschiedenen Krystalle zur Seite drängen. Nach und nach mit sinkender Temperatur wird die Zahl der sich im Magma ausscheidenden Krystalle immer grösser, jeder ausgeschiedene Krystall wird fortwährend wachsen, sie beginnen, sich zu berühren, und an einander zu wachsen; es bilden sich Krystallaggregate, die allmählich immer mehr Zusammenhalt bekommen und dann ein inneres festes Krystallskelett bilden, zwischen dem sich noch glühend flüssige Masse befindet zu einer Zeit, wo der Strom wahrscheinlich schon zum Stillstehen gekommen ist. Dringen jetzt Blasen in die Lavamasse ein, so sind sie nur noch im Stande, die noch flüssige Masse zu verdrängen, das Krystallskelett selbst wird bleiben und ins Innere des Blasenraums hereinragen, ja diesen zum Theil er-

---

[1] Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1872. p. 493.
[2] Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1873. p. 220.

füllen. Alles das, was jetzt im Innern des Blasenraumes vorhanden ist, war schon gebildet, ehe die Blase entstand. Allmählich wurde das noch flüssige Magma so zäh und schwerbeweglich, dass die Blase sich nicht mehr fortbewegen konnte, sondern an ihrer Stelle blieb. Dann trat allmählich in dem die Blase umgebenden Magma das Weiterwachsen der gebildeten Krystalle, sowie die Neubildung von Krystallen ein, bis endlich alle Krystalle fest zu einer compakten Masse verwachsen waren. Auf diese Weise sind alle die oben erwähnten Beispiele der Verwachsung der Krystalle in den Hohlräumen erklärlich.

Der Vorgang lässt sich vergleichen der Art und Weise, wie man künstlich Krystalle von Schwefel oder Wismuth aus dem Schmelzflusse darstellt. Man schmilzt z. B. den Schwefel in einem Tiegel, lässt erkalten bis sich eine feste Decke von Schwefel gebildet hat, stösst diese Decke durch und lässt durch die so entstandene Lücke den noch geschmolzenen Schwefel ausfliessen und durch Luft ersetzen, d. h. es dringt eine Luftblase ein und verdrängt den noch geschmolzenen Schwefel. Man erhält dann eine Druse von nadelförmigen Schwefelkrystallen, die weit in den Hohlraum hineinragen, ja ihn fast ganz zu erfüllen scheinen.

Die gerundeten Körnchen brauner palagonitischer Substanz, die sich zuweilen in den Blasenräumen auf den Krystallen finden, sind als umgewandelte Glastropfen zu betrachten, die bei der Verdrängung des Magmas durch Dämpfe hängen geblieben sind. Auch die hellgrünlich grauen oder bräunlich grauen Überzüge über Plagioklasen etc. können als mehr oder weniger umgewandelte Gläser angesehen werden, die bei dem Eindringen der Dämpfe die Krystalle mehr oder weniger vollständig umhüllt haben und namentlich in den Rinnen zwischen den Subindividuen der Plagioklase hängen geblieben sind. Weiter unten soll die Umwandlung des doleritischen Glases in eine palagonitartige Substanz durch die Einwirkung des Wassers ausführlich geschildert werden.

Nach dem Vorstehenden liegt hier nicht der mindeste Grund vor, an eine Sublimation zu denken. Die Beschreibungen von sublimirten Mineralien, wie wir sie Scacchi, G. v. Rath und anderen Forschern verdanken, beziehen sich, soweit ich die Verhältnisse übersehen kann, sämmtlich nicht auf die

Blasenräume der Lavaströme, sondern auf die vulkanischen Auswürflinge, die am Vesuv theils aus Kalk theils aus Leucitophyr bestehen. Aber die Verhältnisse, unter denen sich diese Mineralien in den Auswürflingen bildeten, sind ganz andere als diejenigen, unter denen die Mineralien in den Blasenräumen der Ströme entstanden. Die Auswürflinge befanden sich Jahrhunderte lang, ehe sie ausgeworfen wurden, in der Nähe des aus der Tiefe kommenden Verbindungscanals, waren hier andauernd einer hohen Temperatur und den massenhaft emporsteigenden Gasen und Dämpfen, ja auch mitunter wieder der Wirkung der auf- und absteigenden Lava ausgesetzt. Unter solchen Umständen kann man sich wohl die langsame Bildung von Sublimationsproducten denken, wenn auch die Vorgänge im Einzelnen uns noch dunkel und oft unbegreiflich erscheinen mögen. Auch Mierisch[1] hat in seiner lehrreichen und interessanten Abhandlung über die Auswurfsblöcke des Monte Somma manche Vorgänge vortrefflich aufgeklärt, aber doch noch manches im Dunkel lassen müssen.

Ganz anders sind die Verhältnisse bei den Gasblasen in den Lavaströmen. So lange die Lava flüssig genug ist, um den Dampfblasen den Durchgang zu gestatten, werden sich Sublimationsproducte dauernd nicht bilden können, da sie bei der Weiterbewegung der Blase stets wieder von Lava überfluthet und aufgenommen werden. Erst wenn der Strom so zähflüssig geworden ist, dass die Blasen sich nicht mehr selbstständig fortbewegen, würden sich Sublimationsproducte, wenn sie sich gebildet haben, auch dauernd erhalten und an den Blasenwänden festsetzen können, also bei einer schon stark herabgegangenen Temperatur. Nun hört aber auch der Zutritt frischer Gase und Dämpfe auf und es könnten nur die Gase, die sich eben in einer Blase befinden, sublimirend wirken. Zwar könnten durch Diffusion neue Gase langsam in den Hohlraum eintreten, aber nur in kleiner Menge und nur so lange der Lavastrom noch heiss genug ist, um Dämpfe von Chlormetallen flüchtig zu erhalten. Da nun Chlorcalcium und Chlormagnesium schwerflüchtig sind, so kann die Bildung und Verflüchtigung dieser Körper nur kurze Zeit dauern. In den

[1] Min. u. petr. Mitth. 1887. VIII. p. 113.

Blasenräumen der Lavaströme kann also die Menge der wirksamen Gase nur eine sehr beschränkte und auch die Dauer ihrer Wirksamkeit nur eine kurze sein. Es werden sich daher unter solchen Umständen nur sehr kleine Mengen von Sublimationsproducten bilden können, unmöglich aber solche Massen von Krystallen, wie in den Blasenräumen von Londorf, wo oft mehr wie die Hälfte des Blasenraums mit Krystallen erfüllt ist.

Zur Verflüchtigung des Siliciums kann man nur Flusssäure in Anspruch nehmen; die Bildung des Chlorsiliciums ist ein so verwickelter Vorgang, dass er bei der vulkanischen Thätigkeit nicht angenommen werden kann. Wäre nun wirklich Flusssäure in namhaften Mengen in den Gasen, welche den Lavastrom durchsetzten, vorgekommen, dann hätten sich neben $SiFl_4$ auch Fluormetalle bilden müssen, insbesondere Fluorcalcium. Da dieses nicht flüchtig und nicht löslich in Wasser ist, so hätte es in der Lava, bezw. dem Blasenraum zurückbleiben müssen. Bis jetzt ist aber noch keine Spur von Flussspath in dem Dolerit von Londorf gefunden worden. Anders ist es bei den Auswürflingen des Vesuvs; dort[1] hat man in Blöcken der Somma, nicht in den Lavaströmen selbst, Flussspath gefunden, zum Zeichen, dass hier Fluorverbindungen thätig gewesen sind. Auch sind ja von Scacchi fluorhaltige Gase nachgewiesen worden.

