

XI.

Geognostische und geologische Beobachtungen über den Kalvarienberg bei Fulda.

Von dem Kurfürstlichen Realschulinspector Herrn **Wilhelm Karl Julius Gutberlet** zu Fulda.

(Mit einer illuminirten lith. Tafel.)

Einleitung.

Häufige Wanderungen in die Steinbrüche des Kalvarienberges lenkten meine Aufmerksamkeit auf die Producte der Zersetzung in dem Basalte, ihre Beziehungen zu den Atmosphäriken, ihren Zusammenhang unter einander und mit der Zusammensetzung und der Structur des Gesteins. Die nachstehenden Mittheilungen versuchen es, den Gang der Metamorphose zu begleiten, soweit sich dieser Proceß aus den thatsächlich vorliegenden Secundärbildungen der Felsart in seiner Abhängigkeit von den bedingenden Momenten ohne quantitative Bestimmung der Stoffe erkennen läßt. Es wird eine Darlegung der einander folgenden Formveränderungen der Masse angestrebt.

Bis zum Ende des Jahres 1847 hatten sich die Materialien bereits im Wesentlichen so gruppiert, wie sie in den nachstehenden Zeilen erscheinen, und ich fand im Verlaufe des Monates Februar 1848 Gelegenheit zu einem Vortrage über dieselben in der Versammlung des hiesigen Zweigvereines für Geschichte und Landeskunde. Seit jener Zeit waren diese Arbeiten der Vergessenheit anheimgefallen, bis eine äußere Ursache ihre Wiederaufnahme aus dem Staube veranlaßte*); so gehen sie denn jetzt als kürzere Excerpte hervor aus einer größeren Sammlung von Beobachtungen und Betrachtungen über das Erstarren des Basaltes aus seinem geschmolzenen Magma und seine Zersetzung. — Der Mangel von Analysen, deren Zahl eine sehr bedeutende sein müßte, setzt den Untersuchungen gewisse Grenzen, innerhalb welcher sich daher auch die gewonnenen Resulte halten.

Die erste geologische Erwähnung des Frauenberges findet sich in der mineralogischen Beschreibung des Hochstiftes Fulda von **Johann Carl Wilhelm Voigt**. Sie ist sehr kurz und **Voigt** spricht nur aus, daß daselbst Kalkstein, Basalt und in diesem viel grüner Schörl (Olivin) vorkomme.

Diesen Bemerkungen sind in der Beschreibung des Rhöngebirges von Herrn Geh. Medicinalrathe Dr. **Schneider** noch einige andere kurze Mittheilungen über Olivin, Mesotyp, Grünerde und andere ihm räthselhaft erscheinende Fossilien beigelegt. In den genannten Schriften und in der Erwähnung des Kalvarienberges (irrtümlich des Frauenberges) als Fundort mehrerer Mineralien in einigen mineralogischen Lehrbüchern und im Journal des Herrn Geh.-Rathes von **Leonhard** besteht die ganze Literatur des Berges.

*) Sie waren nämlich zu einem Osterprogramm der hiesigen Realschule bestimmt.

Natürliche Blößen des Felsgebäudes, weit mehr aber Steinbrüche im Basalte des Kalvarienberges begünstigen die geologische Beobachtung.

Der Steinbruch an der Nordseite des Kalvarienberges wurde schon zur Zeit der Oranischen Regierung eröffnet; das Jahr liefs sich nicht ermitteln, doch fällt dasselbe zwischen 1802 und 1807. Seit jener Zeit hat sich der Abbau schon einige Mal über den Nordabhang hinweg bewegt, und der Berg wurde um zwei oder drei Steinbruchhöhen niedriger und seine Gestalt an dieser Stelle sehr verändert.

In den letzten zwanziger Jahren entstand ein Steinbruch auf der Nordwestseite, und in den mittleren dreissiger Jahren ein solcher auf der Ostseite des Berges, von der Stadt Fulda betrieben. In dem letzteren habe ich hauptsächlich das Material für die geologische Bearbeitung dieses Terrains gesammelt. Wenn das Gefundene auch an sich eben nicht unbedeutend ist, so erregt es doch lebhaftes Bedauern, dafs von den Vorkommnissen des älteren Bruches gar nichts aufbewahrt worden*). Ohne Zweifel ist viel Wissenswerthes verloren gegangen, besonders aber mancher Stoff, der für die Zeolithbildung bedeutsam gewesen wäre, da dieses Mineral immer zunächst der Oberfläche des Basaltes vorkommt.

Der Grundbau der beiden Berge, der Muschelkalk und zum Theil der unterliegende Röth, wurde in den Jahren meiner Beobachtung neben natürlichen Felsblößen durch mehrere jetzt wieder verschüttete Steinbrüche aufgedeckt. Weitere Beiträge zur Kenntnifs des Muschelkalkes boten auch die Felsenkellerbauten am Horaser Weg und an der Leipziger Strafse dar. Der den Basalt und die genannten Flötze bedeckende Lehm war am Niesiger Wege durch einen Thonstich, an der Leipziger Strafse durch Fundamentgrabungen blofs gelegt und ist auch an anderen Stellen der Beobachtung zugänglich.

Das Land zwischen dem rheinischen Schiefergebirge und dem Thüringerwalde stieg zum Theil schon in der Bildungszeit des unteren Muschelkalkes aus dem Meere empor, nur zum Theil nach Vollendung des Muschelkalkes während der Ablagerung des Keupers.

Rings um den Rand dieses weiten Gebietes in zufälliger Vertheilung stiegen plutonische Gesteine auf, von eben so verschiedenem Alter, als ihre Zusammensetzung mannigfaltig abwechselt. Es gehören dahin, wie bekannt, Gruppen der Pyroxen- und Amphibol-Gesteine, die Familie der Granite, die Felsitporphyre u. a. Im Innern dieses Gebietes dagegen bewirkten die plutonischen Prozesse keinen Durchbruch. Aber offenbar haben einige dieser Gesteine, wenn auch in sehr tiefem Untergrunde, die Schichtenstellung der Flötze bedingt, was sich aus den Falten der Erdoberfläche und den Flötzverwerfungen, sowie aus den Einschlüssen plutonischer Gesteine im Basalte ergibt.

Lange nach dem Walten der plutonischen Kräfte, zur Zeit der tertiären Ablagerungen, wurde das bezeichnete Binnenland der Schauplatz vulkanischer Thätigkeit.