Ganz in derselben Weise, wie der Plagioklas etc. in den Blasenräumen des Dolerits von Londorf kommt auch der Anorthit (Cyklopit) der Cyklopeninsel Trezza vor. Auch hier wird man dieselbe Entstehung annehmen können, wie in Londorf. A. v. Lasaulx[2] spricht sich zwar gegen eine Bildung aus dem Magma aus und lässt den Anorthit durch Absatz aus Wasser entstehen, weil in dem Gesteine selbst nicht Anorthit, sondern ein Labradorit vorhanden ist. Das ist aber, wie ich glaube, kein Grund, eine verschiedene Entstehung anzunehmen, denn es ist ja bekannt, dass aus demselben Magma zu verschiedenen Zeiten verschieden zusammengesetzte Plagioklase sich abscheiden können und auch das Londorfer Gestein liefert hierfür den Beweis.

[1] Der Vesuv von J. Roth. p. 367.

[2] Der Aetna. II. p. 429 u. 505.

Nachdem im Vorstehenden die dem Gesteine selbst angehörenden Mineralien der Blasenräume der Dolerite von Londorf und ihre Bildungsweise geschildert worden sind, soll auch die Entstehung der übrigen Mineralien, welche nicht in dem Gestein selbst vorkommen, kurz besprochen werden.

Was die braunen palagonitähnlichen Körnchen, sowie die Überzüge der vorgenannten Mineralien betrifft, so kann man sie für Umwandlungsproducte glasiger Substanz durch Vermittlung des Wassers halten. — Auch das Eisenhydroxyd oder Oxyd, welche oft auf den übrigen Mineralien ausgeschieden sind, sind Verwitterungsproducte, wahrscheinlich des Olivins. Auch der Hyalith ist ein Absatz aus Wasser.

Weit schwieriger ist die Entstehung der Hornblendekryställchen zu erklären. Sie haben sich offenbar später gebildet, als die Mineralien, auf denen sie aufsitzen, also offenbar zu einer Zeit, wo die Temperatur der Lava schon so gesunken war, dass die Dampfblasen sich nicht mehr fortbewegen konnten. Da die Hornblende sich im Gesteine selbst nicht findet, so muss man entweder annehmen, dass sie ein Absatz aus heissem, vielleicht überhitztem Wasser war, welches ja in den Blasenzügen so leicht circulirt oder man muss sie für ein Sublimationsproduct halten. Was die erste Erklärung anbetrifft, so kennt man nicht nur Pseudomorphosen von Hornblende nach Augit, sondern auch nach Granat und nach Olivin, woraus sich die Möglichkeit der Entstehung der Hornblende auf wässrigem Wege ergibt. Was die Sublimation anbetrifft, so ist die Möglichkeit deshalb nicht einfach von der Hand zu weisen, weil die kleinen Kryställchen nur sparsam vorhanden sind und auf der Blasenwand d. h. den dort vorhandenen Krystallen aufsitzen, so dass sie einen Theil ihres Materials dem Untergrunde entnommen haben können[1].

Der Tridymit ist entweder Absatz aus heissem Wasser oder Sublimationsproduct, was freilich angesichts der völligen Abwesenheit von Fluorverbindungen im Dolerit schwer erklärlich ist. Die weissen Nadeln sind übereinstimmend mit den Apatit-Nadeln im Gestein selbst und sind wohl im Magma wie jene entstanden.

---

[1] Über die Entstehung der Hornblendenadeln im Leucitophyr des Vesuvs siehe Lagorio, Min. u. petr. Mitth. 1887. VIII. p. 523.

Um die chemische Durchschnittszusammensetzung des Dolerits von Londorf zu ermitteln, wurde ein frisches (No. 3) und ein weniger frisches kleinkörniges Stück (No. 4) gepulvert und analysirt. In No. 3 waren die Olivinkörner nur mit einem bräunlichen Saume versehen, in No. 4 war der Olivin durchgehends rothbraun gefärbt, alle andern Mineralien waren aber noch frisch. No. 5 ist eine ältere Analyse von Engelbach[1].

	No. 3	No. 4	No. 5
SiO_2 =	49,08	49,06	51,824
TiO_2 =	1,82	2,93	—
Al_2O_3 =	13,43	13,66	14,243
Fe_2O_3 =	6,49	7,55	—
FeO =	5,92	4,00	15,458
CaO =	8,92	8,90	7,924
MgO =	9,58	8,45	4,651
K_2O =	1,00	1,00	1,449
Na_2O =	3,42	4,03	3,652
H_2O =	0,32	1,30	0,781
P_2O_5 =	0,51	0,307	—
	100,49	101,187	100,492

Es ergiebt sich hieraus, dass die Analyse des Gesteins durchaus innerhalb der Zusammensetzung der typischen Basalte und Dolerite steht. Besonders nahe stehen in der Zusammensetzung dem Dolerite von Londorf derjenige vom Südende des Meissner nach Moesta[2] und derjenige vom Windbühl bei Zeitlofs in der Rhön nach Knapp[3]. Die Gesteine des Aetna sind meist sehr viel ärmer an Magnesia, was wohl einem geringeren Olivingehalt entspricht; gleichwohl hat die Lava des de Rotolo nach Ricciardi[4] eine ähnliche Zusammensetzung, wie das Gestein von Londorf.

In den vorliegenden Analysen entspricht der Gehalt an TiO_2 nicht allein demjenigen des Titaneisens, sondern auch demjenigen des Augits, wie die am Schlusse folgende Berechnung der Gemengtheile ergeben wird. Auffallend hoch ist der Gehalt an MgO, was wohl von einem grossen Reich-

[1] Section Giessen der geol. Specialkarte des Grossh. Hessen. Darmstadt. 1856. p. 100.

[2] Roth: Beiträge. 1869. p. CXXX. No. 31.

[3] Lenk: Zur geol. Kenntniss der südl. Rhön. p. 92.

[4] Roth: Beiträge. 1884. LXXVI. No. 20.

thume an Olivin herrührt, der ja auch mikroskopisch nachgewiesen ist. Offenbar ist die Engelbach'sche Analyse mit einer Olivin-ärmeren Abänderung ausgeführt worden, wie sie in Londorf zuweilen vorkommt. Sehr hoch ist in Engelbach's Analyse der Gehalt an Eisenoxydul, der meine Zahlen für $Fe_2O_3 + FeO$ um 3 % übertrifft.

Durch die geringe Verwitterung des Gesteins No. 2 hat eine Wasseraufnahme und eine Umwandlung von Fe_2O in FeO_3 stattgefunden, d. h. es ist ein Theil des FeO im Olivin in Eisenhydroxyd umgewandelt worden. Dasselbe Resultat gibt die Untersuchung des Dünnschliffs. Kohlensäure konnte in beiden Gesteinen nur in Spuren nachgewiesen werden.

3. Die glasige Oberfläche des Dolerits (Vitrodolerit).

Es ist oben angegeben worden, dass die Ober- (und Unter-) Fläche der Ströme glasig ist. Schlägt man hier frischen Bruch, so erscheint ein schwarzes Glas, welches nach dem Innern des Gesteins sich in eine feinkörnige, steinige und blasige Masse verwandelt und in den kleinkörnigen Dolerit übergeht. Die Oberfläche selbst, d. h. die glasige Substanz, ist meist stark verändert und in eine palagonitähnliche braune Masse umgewandelt, in welcher ringsum ausgebildete Krystalle von Plagioklas, Olivin und Augit liegen, die man durch Abschaben, Zerkleinern und Schlämmen der Verwitterungsrinde, insbesondere aber durch Behandeln mit Kaliumquecksilberjodidlösung von verschiedener Concentration trennen kann. Man erhält so einerseits reine braune Verwitterungsmasse des eigentlichen Glases, andererseits reine Plagioklas-, Augit- und Olivinkryställchen. Durch Auslesen des Augits unter der Lupe kann man den Olivin ziemlich rein erhalten.