*) In der Sammlung der Universität Giefsen befinden sich, wie ich höre, Mineralien von diesen Fundstätten aus der früheren Zeit.

Der Kalvarienberg gehört zu ihrer vierten und letzten (?) Ausbruchperiode.

Von den großen Basaltverbreitungen des Vogelsberges bis zu der Röhn bildet der bunte Sandstein den geognostischen Unterbau der Gegend. In die muldenförmigen Vertiefungen desselben lagert sich der Röth, welchem in der Umgebung von Fulda eine Mulde von Muschelkalk eingelagert ist. Sie beginnt bei dem Dorfe Pilgerzell S.O. von Fulda und erstreckt sich in nordwestlicher Richtung $1\frac{1}{2}$ Stunden. Den südöstlichen Theil der Mulde bedecken die unteren Schichten des Keupers. Das Einfallen der Schichten in allen genannten Flötzbildungen ist regelmäsig von dem Rande gegen das Innere der Mulde gerichtet, obwohl der Zusammenhang des Schichtenbaues durch Hebungen auf vielfache Weise unterbrochen wird.

An dem nordwestlichen Rande der Mulde, auf der Grenze zwischen Muschelkalk und Röth, tritt der Basalt des Kalvarienberges und des Frauenberges hervor. *)

Nordwestlich der Stadt Fulda erhebt sich der Boden über die Sohle des Fuldathales in einer ziemlich scharf begrenzten Bergmasse. Ihre Grundfläche von ungefähr $\frac{1}{4}$ □ Meile Inhalt hat etwa die Gestalt eines Rhomboides, dessen kürzere Seiten in die Richtung N.O. gegen S.W. fallen, die längeren aber die Lage von N.W. zu S.O. einhalten. Von den ersteren fällt die westliche mit dem Westabhange des Kalvarienberges zusammen, die andere stimmt mit dem Verlauf des Weidesbaches überein. Die südliche der beiden letzteren erstreckt sich von Horas bis zur Ostseite, des Michaelsberges, die nördliche Begrenzungslinie liegt in der Richtung der tiefsten Bodeneinsenkung nordwärts von dem Frauenberg und ist weniger scharf ausgesprochen, als die anderen Grenzen, da nach dieser Weltgegend der Boden allmählig mit anderen Höhen verläuft.

Dieses Bergganze zerfällt sichtbar in drei Theile: der östlichste und niedrigste fällt von seinem höchsten Punkte, den neuen Anlagen, flach gegen N. und O., die südliche Seite desselben böschst steiler ab. Westlich reiht sich der mittlere Theil, der Frauenberg, an, welcher konisch etwa 120' über den vorigen emporsteigt. Der dritte und westliche Theil, der Kalvarienberg, überragt in seiner Höhe etwas den Frauenberg und verläuft mit diesem gegen Osten zu einem Zwillingskegel und fällt nach den anderen Seiten hin steil ab. Seine Gestalt zeigt im West-Ost-Durchschnitt ein parabolisches, in dem Süd-Nord-Durchschnitt ein kegelförmiges Profil.

Wohl liefs sich auch das Ganze als eine abgekürzte Pyramide betrachten, auf deren Hochfläche die beiden Kegel stehen.

Das Massiv, der Sohle des Fuldathales in der mittleren Meereshöhe von 800' aufgesetzt, erreicht nach den Arbeiten der Landesvermessung in dem den Spiegel der Fulda 211' überragenden Kalvarienberge eine Meereshöhe von 1061'.

Den Tiefgrund dieses Gebietes bildet zum größten Theile der Muschelkalk. Am Südabhange treten die Schichtenköpfe an der Thalsole mit nord-

*) Außerdem sind die Flötze noch an vielen Stellen in der Gegend des Rauschenberges, des Petersberges u. s. w. von dem Basalte durchbohrt.

westlichem Einfallen hervor, gehen alsdann steil in das entgegengesetzte, der Bergböschung entsprechende Fallen nach Süden über, wechseln weiter oben in flaches Ansteigen gegen Norden und nehmen in ihrem östlichen Verlaufe die horizontale Lage an, wie der Durchschnitt zeigt. Am Ostrande, entlang der Weidesbach, fällt der Muschelkalk ganz flach gegen Westen.

Der Basalt in dem Frauen- und Kalvarienberge durchbricht in südost-nordwestlicher Richtung diese Muschelkalkplatte in der Mitte ihrer Breite und zeigt nur unmittelbar an seinem Umfange Einfluß auf die Schichtenstellung.

So fallen die Schichten an der Südseite in der Falte zwischen den beiden Bergen nach Süd und Südwest, und an der Ostseite des Frauenberges hoch oben östlich ein. Nördlich und südlich zieht sich der Muschelkalk in den schwachen Vertiefungen des Zwillingskegels bis zur Sattelfläche hinan, hier aber wird er von Basaltgerölle bedeckt. Vergl. Durchschnitt II. Gegen Osten und Westen von dem Basalte eng begrenzt erscheint er wie ein von jenen eingezwängter und gehobener Flötzkeil.

Auf der Nordseite tritt der Röth unter dem Muschelkalke in beträchtlicher Erstreckung hervor, ist aber, wie dieser selbst, meist von Lehm bedeckt. An dem West- und Nordwest-Fufse berühren die bunten Mergelschichten unmittelbar den Basalt.

Der Muschelkalk bildet hier, wie überall in der Gegend zwischen dem Rhöngewirge und dem Vogelsberge, nur Lager von geringer Mächtigkeit, von wenigen Füssen bis zur Stärke von 50—80' wechselnd. Der stete Begleiter seiner tiefsten Schichten, der immer die Nähe des unterliegenden Röthes andeutende Bittermergelkalk (Flötzdolomitmergel) findet sich auch hier, wie überall im Saune jeder Verbreitung seiner untersten Lager; so am Südrande am s. g. Angel in der Vorstadt Hinterburg, am Ostrande in der Weides, wo der Röth selbst nur wenige Fuß tiefer auf der Nordseite der Schlucht zu Tage kommt, und auf den gegen Norden gelegenen Feldern.

Ein besonderer Begleiter des Muschelkalks fand sich auf den sehr erweiterten Nebenabsonderungen in den hier angelegten, bereits wieder verstorzten Kalkbrüchen, nämlich gelber Bolus; auch in dem Graben der neuen städtischen Brunnenleitung, vor dem Heerthore und an anderen mehr entlegenen Stellen kommt dieser Körper vor.

Ueber den ganzen Nordabhang, mit Ausnahme seines westlichen Theiles, verbreitet sich von dem Basalte herab basaltischer Lehm von 10—12' mittler Mächtigkeit.

An der Südwestseite des Kalvarienberges innerhalb des Dorfes Horas und seiner Gärten lagern sich zwischen die Basalttrümmer rhönische Diluvialgerölle, besonders aus Phonolith, Basalt und Sandstein bestehend.

Eine beträchtliche Zahl von Quellen entspringen um das kleine Gebiet, randlich vertheilt; auf der Südseite liegt eine Kette von ihnen, von denen einige als Trinkwasser sehr geschätzt sind, zum Theil eine über die mittlere Jahrestemperatur des Ortes hinausgehende Wärme haben und im Winter nie zufrieren. An der westlichen Seite befindet sich der in der Gegend sehr bekannte Bonifaciusbrunnen. Die Nord- und Ost-Seite, die Niesiger Wiesen und die Weides zeigen nur schwache Quellen.

Vorkommen und mechanische Bildung des älteren Basaltes.

Der Basalt des Kalvarienberges stimmt mit dem des Frauenberges in jeder Eigenschaft überein; und hierin, wie in der äusseren Gestaltung, erscheinen die beiden Kegelberge als Reste eines und desselben Stammes. Das Gestein hat den Normaltypus des eigentlichen Basaltes, als ein Gemenge aus dichtem Labradorit oder Saussurit und Augit, dem der accessorische Olivin und Magnet Eisenstein nicht fehlt.

Von einer speciellen petrographischen Beschreibung absehend zähle ich die Varietäten des Gesteins nur kurz auf, weil sich dieselben auf eine gewisse regelmässige, von seiner Genese bedingten Weise in die verschiedenen Theile des ganzen Baues, namentlich im Kalvarienberge verbreiten. Es kommt vor :

1) als eigentlicher Basalt; die Farbe und Structur ist die gewöhnliche; in der dunkeln Masse kommen hier und da wolkige Zeichnungen oder sphärische Aussonderungen von Saussurit vor.

Man unterscheidet :

a) gemeinen dichten Basalt,

b) körnig abgesonderten, der entweder versteckt körnig ist, oder sich deutlich als ein Aggregat rundlicher, unbestimmt eckiger, zuweilen weifs gefleckter Körner oft von geringem Zusammenhange beurkundet.

2) als erdiger Basalt, **Werner's** Wacke, im Ganzen von der gewöhnlichen Beschaffenheit; er ist oft porös und geflossen und einzelne Theile erinnern an die Stricklava, indem sie faden- und strickförmig in die Länge gezogen sind. Die herrschenden Farben sind grau, grün, leberbraun, zuweilen in fleckigen und wolkigen Zeichnungen in einander verflöfst. Der Zustand ist kein ursprünglicher, sondern aus Metamorphose hervorgegangen.

3) Als blasiger Basalt, nur selten frisch, so in einzelnen Fragmenten in den Anlagen an der Südseite des Kalvarienberges meist verwittert.

4) Als schlackiger Basalt, basaltische Lava, zum gröfseren Theile stark verwittert, die Blasenräume sind leer, oder mit Phillipsit, seltener mit Kalkspath überkleidet.

5) In einzelnen seltenen Fragmenten als schwammiger Basalt, ganz zer setzt, oft sind die Blasen mit den anderen, weiter unten aufgezählten Verwitterungserzeugnissen ausgekleidet.

6) In der Abänderung des Basaltmandelsteins; die Mandeln bestehen theils aus Phillipsit, theils aus Kalkspath; in den verwitterten, der Wacke vollkommen gleichenden Massen, sind die Drusenräume mit Speckstein, auch wohl mit Thon und Bolus ausgefüllt.

Zu diesen Gesteinen tritt noch ein ganz lockerer Basalttuff, von grauen, braunen und dunkeln, ins Schwarze übergehenden Farben.

Zuletzt reihet sich auch noch ein festbindender, meist unplastischer, eisenschüssiger Thon an, der zu den Basaltausbrüchen vielleicht die Stellung einnahm, wie die Moya in den noch thätigen Vulkanen Südamerikas zu der aufsteigenden Lava, oder auch wohl nur als eine Metamorphose des Basaltes

zu betrachten ist; u. s. w. Er ist von rothen und braunen Farben, zum Theil schwach glänzend, oft fettig anzufühlen.

Aus diesem Material entstand der Bau des Frauen- und Kalvarienberges in einer Gestalt, die ursprünglich, vor dem Einwirken der zerstörenden Atmosphären, von der gegenwärtigen sehr abwich.

Die gesammten Structurverhältnisse stehen mit wichtigen geologischen Fragen in naher Verbindung, und die Beobachtung darf daher an keiner Thatsache vorübergehen, welche das Steingefüge im Kleinen oder im Großen aufweist. Sie ertheilen Aufschlüsse über die Einwirkung der gemeinen Anziehung auf die Mineralmasse im feurigen Flusse*), mag dieselbe den äusseren Aggregatzustand des Gesteins im Allgemeinen, oder die krystallinischen Gestalten der Mineralarten im Besonderen berühren, und schreiben nicht allein den Gang der Verwitterung durch das Gestein hindurch vor, sondern bestimmen sogar die Natur der neu entstehenden, sehr verschiedenartigen Fossilien, je nachdem die Zersetzung das Gestein an der Oberfläche, oder an verschiedenen Oertlichkeiten im Inneren umändert.**)

Das Massiv des Kalvarienberges in seinem Aeußeren, wie schon angedeutet wurde zwischen der Form des Kegels und eines Paraboloides schwankend, ist im Inneren größeren Theils aus regelmäßigen Säulen construiert, welche 3 — 6 Seitenflächen haben. Im Großen entspricht ihre Stellung der äusseren Bergcontour, indem sie allenthalben von dem Mantel des Berges aus gegen das Innere stark geneigt sind und gegen die Mitte des Berges convergiren. Man beobachtet dieß in dem Steinbruche an der Nordseite, vorzüglich in dem auf der Ostseite befindlichen, jetzt verlassenen und endlich auch in dem auf der Südseite neu eröffneten Basaltbruche.

Außerdem zeigen noch einige natürliche Felsblößen auf der Süd- und West-Seite diese Neigung der Säulen. In der Mitte des Berges, freilich nur an dem Gipfel unter der Kreuzigung aufgeschlossen, stehen die Säulen senkrecht. Allein an der letzten Stelle erscheinen sie als Prismen mit graden Seitenflächen und werden von senkrecht gegen die Achsen gerichteten Klüften, deren Verticalentfernung von einem Fusse bis vier Fuße wechseln, in kürzere oder längere Glieder zerlegt.