Die eigentliche Glasrinde gibt beim Dünnschleifen ein hellgelblich- bis grünlichbraunes Glas, in welchem vereinzelte Krystalle eingelagert sind. Das Glas selbst ist völlig isotrop und von vielen unregelmässigen Spältchen durchzogen, die aber meist die eingelagerten Kryställchen umgehen. Zu beiden Seiten der Spältchen ist das Glas hellgelb und etwas anisotrop geworden, so dass zwischen gekreuzten Nicols ein Maschensystem heller Linien das dunkle Glas durchzieht. Hier

sind offenbar die Gewässer eingedrungen und haben begonnen, das Glas zu verändern[1]. Die in dem Glase ausgeschiedenen Krystalle sind meist mit einem dunkelbraunen körnigen Rande umgeben, der sich bei stärkerer Vergrösserung als eine dunkle undurchsichtige Wolke darstellt, die aus braunen gebogenen Fäserchen und Körnchen besteht.

Auf gebogenen, das Glas durchsetzenden Linien, die aber nicht mit den Spältchen zusammenfallen, sind bräunliche runde durchsichtige Körner angehäuft, welche nicht auf das polarisirte Licht wirken und individualisirte amorphe Körner darstellen, in denen wohl auch dunkle, sehr kleine Körnchen (Bläschen?) liegen. Als Einlagerungen erscheinen:

1) Farblose, klare, sehr reine Plagioklase, gewöhnlich scheinbar leistenförmig in polysynthetischen Zwillingen nach dem Albit- und Karlsbader Gesetz, oder in rhombischen Tafeln, an denen dann nur das letztere Gesetz erkennbar ist. In diesem Falle sind aber meist die Krystalle von der braunen körnigen Hülle so bedeckt, dass sie kaum zu erkennen sind. Die scheinbar leistenförmigen Krystalle haben Auslöschungsschiefen, die zwischen 2^0 und 40^0 schwanken. Übrigens war hier die Auslöschung bei demselben Krystall so schwankend, dass z. B. die Auslöschung des Kerns 20^0, diejenige der Ränder 33^0 betrug, während ein zweiter Krystall mit einer Auslöschungsschiefe von 8^0 angelagert war. Die mit $\infty\breve{P}\infty$ aufliegenden rhombischen Krystalle hatten Auslöschungsschiefen von $16—20^0$. Die Krystalle enthalten nur kleine Einschlüsse von Glas.

Die aus der verwitterten palagonitischen Masse abgeschiedenen Plagioklaskrystalle der Form $0P$, $\infty\breve{P}\infty$, $\bar{P}\infty$, $2\bar{P}\infty$, sehr untergeordnet auch ∞P und P, waren meist tafelförmig nach $\infty\breve{P}\infty$ ausgebildet und bestanden fast alle aus Karlsbader Zwillingen mit denselben Umrissen, wie sie in Fig. 4—9 dargestellt sind. Sie wurden, nach Entfernung aller eisenhaltigen Beimengungen durch den Electromagneten, in eine Kaliumquecksilberjodidlösung gebracht, die etwas schwerer war, wie die Krystalle. Durch allmähliche Verdünnung der

[1] Ganz ähnlich beschreibt Doss (Min. u. petr. Mitth. VII. p. 523 u. 524) die Umwandlung des Sideromelans in Palagonit.

Lösung wurden nach und nach 6 Portionen der Krystalle niedergeschlagen, zuerst die schwersten, zuletzt die leichtesten. Jeder Theil wurde auf die Auslöschungsschiefe der vorspringenden nur einem Krystall angehörenden Stücke untersucht, und zwar bezogen auf die Kante $\infty\breve{P}\infty : 0P$ und aufliegend auf $\infty\breve{P}\infty$. Da die Krystalle sehr dünn und rein sind, so konnte hier die Bestimmung mit grösserer Sicherheit ausgeführt werden, als bei den Krystallen der Blasenräume. Bei der ersten schwersten Portion schwankte die Auslöchungsschiefe zwischen 11 und 19°, bei der zweiten etwas leichteren zwischen 12 und 18°, bei der dritten zwischen 12 und 18°, bei der vierten zwischen 16 und 18°, bei der fünften zwischen 12 und 18°, bei der sechsten leichtesten zwischen 10 und 20°. Mit andern Worten: es war kein Unterschied vorhanden und die kleinen Unterschiede im spec. Gew. rührten wohl nur von zufälligen Beimengungen her. Sämmtliche Niederschläge wurden nun nochmals mit der Quecksilberlösung gereinigt, wobei die Hauptmasse der sich abscheidenden Krystalle im Pyknometer ein spec. Gew. von 2,70 bis 2,72 hatte. Die chemische Analyse ergab:

	No. 6	Atomverhältniss		
SiO_2	= 54,20	0,9033		3,27
Al_2O_3	= 27,14	0,2645	0,2760	
Fe_2O_3	= 1,84	0,0115		1
CaO	= 11,54	0,2063		
MgO	= 0,54	0,0135		
K_2O	= 0,18	0,0038	$\frac{0,1415}{2} = 0,0708$	
Na_2O	= 4,88	0,1377		1,05
	100,32			

Das entspricht der Formel Ab_4An_5, welche verlangt:

SiO_2	= 54,06
Al_2O_3	= 29,41
CaO	= 11,45
Na_2O	= 5,08
	100,00

Dieser Labradorit verlangt nach Schuster und Mallard auf 0P eine Auslöschungsschiefe von — 6° 50′ bis — 7° 53′; auf $\infty\breve{P}\infty$ eine solche von — 19° 12′ bis — 20° 52′. Letztere Zahlen stimmen mit dem an zahlreichen Krystallen gefundenen

Maximalwerthe von 18—20° überein. Das theoretische spec. Gewicht würde für Ab_4An_5 = 2,69 sein, was ebenfalls annähernd mit dem gefundenen übereinstimmt.

Vergleicht man diese Zusammensetzung mit derjenigen der Feldspathe aus den Drusen, so ergibt sich, dass die zuerst ausgeschiedenen Feldspathe, d. h. diejenigen, die sich schon ausgeschieden hatten, als eben die Oberfläche des Stroms anfing, fest zu werden, basischer sind, wie die später ausgeschiedenen. Diese sind Ab_2An (Andesin), jene Ab_4An_5 (Labradorit) und auch bei diesem kommen im Innern wohl noch basischere Kerne vor.

2) Olivin findet sich fast nur in rundum ausgebildeten Krystallen, welche im Dünnschliff fast farblos und klar erscheinen und wenige schwarze quadratische Körnchen und hellröthliche Glaseinschlüsse mit festem Bläschen enthalten. Zuweilen erscheinen auch sackartige Einstülpungen der glasigen Grundmasse im Olivin.

Die aus der Verwitterungsrinde des Glases gewonnenen, rundum ausgebildeten Krystalle sind von hellbräunlicher bis hellbräunlichgrüner Farbe und genügend glänzend um Schimmermessungen, zuweilen auch solche mit deutlicheren Reflexbildern auszuführen. Sie stellen sich als Combinationen von ∞P, $\infty \breve{P}2$, $\infty \breve{P}\infty$ und $2\breve{P}\infty$ dar. Die Fig. 1 in der Abhandlung von Bauer[1] über den Hyalosiderit entspricht, wenn man d und e weglässt, den Krystallen von Londorf. Es wurde gemessen:

		Winkel am Hyalosiderit nach Bauer
$2\breve{P}\infty : 2\breve{P}\infty$	= 81°	80° 34′
$\infty P : \infty P$	= 130° 22′	129 50
$\infty \breve{P}2 : \infty \breve{P}2$	= 93 20	93 46

Die Analyse der Krystalle wurde im hiesigen mineralogischen Institute von Herrn Greim in folgender Weise ausgeführt: Die gepulverten Krystalle wurden mit Salzsäure eingedampft, mit derselben Säure wieder aufgenommen und dann die Kieselerde sammt dem unlöslichen Rückstand abfiltrirt. Dieses Gemenge wurde mit Ätzkalilösung behandelt und in der so erhaltenen kalischen Lösung die Kieselerde be-

[1] Dies. Jahrb. 1887. I. 1.

stimmt (der Rückstand bestand aus augitischen Mineralien). In der salzsauren Lösung wurde Fe und Mg bestimmt. Das Resultat war Folgendes:

	No. 7	Atomverhältniss		Hyalosiderit von Sassbach nach Rosenbusch[1]
SiO_2 =	37,22	0,6203	1	36,725
FeO =	30,00	0,4172 } 1,2916	2,08	29,961
MgO =	31,33	0,7744 }		31,987
	98,55			98,673
Formel	$\frac{22}{17}$ Mg, $\frac{12}{17}$ Fe } SiO_4			$\frac{4}{3}$ Mg, $\frac{2}{3}$ Fe } SiO_4

Diese Analyse stimmt fast genau mit derjenigen des Hyalosiderits von Sassbach nach Rosenbusch überein. Auch dieser Olivin ist daher zum Hyalosiderit zu stellen. Aber auch die Olivine in den klein- und gröberkörnigen Doleriten sind hierherzustellen, da auch sie jedenfalls sehr reich sind an FeO, indem sie durch Verwitterung nicht Serpentin, sondern reichliche Mengen von Eisenhydroxyd geben, was vorzugsweise bei eisenreichen Olivinen vorzukommen pflegt.

3) Ziemlich dünne hellgelbliche Nadeln, die theils gerade, meist aber schiefe Auslöschung (bis 40°) zeigen und erst bei stärkerer Vergrösserung, aber doch nur selten sichtbar sind, müssen für Augit gehalten werden; nur sehr selten tritt die Augitform an etwas breiteren Krystallen hervor. Diejenige Elasticitätsaxe, welche mit der Längenaxe einen Winkel von 40° bildet, ist die Axe der kleinsten Elasticität, was ganz dem Verhalten des Augits entspricht. Jedenfalls ist aber hier der Augit nur sehr untergeordnet vorhanden. Auch aus den Verwitterungsproducten des Glases können vereinzelt grünbraune knäuelartige Verwachsungen von Augiten der Form $\infty P . \infty P\infty . \infty P\infty . P$ herauspräparirt werden.

4) In dem zu palagonitischer Substanz zersetzten Glase wurden nun auch neben Augit, ja in etwas grösserer Menge wie dieser, sehr hellgrünlich gefärbte, längliche Kryställchen ohne erkennbare Endflächen gefunden. Die Prismenflächen stimmten in den Winkeln mit Augiten der Form ∞P mit den beiden Pinakoïden $\infty P\infty$ überein. Für $\infty P : \infty P\infty$ wurde 136° gefunden, woraus sich für ∞P der Winkel von 92° berechnet.

[1] Dies. Jahrb. 1872. 50.

Das Mineral ist in Salzsäure unlöslich, in Flusssäure schwerlöslich, muss aber rhombisch sein, da es in allen Stellungen der Prismenzone gerade Auslöschung gegen die Säulenkanten zeigt. Da ausserdem nach dem Behandeln mit Flusssäure mikrochemisch kein Kalk, wohl aber Magnesium mit wenig Eisen gefunden wurde, so kann hier nur Enstatit oder Bronzit vorhanden sein.

Die farblosen oder nur wenig gefärbten einzelnen oder aggregirten Nadeln von Apatit, die in den Plagioklasen der krystallisirten Dolerite so massenhaft vorkommen, sind in der glasigen Grundmasse nicht vorhanden, in den Plagioklasen erscheinen nur sehr vereinzelt kurze Nadeln, die für Apatite gehalten werden müssen.

Eisenerze kommen in dem Glasdolerit gar nicht vor, weder Magnetit noch Titaneisen, woraus hervorgeht, dass diese Körper nicht zu den ersten Erstarrungsproducten des Dolerits gehört haben, sondern sich erst später ausgebildet haben nach der Abscheidung der ersten Plagioklase und Olivine.

Zum Zwecke der chemischen Untersuchung wurde die Glasoberfläche eines Doleritstroms in kleinen Stückchen abgeschlagen, zerkleinert und ein Theil vollständig gepulvert und analysirt (No. 8), der andere Theil wurde ebenfalls gepulvert und mit der Kaliumquecksilberjodid-Lösung behandelt, um die eigentliche Glasbasis für sich ohne Einlagerungen zu erhalten. Doch war es nicht möglich, die kleinsten Einlagerungen abzuscheiden; gleichwohl kann man sagen, dass die zur Analyse No. 9 verwandte Masse nur sehr arm war an Einlagerungen. Die Glasbasis selbst ist in Salzsäure unlöslich.

No. 8 Vitrodolerit			No. 9 Glasbasis daraus	
SiO_2	= 53,52		55,15	
TiO_2	= 1,84		2,05	
Al_2O_3	= 13,56		15,37	
Fe_2O_3	= 4,93	11,54	4,66	10,39
FeO	= 6,61		5,73	
CaO	= 7,39		7,62	
MgO	= 7,37		4,20	
K_2O	= 0,68		0,74	
Na_2O	= 3,22		3,45	
H_2O	= 1,03		0,80	
	100,05		99,77	

Zur Vergleichung:

	Vitrodolerit v. Schwarzenfels nach Lagorio[1]	Glasbasis daraus
SiO_2 =	52,87	52,68
Al_2O_3 =	16,36	18,28
Fe_2O_3 =	10,87	9,43
CaO =	7,94	8,04
MgO =	5,23	4,68
K_2O =	0,96	1,15
Na_2O =	3,64	3,86
H_2O =	1,22	1,02
	99,09	99,14

Vergleicht man die Analyse No. 8 mit derjenigen des frischen kleinkörnigen Gesteins No. 3, so ergibt sich eine merkwürdige Erhöhung der Kieselerde von 49,08 auf 53,52 %, ferner eine Verringerung des Eisenoxyduls von 6,49 auf 4,93 % und eine Erhöhung des Eisenoxyds von 5,92 auf 6,61 %, eine Verringerung von CaO, MgO und K_2O und nur der Gehalt an Al_2O_3 und an Na_2O ist in beiden Analysen gleich. Die rascher erstarrte Oberfläche eines Stromes kann hiernach anders zusammengesetzt sein wie die Hauptmasse desselben. Dies kann seinen Grund entweder darin haben, dass schon das ursprüngliche Magma an verschiedenen Stellen schlierenartig verschieden zusammengesetzt ist oder darin, dass die sich zuerst ausscheidenden Krystalle sich nach dem specifischen Gewichte sondern (dies ist hier nicht wahrscheinlich), oder endlich darin, dass die flüssigen Silikatmagmen sich ähnlich verhalten, wie Salzlösungen, die, ungleich erwärmt, eine Anreicherung gewisser Salze im kälteren Theile zeigen[2].

Der Wassergehalt in 8 und 9 rührt von der auf den Spältchen vor sich gehenden Palagonitbildung.

Vor Kurzem hat Lagorio[3] eine Studie veröffentlicht über die Natur der Glasbasis, in welcher die Beziehungen der Glasbasis zu dem ganzen Gestein, gestützt auf zahlreiche Analysen, in ausführlicher Weise dargelegt werden. Diese Arbeit ist eine in hohem Grad lehrreiche und gibt den Ansichten über die Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma

[1] Min. u. petr. Mitth. 1887. VIII. p. 479.