An den anderen Orten bilden die Seitenflächen sehr oft Undulationen, indem sie sich gewöhnlich von der Mitte eines Säulengliedes gegen die beiden Enden zusammenziehen, so daß sich das Basaltstück unten und oben verjüngt. Der auf diese Weise begrenzte Körper wird zuweilen wieder zu einer graden Säule ergänzt, wenn auf jede der verjüngten Seitenflächen als Grundfläche ein tetraëdischer oder pyramidalen Körper eine Ecke bildend

*) Diese Kraft wirkt überall in gleicher Weise, sobald der Körper in flüssigem Zustand ist, mag die den letzteren bedingende Temperatur dem in der Atmosphäre gewöhnlichen Wärmegrad gleichstehen, oder jeden möglichen Gluthgrad erreichen. Metall-Tropfen oder Kugeln, Glastropfen, die Glasbereitung, die Schlacken, die Laven und besonders die vulkanischen Bomben, der Wassertropfen, zeugen hiervon unzweideutig.

**) Hierdurch soll keineswegs die Krystallisationstendenz mit der gemeinen Anziehung identificirt werden, wenn auch letztere als Cohäsion und Adhäsion der ersteren den Wirkungskreis eröffnet.

sich als Ergänzung anlegt. Eben so oft hat aber auch folgendes Verhältniß statt. Drei oder mehr Säulen umschließen einen Raum, dessen Mitte und größte Querdimension in die Gegend fällt, wo die Köpfe ihrer Glieder an einander stoßen; von hier aus setzt sich derselbe nach den entgegengesetzten Seiten als Doppelpyramide fort, bis die Spitzen da auskeilen, wo die eben beschriebenen umgrenzenden Körper in ihrem Aequator zusammenstoßen.

Solche bipyramidale Räume werden von Basaltkörpern ausgefüllt, welche von dem oberen bis zu dem unteren Ende Zerklüftungen in die Quere erleiden. Seltener kommt in einer Säule zwischen zwei aufeinander folgenden Gliedern ein leerer Raum vor. Die Säulen und die Zwischenstücke schließen mit ihren Seitenflächen dicht aneinander, oder sie sind durch leere oder mit secundären Fossilien gefüllte Zwischenräume von einander getrennt.

Die Structur des Basaltes ändert nun sehr ab, je nach den verschiedenen Stellen, die er in den Säulen, ihren Gliedern und in den Zwischenlagen einnimmt.

In der Mitte eines Säulengliedes besitzt der Basalt meist eine dichte, gleichmäßige Structur und größere Festigkeit, gegen das Ende wird die erstere anfangs versteckt körnig und geht dann in deutlich abgesonderte, rundliche, unbestimmt eckige, oft nur locker mit einander verbundene Körner über; mit diesem Structurwechsel nimmt die Cohäsion des Gesteines immer ab.

Die Klüfte durchsetzen die Masse bei weitem der größeren Zahl nach rechtwinkelig gegen die Längenrichtung, weniger in dieser selbst und noch seltener transversal, auch spalten die Basalte in den beiden ersten Richtungen leichter, als transversal. Kürzere Säulenglieder und die umschlossenen Körper zwischen den Säulen haben wohl alle körnige Structur und geringere Cohäsion.

Ueber den in Säulen gegliederten Kern des Berges legt sich an vielen Stellen, in dem neuen städtischen Steinbruche, auf der kleinen Hochplatte des Gipfels, zumal auf der Westseite desselben, auf dem von dieser in westlicher Richtung bis zum Fusse niederziehenden Rücken und in einigen oberflächlichen Schürfen auf dem Nordostabhang eine 6—10' mächtige, unregelmäßig zerklüftete Decke.

Da, wo die Säulen ihr sich nähern, zerspalten sie nach oben in unregelmäßig prismatische und platte Stücke, die sich mit ihren größeren Dimensionen concentrisch zur Oberfläche des Berges stellen, oder in dieselbe als Bestandtheil einlegen.*)

Diese Lage umschließt das Innere mit Unterbrechungen und fehlt namentlich an einigen Stellen des Süd- und Südwest-Abhanges und nahe dem Gipfel.

Die obwaltenden Verhältnisse rechtfertigen daher die Annahme, daß sie den gesammten Bergkern ehemals wie ein in concentrische Schalen zerspalter Panzer überkleidete, der aber im Verlaufe der Zeit zum größeren Theil zersetzt und hier und da bis zur Enthlösung des inneren Säulenkernes

*) Man könnte diese Art der Verbindung der Decke und der Säulen mit dem Verlaufe eines Baumstammes in den Wurzelstock vergleichen.

fortgeführt wurde. Der Inhalt dieser Decke ist vorherrschend körniger, weniger anders geformter Basalt. Aufwärts zerklüftet sie regellos und nimmt die mannigfaltigsten Structuren an.

Mit dieser Erscheinung stehen gangförmige Körper in naher Beziehung, welche die beschriebene Umfassung in der Richtung von innen nach der Atmosphäre radial durchsetzen; sie enden hier im allgemeinen Berggerölle, dort kommen sie nur zwischen den äusseren Säulen vor, während sie weiter nach dem Inneren zwischen den Säulen verschwinden. Diese Gänge sind regellos zerklüftet, doch zerspalten sie auch wohl in säulenartige Partien, deren Längsrichtung rechtwinkelig gegen die Saalbänder gerichtet ist.

Auf diese Hülle folgt nach aussen eine mehr verbandlose, zertrümmerte Lage von der oben erwähnten Wacke, grossen Theils concentrisch schalig abgesondert. Die Bruchstücke legen sich mit den gröfseren Dimensionen platt auf die eben bezeichnete Unterlage und bilden so wenig regelmässige, im Sinne der Unterlage gekrümmte Schichten. Nur in dem mehr erwähnten neuen Steinbruch ist sie der Beobachtung zugänglich; einzelne Stücke auf dem Südbhange hoch oben in der Kirschenanlage und zwischen der Kreuzigung und dem alten städtischen Steinbruch lassen vermuthen, dafs dieses Gestein auch hier vorkam, ursprünglich den ganzen Fels einhüllte und wie das vorige im Laufe der Zeit der Zerstörung verfiel und verschwand. Es bildet eine zweite, äufsere, mandelförmige Einhüllung des Berginnern.