[2] Vergl. Lagorio: Min. u. petr. Mitth. 1887. VIII. p. 511.

[3] l. c. p. 421.

eine gediegene Grundlage. In Bezug auf die Reihenfolge der Ausscheidung der einzelnen krystallisirten Mineralien kann sich Lagorio mit dem von Rosenbusch aufgestellten Satze, die Ausscheidung erfolge nach steigender Acidität, nicht einverstanden erklären, er stellt vielmehr den Satz auf: „Unter gleichen physikalischen Bedingungen sind lediglich Massenwirkungen und die Affinität der Basen unter einander und in zweiter Linie zur Kieselerde das Entscheidende“ und sucht ihn durch zahlreiche Analysen von Gesteinen, ihrer Basis und der ausgeschiedenen Feldspathe zu begründen.

Vergleicht man in Gesteinen mit Glasbasis die Zusammensetzung des ganzen Gesteins mit derjenigen der isolirten Basis, so kann man nach Lagorio zunächst beobachten, dass in der Basis das K in grösserer, das Na in kleinerer Menge vorhanden ist als in dem Gestein. Ferner zeigt Lagorio, dass die Glasbasis in saueren und in basischen Gesteinen fast den gleichen Kieselerdegehalt hat, wie das Gesammtgestein; dass in solchen von mittlerem Kieselerdegehalt (circa 55—65 %) sie saurer ist als dieses, dass sie in sehr sauren basischer, in sehr basischen saurer ist als das Gesammtgestein. Aus den vorstehenden Analysen No. 8 und 9 ergibt sich, dass zwar eine geringe Erhöhung des K-Gehalts von 8 nach 9 hin wahrnehmbar ist, dass aber der Na-Gehalt nicht abnimmt, sondern etwas weniges zunimmt. Doch liegen beide Unterschiede innerhalb der Fehlergrenzen bei der Bestimmung. Für den Kieselerdegehalt beobachtet man eine Zunahme in 9 gegen 8, das vorliegende Gestein würde daher zu denjenigen von mittlerem Kieselerdegehalt gehören. Sehr auffallend ist die Erniedrigung des Magnesiumgehalts von 7,37 in 8 auf 4,20 in 7; auch der Gehalt an Eisenoxyden geht etwas herab. Beides hat seinen Grund in der Ausscheidung reichlicher Mengen von Olivin; dies ist auch der Grund, wesshalb nun eine Anreicherung der Kieselerde und eine Ausscheidung von Enstatit eintritt.

Im Übrigen haben beide Analysen grosse Ähnlichkeit mit denjenigen des Vitrodolerits von Schwarzenfels, die zur Vergleichung unter die Analysen 8 und 9 gestellt sind. Zwar ist der Kieselerdegehalt etwas niedriger und erfährt in der Basis auch keine Erhöhung, dagegen wird der Gehalt an Al_2O_3, CaO, K_2O, Na_2O in beiden Gesteinen erhöht, der Ge-

halt an Eisenoxyden und MgO erniedrigt. Die Ähnlichkeit tritt unter dem Mikroskope noch mehr hervor. Das Schwarzenfelser Gestein ist von Möhl[1] und von v. Sandberger[2] mikroskopisch untersucht worden. Die glasige Grundmasse ist in beiden Gesteinen völlig gleich; in einem Dünnschliff des Vitrodolerits von Schwarzenfels fand ich sogar ähnliche mit optisch wirksamer Substanz erfüllte feine Spältchen, wie in denjenigen von Londorf; damit mag auch hier der Wassergehalt in Verbindung stehen. Beide genannte Forscher geben ferner Plagioklas, Olivin und Sanidin (den Bücking[3] und Lagorio[4] übrigens nicht gefunden haben), dann selten Augit an. Ausserdem hat v. Sandberger noch Titaneisen, Möhl dieses und Magneteisen gefunden. Lagorio[4], der auch eine mikroskopische Beschreibung dieses Gesteins gibt, hebt aber ausdrücklich hervor, dass Oxyde des Eisens gänzlich fehlen. Auch in meinem Schliffe des Schwarzenfelser Gesteins fehlen sie gänzlich, abgesehen von der schmalen braunen Hülle um die eingelagerten Krystalle, in der vielleicht ein Eisenerz vorhanden sein könnte. Immerhin ist es wahrscheinlich, dass in einem späteren Stadium der Krystallisation Eisenerze sich abscheiden werden und die von Möhl und v. Sandberger untersuchten Schliffe mögen einem solchen späteren Stadium angehört haben. Die geringe Menge von Augit und der Mangel an Eisenerzen in den ersten Erstarrungsproducten der Vitrodolerite sowohl von Schwarzenfels, als auch von Londorf ist gewiss nichts Zufälliges, sondern etwas Gesetzmässiges, welches sowohl der Zusammensetzung als auch den physikalischen Verhältnissen, unter denen die Erstarrung erfolgte, entspricht, man erkennt ferner, dass Plagioklas und Olivin die zuerst krystallisirten Mineralien sind, während Augit nur in sehr kleinen Mengen abgeschieden wurde. Aus der Abwesenheit des Titaneisens und der geringen Menge des ausgeschiedenen Augits muss man den Schluss ziehen, dass die Glasbasis Titansäure enthalten muss. Die Analysen haben dies in der That ergeben.

---

[1] Dies. Jahrb. 1874. 904.

[2] Dies. Jahrb. 1878. 22.

[3] Min. u. petr. Mitth. 1878. I. 1.

[4] Min. u. petr. Mitth. 1887. VIII. p. 481.

Die Anwesenheit von viel Plagioklas und nur wenig Augit neben viel Olivin stellt die Vitrodolerite von Londorf und Schwarzenfels in Gegensatz zu dem Limburgit von Sassbach, in welchem der Plagioklas durch den Augit ersetzt ist. Auch die Vitrobasaltkörner im Palagonittuff des Hauran[1] stehen insofern in einem Gegensatze zu den drei ebengenannten Gesteinen, als in ihnen der Olivin fehlt, der doch in dem entsprechenden Basalte selbst eine grosse Rolle spielt, während er in den 3 genannten Gesteinen zu den ersten Ausscheidungsproducten gehört.

Die Ausscheidung übersaurer Sphärolithe aus Obsidianen, die Ausscheidung von Quarz in der ersten Generation der alten und jungen Porphyrgesteine, das Fehlen der Eisenerze in den ersten Erstarrungsproducten der Dolerite lehrt, dass die Ausscheidung der Mineralien sehr häufig nicht nach steigender Acidität stattfindet. Die von mir untersuchten Dolerite sind übrigens ein Beispiel dafür, dass unter den Plagioklasen der basischere Labradorit sich vor dem saureren Andesin ausscheiden kann.

Wie der ganze Vorgang der Ausscheidung gedacht werden kann, ist sowohl von Lagorio, als auch von Doss[2] und Anderen entwickelt worden.