Ein lockeres Getrümmer von vielfältig zerbrochenen, zerriebenen und zersprengten Fragmenten der blasigen, schlackigen und schwammigen Basaltabänderungen, denen sich seltener Basaltmandelstein beimeugt, überlagert nun wieder hier und da den zweiten, wackeartigen Ueberzug des Basaltes; an wenigen Stellen bewirken die von der Witterung ausgeschiedenen Stoffe in ihm einen gröfseren Zusammenhang der Theile. Nach unten vermengt es sich mit der Wacke.

Nur in dem neuen Steinbruche habe ich diese Kruste als eine zusammenhängende anstehende Masse in geschlossener, ursprünglicher Lagerung beobachtet; in dem alten mehr erwähnten städtischen Steinbruche gehen die Basaltsäulen zu Tage, oder enden in der zerklüfteten Basaltdecke, und der nördlich gelegene Bruch bewegt sich unter einem früheren Abbau hinweg. Ausserdem findet man zuweilen in dem Getrümmer auf der Südseite des Berggipfels blasige und schlackige Fragmente.

Ob die verschiedenen Schalen in regelmässiger Ueberlagerung den ganzen Berg umschlossen haben, läfst sich nicht bestimmen, zumal sie jetzt nur hier und da als der Zerstörung entgangene Ueberreste früherer ausgedehnterer Bildungen erscheinen.

Ueber den geschilderten Gebilden lagert ein Gürtel von zersetztem Gestein, der aus ihnen hervorging und sich bis zu verschiedener Tiefe in dieselben oder bis in die Säulen einsenkt. Darauf ruhet das Tagegerölle und die Ackererde.

Der Fufs des Kalvarienberges hat eine sehr viel flachere Böschung, als die höheren Gehänge. Die Abweichung im Neigungswinkel der Oberfläche

läßt schon in der Ferne eine Gesteinverschiedenheit errathen. Der beschriebene Thon umlagert da nach drei Seiten den Basalt. *)

In ihm findet man Blöcke und Stücke der meisten Gesteinvarietäten des Kalvarienberges eingehüllt. Wahrscheinlich umschließt er die untersten Theile der oben beschriebenen Schlackenkruste, da diese ihren Weg durch den schon früher aus der Erde geflossenen und um die Durchbruchsöffnung verbreiteten Schlamm nehmen mußte, oder ruhet auf ihr, soweit er überhaupt mit dem Basalt massiv in Berührung kommt; aufgeschlossen war die Ueberlagerung nur in dem erwähnten neuen Steinbruch. Abwärts überlagert er den Muschelkalk, und oberhalb des Bonifaciusbrunnens an der Nordwestseite den Röth.

Ueber alle die geschilderten Massen hinweg verbreitet sich von dem Gipfel abwärts bis zum Fusse lockeres, aus der Verwitterung der Bergkruste hervorgegangenes Geröll, vermengt oder bedeckt mit Ackererde. Auf der Westseite zieht es weit hinab bis an das Dorf Horas. Im Nordosten verläuft es in schwer zu bestimmende Grenzl意思inien mit dem basaltischen Lehm.

Den sämtlichen aufgezählten Bestandtheilen des Kalvarienberges sind zahlreiche Bruchstücke aus den durchbrochenen Sedimentbildungen und von vielen plutonischen Gesteinen eingeknetet oder eingemengt.

Als der Eingang zu dem Felsenkeller am unteren Weg nach Horas gegraben wurde, sah man auf den Klüften in dem Kalksteine verbandlose Stücke von lockerem Basaltconglomerat, zwischen diesem Punkt und dem nächsten, etwa 600 Schritte entfernten Basalt wird die Oberfläche des Terrains allein von Muschelkalk gebildet. Bei der gegenwärtigen Bodengestaltung kann aus der Region des Kalvarienberger und Frauenberger Basaltes kein Gestein nach jener Gegend hinabgleiten. Das Gestein hat sich daher wohl anfangs von dem höher stehenden Basalte bis hierhin ausgedehnt; und man erkennt daraus, welche Volumveränderung das gesamte ausgeworfene Material im Verlaufe der Zeit erlitten haben mag. Außerdem mengen sich zerstreute Parteen von diesem Conglomerate auf der Nordostseite in der Nähe des Pulverhauses am Niesiger Weg und sonst noch hin und wieder in den Lehm und das Gerölle.

Das Lagerungsverhältniß des Lehms zu dem Basalte und dem Muschelkalk an dem Nordostfusse ergibt sich aus seiner ohne Unterbrechung noch fortdauernden Entstehung aus dem ersteren Gesteine.

Ans diesen Beobachtungen, aus der oben beschriebenen Gestalt des Berges und der Analogie der in der geschichtlichen Zeit entstandenen vulkanischen Berge, und der Aehnlichkeit mit vielen Erscheinungen anderer Basalte in Hessen und in den verschiedensten Gegenden der Erde erkennt der Geolog, unter welchen Umständen der Basalt hier der Tiefe entstieg. Der Gesamterhebung ging voraus der Ausbruch des Thones in nassem Zustande und seine Auflagerung auf die Sedimentbildungen, später verbreitete sich über diesen hinweg ein mächtiges Aggregat, theils aus Reibungsgetrümmer des aufsteigenden, schon gefesteten Basaltes, theils der zerbrochenen sedimentären

*) Er lagert in besonders mächtiger Entwicklung an dem Fusse und den Seitengehängen der Basalte in der Gegend von Homberg, auch findet er sich in anderen Gegenden von Hessen, auf der Rhön u. s. w.

Formationen bestehend, und in diesem erhob sich der feurig-flüssige Basalt in einem Schlackendaum*) bis zu seiner gegenwärtigen Höhe, welche er ohne äußere Umwallung nicht erreicht hätte, da die schwache noch vorhandene Erstarrungsrinde dem Seitendruck des flüssigen Basaltes und seinem Abflusse keinen genügenden Widerstand leisten konnte.

Als nun durch die inneren Druckkräfte der feurig-flüssige Basalt zu Tage stieg, erfolgte durch Berührung mit der Atmosphäre oder den festen Reibungsmassen, welche bereits erkaltet waren, oder mindestens eine sehr viel niedere Temperatur hatten, eine Abkühlung, wodurch die Masse weniger flüssig, zäher wurde, und daher die aus der Tiefe aufsteigenden Gasblasen nicht mehr in die Atmosphäre entweichen liefs. Es entstanden auf diese Weise bei dem späteren gänzlichen Erstarren die porösen Abänderungen des Basalts, die sehr viele, vorzugsweise kleine, oft ganz feine Blasen enthalten. Kaum erkaltet oder noch im Festwerden begriffen, wurden sie von der nachdringenden flüssigen Materie nach allen Richtungen zersprengt und seitwärts geschoben, oder schwimmend in die Höhe getragen, da sie durch die vielen Poren und die krystallinische Tendenz der Moleküle specifisch leichter waren, als die feurige Flüssigkeit.

Dieser Vorgang in gleichzeitig gestehenden und dann wieder zerberstenden Theilen des werdenden Massives und ihre Wiederverkittung**) durch nachdringende Schlacke dauerte so lange fort, als Basalt aus der Tiefe empordrang.

Jüngerer Basalt.

Der jüngere Basalt weicht von dem älteren in der Art des Gemenges, in der Structur und in dem Bau im Grofsen wesentlich ab; noch auffallender ist der Unterschied im ganzen Verlauf der Zersetzung beider Gesteine und die Verschiedenheit, welche die hervorgehenden Mineralkörper zeigen.

Im Zustand der gröfsten ihm eigenen Frische***) und Dichte kommt das Gestein nur in einer Abänderung, nämlich in einer halb glasigen vor.

Die äußere Erstarrungsrinde dieses beispieldlos rasch verwitternden Gesteines mochte in all ihren porösen Varietäten wohl in sehr kurzer Zeit spurlos verschwunden sein. Im frischesten Zustand sieht man auf dem ebenen und flach muscheligen, schwach glas- oder fettglänzenden Bruch nur selten Verschiedenartiges; der Stein ist anscheinend vollkommen homogen und die basaltische Masse umschließt von sichtbar verschiedenen Gemengen nur Olivin, sehr vereinzelte Augite und Bruchstücke fremder Gesteine.

Nur das geübte Auge nimmt auf dem feinen gleichmäfsigen Bruch eine sehr versteckte Neigung zur körnigen Structur wahr, letztere wandelt sich

*) Etwa wie die Form ein Gufsstück einschließt.

**) Auf solche Weise entstandene Trümmerbasalte weist die Rhön an verschiedenen Stellen sehr characteristisch auf.

***) Dieses Wort soll keineswegs einen ursprünglichen Zustand des Gesteins andeuten, sondern nur die gegenwärtige Beschaffenheit, worin es als scheinbar homogene Masse vorkommt.

durch die Verwitterung rasch in das körnige Gefüge, und später in ein lockeres Aggregat von rundlichen und unbestimmt eckigen Körnern um, welche sich oft wieder in schalig-elliptisch oder sphärisch-schalige Ablösungen zusammenschaaren. Der ebene Bruch geht entsprechend der fortschreitenden Verwitterung, in einen solchen über, den ich nicht bestimmter, als durch das Wort stralig und stengelig zu bezeichnen vermag, alsdann in den körnigen. Mit dem Erscheinen des letzteren Bruches kommen auch fleckige Zeichnungen vor, indem hellere Farbenzonen dunklere Mittelpunkte umgeben. Bei fortschreitender Auflösung geht die Farbe des Gesteins in ein schmutziges, in's Weißse spielende Lehmgelb über, zugleich wird der Bruch und die Masse durch und durch erdig.

Die Structur dieses jüngeren Gesteins im Großen ist von seiner Berührung mit dem älteren Gesteine abhängig, und wird eben erst in eigenster Gestalt aus der Stellung, die es zu diesem einnimmt, erkannt, und ändert ab, je nachdem die spätere Bildung an die frühere angelehnt, oder in Spalten der letzteren eingepreßt erscheint.

Betrachtet man den Kalvarienberg von ferne, etwa von der südwärts gelegenen Maberzeller Strafe, so bemerkt man an dem Ostfusse eine wulstige Erhöhung, welche das in der eben geschilderten Weise konisch abfallende Massiv des älteren Gesteines auf die Erstreckung von etwa einem Viertel der Peripherie umgiebt und sich gegen die Oberfläche desselben fremdartig abböscht und bis zum dritten Theil der Höhe erhebt, welche der Kalvarienberg über der Sohle der Einsenkung zwischen ihm und dem Frauenberg erreicht.

An Ort und Stelle selbst erkennt man das so eben kurz geschilderte Gestein, und beobachtet, wenn man dem Verlaufe des ehemaligen städtischen Steinbruches von Osten gegen Westen folgt, wie dasselbe theils den Säulen des älteren Basaltes anlagert, oder an einer von Südwest gegen Nordost verlaufenden verticalen Kluft jäh absetzt und auf der Nordseite des erwähnten Bruches als Gangkörper von 15—20 Fufs Mächtigkeit in der Richtung Ost*) gegen West spaltend in das Massiv jenes Gesteines fast bis zur Achse des Kegelberges dringt und von hier unter einem scharf ausgesprochenen rechten Winkel mit auf etwa 8' verminderter Mächtigkeit gegen Norden umlegt.

Am Ende des letzteren Zuges gewinnt das Gestein, gegen Osten in das Freie absinkend und den älteren Boden überlagernd, wieder bedeutende Ausdehnung, während es an der Westseite vertical gegen die durchbrochenen Säulen absetzt. An einzelnen Stellen erschürfte man das ältere durchsetzte Gestein erst, nachdem das überliegende neuere Gestein zum Theil in ansehnlicher Stärke hinweggeräumt worden war. Unverkennbar waren hier viele Bruchstücke des älteren Gesteines in das neuere eingeschlossen, welches allenthalben fremdartig an denselben absetzte. In besonders ausgezeichneter Weise grenzte sich ein etwa zwei Kubikruthen haltendes Bruchstück von

*) Ein Schurf auf Pflastersteine an der Westseite des Berggipfels zeigte eine offene Spalte, welche genau als eine Fortsetzung von diesem Theile der Gangspalte erkannt wurde.