4. Die verwitterte Oberfläche der Ströme.

Wie schon erwähnt, ist die Oberfläche des Vitrodolerits selbst in eine braune palagonit-artige Masse umgewandelt, die eine etwas über millimeterdicke Rinde bildet, aus welcher zahlreiche Lichtreflexe herausleuchten, herrührend von den Krystallflächen der eingelagerten, nicht verwitterten Krystalle. Die Masse lässt sich, wie schon erwähnt, mit einem Messer leicht abschaben, zwischen den Fingern zerreiben und mit der Kaliumquecksilberjodid-Lösung sondern. Es wurden zu diesem Zwecke 30—40 grosse Gesteinsstücke mit Oberflächenformen abgekratzt, um das Material für die einzelnen Mineralien, Plagioklas, Olivin, Enstatit und Augit und für das Verwitterungsproduct des Glases zu gewinnen. Das letztere war etwas leichter wie 2,437. Bei der Analyse dieser Substanz stellte sich aber heraus, dass der Kaliumgehalt ganz ungewöhn-

[1] Doss: Min. u. petr. Mitth. 1886. VII. p. 530; siehe auch p. 484.
[2] l. c. p. 497.

lich hoch war. In Folge dessen wurde das getrennte und ausgewaschene Material zunächst nochmals mit Jodkaliumlösung und dann mehrmals mit Wasser ausgekocht und nochmals auf Alkalien untersucht. Hierbei wurde abermals ein auffallend hoher Kaligehalt, daneben aber auch eine Jodreaktion erhalten. Die palagonitische Substanz hat also in hohem Grade die Eigenschaft, aus Lösungen Salze abzuscheiden und so fest in sich aufzunehmen, dass sie durch Auskochen mit Wasser nicht entfernt werden können, was für die Bodenkunde von grosser Wichtigkeit ist. Bei der Unmöglichkeit durch Auskochen der mit Quecksilberlösung gereinigten palagonitischen Substanz ein Jodkalium-freies Product zu erhalten, wurde zur Alkalibestimmung frisch abgeschabtes Material nach dem Schlämmen mit Wasser getrocknet, abgewogen, mit Salzsäure eingedampft, der Rückstand mit derselben Säure wieder aufgenommen und Kieselerde nebst unlöslichem Rückstand abfiltrirt und mit Ätzkalilösung behandelt. Der unlösliche Rückstand, aus Plagioklas, Enstatit und Augit bestehend, wurde von der angewandten Substanz abgezogen. Das Filtrat von Kieselerde und unlöslichem Rückstand wurde dann auf K_2O und Na_2O untersucht. Da nur die palagonitische Substanz und der Olivin von Salzsäure aufgeschlossen werden, so wurde der Alkaligehalt des Palagonits wegen der Beimischung des Olivins etwas zu gering gefunden, ein Fehler, der bei dem so sehr geringen Alkaligehalt überhaupt nicht in Betracht kommt. Die palagonitische Substanz gelatinirt übrigens nicht mit Salzsäure, sondern die Kieselerde scheidet sich in der Form der Palagonitkörner ab, wie sie bei dem Pulverisiren erhalten wurden, und ist in Kalilösung völlig löslich. Das Resultat der Analyse der bei 100° getrockneten Substanz war Folgendes:

	No. 10	Atomverhältniss		
SiO_2 =	49,94	0,83223	3,9	16
TiO_2 =	3,82	0,04775		
Al_2O_3 =	8,87	0,08644	1	4
Fe_2O_3 =	21,96	0,13921		
MgO =	2,22	0,05558	0,26	1
CaO =	0,21	0,00375		
K_2O =	0,21	0,00446	0,03	
Na_2O =	0,11	0,00355		
H_2O =	12,66	1,40665	6,23	25
	100,00			

Die lufttrockene Substanz verlor bei 100° : 9,94 %, H_2O, in der Glühhitze 10,82 %, der Gesammtwassergehalt der lufttrockenen Substanz beträgt also 20,76 %. Beim Glühen wird sie dunkelbraun und unlöslich in Salzsäure. Im übrigen ist die palagonitische Substanz unter dem Mikroskop mit brauner Farbe durchscheinend, sie wirkt meist nicht auf das polarisirte Licht, hie und da ist aber eine Einwirkung zu bemerken. Sie ist völlig structurlos, nicht individualisirt und macht, mit unbewaffnetem Auge betrachtet, den Eindruck eines amorphen Körpers; ihre Härte ist grösser wie 3, der Glanz ist ein fettartiger Glasglanz; sie ist nicht porös.

Vergleicht man diese Analyse mit denjenigen anderer Mineralien, so könnten Fettbol, Montanit, Gramenit, Unghwarit, Pinguit in Frage kommen. Ich halte es aber nicht für angemessen, dieses Umwandlungsproduct eines Gesteinsglases mit einfachen Mineralien zu vergleichen; es kann naturgemäss nur mit ähnlich entstandenen Stoffen verglichen werden, in erster Linie mit dem Zersetzungsproduct basischer Gläser, dem Palagonit. Thut man dies, so fällt vor Allem bei No. 10 der höhere Gehalt an SiO_2 und Fe_2O_3 und der geringere Gehalt an Al_2O_3 und MgO, sowie die Armuth an CaO und Alkalien in die Augen. Hätte man es hier mit einem selbstständigen individualisirten Minerale zu thun, dann würden diese grossen Verschiedenheiten der Zusammensetzung eine Vereinigung unmöglich machen. Im vorliegenden Falle, wo es sich nur um ein Zersetzungsproduct handelt, welches ja je nach dem Grade der Zersetzung verschiedene Zusammensetzung wird haben können, liegt die Sache doch anders. Fragen wir zunächst: Was versteht man unter Palagonit? S. v. Waltershausen[1] definirt denselben so: Der Palagonit besitzt eine bernsteingelbe bis dunkelcolophoniumbraune Farbe, sehr geringe Härte, welche die des Kalkspaths kaum erreicht, und eine amorphe Structur. Diese Definition würde auf das Zersetzungsproduct des Dolerits von Londorf vollständig passen. Auch die Entstehung ist dieselbe, denn nach S. v. Waltershausen ist der Palagonit ein Umwandlungsproduct eines basischen Glases, des Sideromelans. Nur die chemische Zu-

[1] Über die vulkanischen Gesteine von Sicilien und Island. p. 179.

sammensetzung ist eine andere. Nun ist aber die Zusammensetzung des echten Palagonits so schwankend, dass man in dieser Beziehung nur willkürliche und sehr weit gezogene Grenzen für den Gehalt an den einzelnen Oxyden aufstellen könnte. Übrigens hat auch S. v. Waltershausen von der Südspitze von Sicilien bei der Tonnara von Capo Passaro ein dunkelbraunes Mineral, welches dem Palagonit einigermassen nahe steht, in einem Tuffe vorkommend beschrieben und analysirt (Analyse a); es wird von ihm als eine Mischung von Siderosilicit und Trinacrit betrachtet und steht der braunen Substanz von Londorf nahe. Auch der von S. v. Waltershausen Konit genannte Palagonit aus dem Val di Noto steht in der Zusammensetzung (Analyse b) dem Londorfer Palagonit näher wie andere Palagonite:

		a	b
SiO_2	=	33,609	41,256
Al_2O_3	=	6,896	8,598
Fe_2O_3	=	44,567	25,322
CaO	=	0,687	5,592
MgO	=	1,218	4,842
Na_2O	=	1,116	1,061
K_2O	=	0,913	0,544
H_2O	=	10,994	12,785
		100,000	100,000

Zu derselben Gruppe von Zersetzungsproducten gehört auch der von mir analysirte Palagonit von Climbach[1] bei Giessen (Anal. 11) und ein bolartiges Product aus dem Basalt von Hungen in der Wetterau, welches auf meine Veranlassung Herr Will[2] im Berliner Universitätslaboratorium durch Herr Kalkhoff hat analysiren lassen (Anal. 12). Hier ist die Analyse berechnet nach Abzug des bei 100° entweichenden Wassers:

		11.		12.
SiO_2	=	50,02		47,82
Al_2O_2	=	13,06		14,69
Fe_2O_3	=	17,60		16,82
CaO	=	2,82		2,52
MgO	=	4,57		2,73
K_2O	=	0,55	}	0,98
Na_2O	=	0,84	}	
H_2O	=	10,54		13,72
		100,00	P_2O_5 =	0,72
				100,00

[1] 14. Bericht der Oberhess. Ges. f. Nat.- und Heilkunde, p. 13.

[2] 22. Bericht der Oberhess. Ges. f. Nat.- und Heilkunde, p. 315.

Beide Producte sind aber weit reicher an Al_2O_3 und etwas reicher an CaO als die palagonitische Substanz von Londorf, stehen dadurch aber wieder den echten Palagoniten näher.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass die palagonitischen Substanzen eine sehr mannigfaltige Zusammensetzung haben können, aber durch vielfältige Zwischenstufen mit einander verknüpft sind. Übrigens geben viele Analysen der Palagonite von Island und Sicilien nicht ein richtiges Bild der Zusammensetzung der eigentlichen wasserhaltigen palagonitischen Substanz, da man fast stets das Zersetzungsproduct zusammen mit dem ursprünglichen Glase, dem Sideromelan, analysirt hat, der in Salzsäure ebenso löslich ist, wie jenes. Jetzt, wo man durch die specifisch schweren Lösungen ein Mittel an der Hand hat, solche Dinge, wie frisches Glas und wasserhaltiges Zersetzungsproduct zu scheiden, würde man erst im Stande sein, die wahre Zusammensetzung der Palagonite zu ermitteln.

Vor etwa 9 Jahren ist von Penck[1] eine ausführliche Abhandlung veröffentlicht worden, in welcher der Satz ausgesprochen wird: „Es existirt kein Mineral Palagonit.“ Wenn damit gesagt sein soll, dass es kein bestimmt umgrenztes Mineral Palagonit gibt, so mag Penck im Recht sein; insofern es sich aber um eine anscheinend amorphe braune weiche Substanz handelt, die nicht als Mineral sondern als ein geologisch wichtiger Körper aufgefasst wird, welches wasserhaltig, in Säuren löslich ist und aus der Zersetzung basischer Glasgesteine hervorgegangen ist, so glaube ich nicht, dass wir den Begriff Palagonit entbehren können, gleichgültig, ob diese Substanz auf polarisirtes Licht einwirkt oder nicht; denn das Einwirken auf polarisirtes Licht macht den Körper noch nicht zu einer krystallinischen Substanz, so wenig ein gewöhnliches Glas, welches durch Druck oder Dilatation optisch anomal ist, als eine krystallinische Substanz betrachtet werden darf. Meiner Auffassung nach liegt das Wesentliche bei der Begriffsbestimmung des Palagonits darin, dass er ein anscheinend amorphes Zersetzungsproduct basischer Glasgesteine ist. Da diese von sehr verschiedener Art sein können, da ferner auch

[1] Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1879. XXXI. p. 504.

die Art der Zersetzung eine sehr verschiedene sein kann, so wird auch die Zusammensetzung der Palagonite eine sehr verschiedene sein müssen. Für jede besondere Zusammensetzung einen besonderen Namen aufzustellen, wäre gewiss höchst unzweckmässig; man wird desshalb gut thun, alle diese Producte mit einem gemeinsamen Namen zu bezeichnen und dafür den schon vorhandenen beizubehalten. Will man zugleich das Glasgestein andeuten, aus dem ein Palagonit entstanden ist, so kann man sagen, es sei ein Palagonit des und des Gesteins, z. B. des Sideromelan und so nehme ich keinen Anstand, das von mir untersuchte Zersetzungsprodukt von Londorf als einen Palagonit des Vitrodolerits, dasjenige von Climbach als einen Palagonit des Vitrobasalts zu bezeichnen.

Penck legt in seiner Kritik einen viel zu grossen Werth darauf, dass nach S. v. Waltershausen der Palagonit amorph sein soll, während er doch noch auf das polarisirte Licht einwirkt. Aber die Definition von S. v. Waltershausen stammt aus einer Zeit, in der die Geologen noch keine optischen Untersuchungen machten. Der Gegensatz zwischen unverändertem Glaskern und umgewandelter Rinde tritt doch auch in Penck's Arbeit bei der Beschreibung der Palagonitkörner vielfach hervor und gerade diese Rinde ist es, für die ein Name wie Palagonit ganz zweckmässig und erwünscht ist. Wie wenig dieser Name und der damit verbundene Begriff entbehrt werden kann, geht schon daraus hervor, dass auch nach der Arbeit von Penck dieser Name immer noch im Gebrauche geblieben ist, insbesondere ist derselbe von Rosenbusch in seiner mikroskopischen Physiographie (Bd. II. p. 746) und ebenso von Roth in seiner chemischen Geologie (Bd. II. p. 380), sowie von zahlreichen andern Autoren, die sich mit Palagonit beschäftigt haben, beibehalten worden.

Ich definire jetzt den Palagonit folgendermassen: Palagonit ist ein braunes anscheinend amorphes in Säuren lösliches, wasser- und meist auch eisenoxydreiches Zersetzungsproduct basischer Glasgesteine, gleichgültig ob dasselbe in Körnern vorkommt oder die Ober- bezw. Unterfläche von Strömen bildet, gleichgültig ob dasselbe mit noch unzersetztem Glase verbunden ist oder nicht, gleichgültig ob es porös ist oder nicht, ob es auf das polarisirte Licht einwirkt oder nicht.

Was die Entstehung des Palagonits anbetrifft, so hat Lemberg in einer seiner vortrefflichen chemisch-geologischen Arbeiten[1] experimentell nachgewiesen, dass basische Gläser (Palagonitglas, Tachylyt) schon durch reines Wasser hydratisirt werden. Durch Alkalicarbonatlösung werden auch saure Gläser sehr rasch umgewandelt; dabei wird Wasser aufgenommen, Alkali gegen andere starke Basen ausgetauscht, Kieselerde zum Theil ausgeschieden. Um für den Palagonit des Vitrodolerits von Londorf den Umwandlungsprocess kennen zu lernen, der hier stattgefunden hat, ist es nöthig, die Analysen der isolirten glasigen Basis (Analyse No. 9) und des Palagonits (Analyse No. 10) neben einanderzustellen:

	Glas des Vitrodolerits		Hieraus entstandener Palagonit	Palagonit auf wasserfreie Substanz berechnet
SiO_2	= 55,15		49,94	57,18
TiO_2	= 2,05		3,82	4,37
Al_2O_3	= 15,37		8,87	10,15
Fe_2O	= 4,66	10,39	21,96	25,14
FeO	= 5,73			
CaO	= 7,62		0,21	0,24
MgO	= 4,20		2,22	2,55
K_2O	= 0,74		0,21	0,24
Na_2O	= 3,45		0,11	0,13
H_2O	= 0,80		12,66	

Hier kann der Vorgang nicht blos in einer Wasser-Aufnahme bestanden haben, sondern es muss durch Fortführung von Al_2O_3, CaO, MgO und Alkalien und wohl auch der SiO_2 eine solche Concentration des Gehalts an Fe_2O_3 und TiO_2 stattgefunden haben, dass sich derselbe nahezu verdoppelte. Eine Zuführung von Eisen halte ich nicht für wahrscheinlich, da es auf Kosten des übrigen Gesteins hätte erfolgen müssen und bei dem reichlichen Zutritt der Luft eine Lösung von $FeCO_3$ nicht hätte stattfinden können. — Sehr auffallend ist die starke Fortführung der Thonerde, die doch sonst bei dem gewöhnlichen Verwitterungsprocess insbesondere der Basalte sich anzureichern pflegt und überhaupt schwer beweglich erscheint. Allerdings lehrt die Bildung der Thonerde-reichen Zeolithe in Blasenräumen der Basaltmandelsteine, dass die

[1] Zeitsch. d. deutsch. geol. Ges. 1883. XXXV. p. 57.

Thonerde doch in grossen Mengen gelöst werden kann; in welcher Form dies geschieht, ist freilich sehr zweifelhaft.