Säulenbasalt in dem Ostwestzweig dieses Basaltganges, mit seiner Länge in das Gangstreichen fallend, gegen die einhüllende Masse ab. An mehreren Stellen verbreitet sich das neuere Gestein, wie schon aus dem eben Gesagten hervorgeht, von der Gangspalte seitwärts und vereinigt sich, östlich und nordöstlich abfallend, über das ältere Gestein hinweg, mit seinen schon erwähnten tiefer gelegenen Theilen.*)

Nach dieser Stellung und beziehungsweise Auflagerung des neueren Gesteins gegenüber dem älteren ändert die Structur entschieden ab. Da, wo der jüngere Basalt über den älteren hinweggeflossen ist, hat er eine plattenförmige Structur, conform der Begrenzung des Säulenbasaltes, angenommen, indem sich Lager auf Lager von quadratischen oder rechtwinkligen Platten (niedrige rechtwinklige Parallelopipede) schichtet, bis die einzelnen Körper nahe der Ackererde durch Verwitterung die Gestalt flacher Ellipsoide annehmen. Die unmittelbar auf der älteren Grundlage ruhenden Platten sind viel stärker, fast quaderförmig, in Folge der kräftigen Adhäsion und Massenanziehung der schon früher vorhandenen Sohle gegen die weiche erstarrende Lava und wohl auch des Druckes der höher liegenden eigenen Theile. An den Stellen senkrechter Berührung reihen sich die beschriebenen Körper zu senkrecht gegen die scheidende Ebene gerichteten Säulen aneinander. Dasselbe fand auch in der erwähnten Gangspalte in ähnlicher Weise statt, die Säulenschäfte erschienen daselbst senkrecht gegen die beiden Saalbänder gerichtet, sie berührten indessen nur an dem nördlichen den durchbrochenen Basalt, zwischen dem südlichen Saalband und der Ebene, in welcher auf dieser Seite die vierseitigen Prismen endeten, befand sich eine im Mittel zwei Fufs mächtige, an mehreren Stellen in vulkanische Asche übergehende Wand von ganz aufgelöster erdiger Beschaffenheit, deren Mitte zerbröckelnde, höchst poröse Kugeln eines wackeartigen Gesteines bildeten.

Blasenräume sind ausserdem nur wenige vorhanden und gewöhnlich von sehr kleinen Dimensionen, nicht selten mit geschmolzener Wandung.

An Einschlüssen fremder Gesteine ist dieses jüngere Gebilde fast eben so reich wie der ältere Basalt, und es sind diese vorzugsweise auf den Scheidungen beider Gesteine angehäuft, dagegen umschließt es nur wenige von den Zersetzungsproducten, welche in letzterem vorkommen.

Die frischen Abänderungen finden sich nur tief unter der Oberfläche, da alle dem Tage nahen Theile gänzliche Auflösung in ein lockeres Haufwerk gerundeter und unbestimmt eckiger Körner, Erde und Lehm erlitten haben. Im

*) Die Saalbänder des Ganges und die Berührungsflächen im älteren Basalte zeigen ganz die Beschaffenheit der sog. Rutschflächen, Furchen und Reifen in der Richtung von unten nach oben, und auf den beiden Ablösungsflächen spiegelglatte Politur.

Mit den Hauptbegränzungsflächen parallel setzten im Gange und an einigen Stellen auch im älteren Basalte Risse und Verschiebungsklüfte auf, diese waren durchgehend mit kaolinartigen Bildungen, weissem Speckstein und der später noch erwähnt werdenden seifensteinartigen Substanz ausgekleidet; in denselben zeichneten Eisen und Mangan, wie so oft, Dendriten ein. Besonders sprang die Neigung des jüngeren Gesteines zur Bildung der erwähnten talkerdehaltigen Fossilien in die Augen.

Inneren nimmt die Verwitterung einen ganz verschiedenen Gang, zumal auf den oben beschriebenen Berührungsflächen der beiden Gesteine.

Aus dem wechselseitigen Verhalten der beiden Gesteine folgt, daß wohl geraume Zeit nach dem Aufsteigen des älteren Gesteins die spätere Lava auf der Grenze zwischen der Ostseite des älteren Massivs und den sedimentären Gesteinen empordrang, den Gipfel des bestehenden Berges spaltete und die entstandenen Klüfte zum Theil leer liefs, zum Theil ausfüllte, dann überquoll und mit der nördlich aufsteigenden Lava wieder zusammenfloß. Die Lava mußte bei diesem Vorgange, wie die Beschaffenheit dieses Gesteins andeutet, in einem sehr dünnflüssigen Zustande sein.

Die Trümmer und Reibungsaggregate, welche durch diesen Vorgang entstanden, sind, wie in so vielen Fällen, bis auf wenige Spuren verschwunden.

Chemische Umwandlung des Gesteines.

Der Felsbau des Kalvarienberges, durch das Aufsteigen des in späterer Zeit und in abweichenden Eigenschaften nachdrängenden jüngeren Gesteines vollendet, wurde der Schauplatz und das Material für umgestaltende chemische Prozesse. Er verfiel, noch in seiner Vollendung begriffen, schon der Wiederauflösung, wie jede Erscheinung der äusseren Natur. Die atmosphärischen Wasser, außen das lockere Haufwerk der Umwallung wegschwemmend, drangen in das Massiv ein, indem sie sich zum Theil in offenen Klüften oder in ringsum abgeschlossenen Drusen sammelten, daneben aber auch, wie schon angedeutet, auf hygroscopischem Wege das innerste Gestein durchdrangen. Nur so weit die Atmosphäre ihren Einfluß ausübt, trocknet das Gestein periodisch; bricht man in den Grund ein, so zeigt sich das Gestein jeder Zeit naß und triefend und birgt so viel Wasser, als der Raum gestattet.

Die erste Art des Vorhandenseins des Wassers ist die allgemeine im Inneren aller Gesteine, gegen die letztere verschleißt sich eine beträchtliche Zahl der Gebirgsarten, als dichter reiner Kalkstein, manche Kieselgesteine, die eruptiven Gläser, und noch andere, zu welchen vorzüglich solche gehören, welche, wie die genannten Massen, keine Innenkrystallisation, keine Blättergefüge u. s. w. haben.

Die Materie, nach Individualisirung strebend, reißt sich allenthalben aus der Continuität los, wenn diese überhaupt irgendwo im Stoffe existirt, sobald nicht mechanische Hindernisse, wie etwa in einem rasch abkühlenden Glase, entgegen treten; jedes Atom strebt für sich ein begrenztes Dasein an und trägt so, in Folge der krystallinischen und allgemeinen Individualisirung neben andere Partikeln der eigenen Substanz oder eines anderen Gemengtheiles tretend, die Zwischenräume und Poren in das Gestein, bis zur äußersten Grenze der Theilbarkeit. Selbst das Innere der beiden Gemengtheile des Basaltes bildet, wie alle Körper mit innerer Krystallisation, ein Irrsaal von Haarröhrchen*) zwischen und in den krystallinischen Atomen, deren umschließende

*) Blätterdurchgängen, z. Th.