Unter allen Umständen hat das Basaltglas sehr tief greifende Veränderungen erfahren, um in einen Palagonit von der angegebenen Zusammensetzung verwandelt werden zu können.

Ich will nicht leugnen, dass diese Umwandlung unter dem Einflusse heissen Wassers (erhitzt durch den noch heissen Lavastrom) vor sich gegangen sein kann; ich bin aber überzeugt, dass die Umwandlung ebenso, wenn auch etwas langsamer, bei gewöhnlicher Temperatur unter dem Einflusse der Tagewasser vor sich gehen kann, die ja in den Hohlräumen zwischen den verschiedenen Strömen genügenden Spielraum zu ihrer Bewegung haben.

Im Gegensatze zu dem gänzlich in Palagonit umgewandelten Glase im Vitrodolerit steht die frische unversehrte Beschaffenheit der eingelagerten Krystalle. Dies hat seinen Grund theils in der grösseren Widerstandsfähigkeit der Krystalle im Gegensatz zu der so geringen des Glases, theils in dem Verlauf der feinen mikroskopisch nachweisbaren Risse, welche offenbar die Krystalle vermeiden. Auf diesen Rissen dringen die Tagewasser in das Gestein ein und wirken fast nur auf die glasige Masse, durch die sie von den Krystallen abgehalten werden, so dass sie erst ganz zuletzt mit denselben in Berührung kommen.

Nachdem wir die sämmtlichen Gemengtheile des Dolerits kennen gelernt haben, soll zum Schluss die mineralogische Zusammensetzung des Gesteins, aus der Durchschnittszusammensetzung und der Analyse der Gemengtheile, berechnet werden. Berechnet man aus dem Phosphorsäuregehalt den Apatit, aus dem Alkaligehalt der Durchschnitts-Analyse No. 3 und der Analyse des Plagioklas No. 6 die Menge dieses Minerals; aus dem dann bleibenden Kalkgehalt und der Analyse des Augits die Menge dieses und aus der dann bleibenden Magnesia und der Analyse des Olivins auch diesen, dann erhält man Folgendes:

	No. 3.	Davon ab für Apatit	Davon ab für Plagioklas	bleibt	Davon ab für Augit	bleibt	Davon ab für Olivin	bleibt für Magnet- und Titaneisen
SiO_2 . . .	49,08		32,23	16,85	9,75	7,10	7,59	
TiO_2 . . .	1,82			1,82	0,67	1,15		1,15
Al_2O_3 . . .	13,43		13,26	0,68	0,56	0,12		
Fe_2O_3 . . .	5,84		1,22	10,54	2,47	8,07	6,12	1,95
FeO . . .	5,92							
CaO . . .	8,92	0,67	4,95	3,30	3,30			
MgO . . .	9,58		0,13	9,45	3,05	6,40	6,40	
K_2O . . .	1,00		0,80	0,20				
Na_2O . . .	3,42		3,42					
P_2O_5 . . .	0,51	0,51						
		1,18	56,01		19,80		20,11	3,10

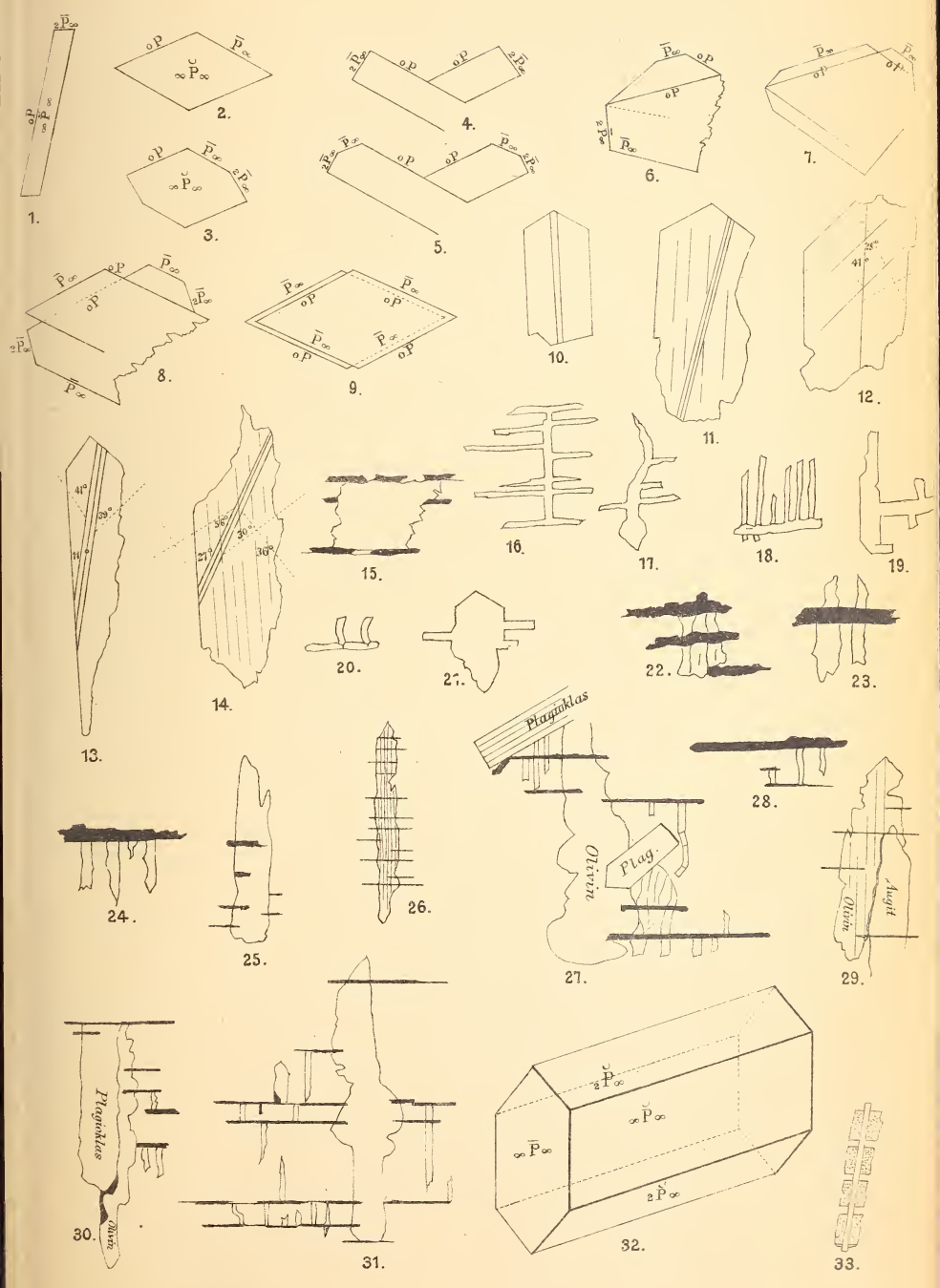
Das Magnet- und Titaneisen ist nicht weiter berechnet, da es hier nicht analysirt werden konnte, die Zusammensetzung des letzteren aber sehr schwankend ist.

Der Dolerit von Londorf besteht daher aus:

Apatit	1,18 %
Plagioklas (Andesin) . .	56,01 „
Augit	19,80 „
Olivin	20,11 „
Magnet- und Titaneisen .	3,10 „

Es war nicht die Absicht, das hier beschriebene Gestein auch auf die Endproducte der Verwitterung zu untersuchen, da diese im Zusammenhang mit anderen Gesteinen des Vogelsberges erforscht werden sollen.

Giessen im Mai 1888.


Plagioklas
Olivin
Plag.
Augit
Olivin
Plagioklas
Augit

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: 1888_2

Autor(en)/Author(s): Streng Johann August

Artikel/Article: Ueber den Dolerit von Londorf 181-229