Wandungen mit einander verbunden zu einer Fläche von unendlicher Größe anwachsen.

Diese Vorstellung giebt den Maßstab für die Beurtheilung der großen Summe der Adhäsionskraft, welche aus so unendlich vielen Momenten zusammentritt, und der Gewalt, mit welcher der Basalt das Wasser durch Capillarität, wie alle porösen, durch dasselbe netzbaren Körper, in sein eigenes Gefüge einpreßt. *) Das bekannte Verhalten des Wassers in Temperaturen über 0° zumal, die **Leidenfrost'sche** Erscheinung beweist, bis zu welchem Grade die Außenfläche des Basaltes und die ihr nahe liegenden Theile abkühlten, ehe das Wasser in dem tropfbar-flüssigen Zustande in ihm verharren konnte. **) Von diesem hängt jedenfalls die überwiegende Thätigkeit des Wassers ab, da wohl der Basalt von vorne herein keine wesentlichen Bestandtheile enthielt, welche durch gasförmiges Wasser zersetzt werden konnten; ehe der flüssige Aggregatzustand ein bleibender war, konnte die Wirkung des rasch versiedenden Wassers hauptsächlich nur eine mechanische, sprengende und wenig eingreifende, chemische sein.

Erst bei Eintritt des Dunstzustandes konnte hier und da ein heißes Wasseratom die Thätigkeit beginnen, und wohl nur ganz allmählig zog das Wasser in die Rinde des Gesteines ein, und erhielt sich lange in einer der Siedehitze nahen Temperatur, da die tiefer hinabdringende Flüssigkeit die höhere erwärmte, indem sie als Wasserluft oder als Gas oft zur Oberfläche wieder zurückkehrte und hier durch Wärmeausscheidung die Temperaturverminderung ausglich. In diese Periode fällt nun gewiss die Umbildung der ***) durchweg angewitterten, porösen lockeren Trümmer und der den Basalt in concentrischen Schalen umgebenden, oben erwähnten Tuffe und Wacke, die erste Metamorphose des Basaltes durch heißes Wasser. Gegen das Innere des Berges geht die Wacke allmählig in Basalt über und ihre Bildung schloß ab, als die Wärme im Felskern unter 100° C. allmählig zu der Erd- und Atmosphärentemperatur hinabfiel.

Von hier nach Innen war die Umwandlung des Gesteines wohl die heute noch vorkommende, ganz andere Producte erzeugende. Während das Gestein nach seiner ganzen Ausdehnung sich allmählig wie ein Schwamm voll Wasser saugte, nahm die Zersetzung zugleich einen anderen Character an, da die Luft sammt ihren Nebenbestandtheilen, nicht mehr von dem erkalteten Wasser fern gehalten, mit ihm in die kleinsten Theilchen eindrang.

*) Ob der Stoff absolut dicht ist, oder nicht, und ob die Porosität nur in dem Abstände der Atome ihren Ursprung hat, läßt sich wohl nie bestimmen; so weit man die Erscheinung verfolgen kann, sind die Poren Räume zwischen den Individuen der Materie. Freilich hängt von der Entscheidung dieser Frage am Ende wenig ab.

**) Auch ursprünglich kann Wasser, und zwar stöchiometrisch in der Mischung der Gemengtheile, oder in Durchflözung vorhanden gewesen sein, da Wasserstoff und Sauerstoff in ihrer chemischen Vereinigung so hohe Gluthgrade erzeugen.

***) Daß hier nicht von Einwirkung der sonst vulkanische Ausbrüche begleitenden Gasen geredet werden kann, bedarf nicht erst der Erwähnung.

Die Veränderungen vor diesem Stadium konnten nur auflösende, auslaugende, hydratisirende, umsetzende in dem vorhandenen Material sein*), während bei den späteren durch Hinzutreten neuen Stoffes aufser dem Wasser, nämlich Sauerstoff und Kohlensäure, noch neue Ausscheidungen und Verbindungen, Hydrate, Carbonate und Zeolithe hervorgingen, welchen Vorgängen die letzte Umgestaltung in der Bildung der Thonfossilien und des Lehmies folgten.

Ueber die anfänglichen Vorgänge in der Verwitterung kann man wohl nur wenig vermuthen, so viel stellt sich aber sicher heraus, eine Abschließung des Inneren von den peripherischen Theilen gegen einplätschernde Tagewasser und die eindringenden Temperaturwechsel aus der Atmosphäre geschah, da hier sich die Gesteinspalten bald mit mechanischen Trümmern und chemischen Ausscheidungen erfüllten, durch welche die Agentien der Atmosphäre nur noch auf dem Wege der Capillarität mit dem Inneren in Berührung traten.

Die vorhandenen Erzeugnisse der Umwandlung, mehr oder weniger von den geschilderten Structurverhältnissen bedingt, sind nun verschieden, je nachdem sie an der Oberfläche, unter geringer oder starker Bedeckung, am Rande oder im Inneren, in Drusen oder auf Klüften im Gestein, oder auch auf der Berührung der Säulen entstehen.

Das Gefrieren drang, nachdem die Außenseiten des Gesteines etwas geschlossen waren und da die Temperaturverhältnisse der Atmosphäre nicht wesentlich von den heutigen verschieden waren, wohl kaum über sechs Fufs tief ein, und so weit ungefähr reicht auch heute die oberflächliche Verwitterungszone. In diese legt sich eine zweite Region der Zersetzung ein, etwa so weit nach Innen schreitend, als die eindringenden Meteorwasser eine Schwankung in der jährlichen Wärme des Bodens 28—32° von der Oberfläche einwärts und einen veränderlichen Feuchtigkeitszustand bewirken.

Die dritte Oertlichkeit der chemischen Thätigkeit ist der Kern von jenen concentrischen Schalen, in ihr bleibt die Temperatur und der Wasserstand sich im Allgemeinen gleich.

Die Verschiedenheit der Producte der ersten und zweiten Zone ist ziemlich klar ausgesprochen, zwischen letzterer und dem mittleren Kreise schwanken dagegen die Grenzen beträchtlich.

Den bezeichneten drei Kreisen gegenüber nehmen noch die Massen auf den Felsblöfen und die auf den Aeckern zusammengelesenen Blöcke eine besondere Stellung ein. Hier erscheinen die Zersetzungsphänomene am einfachsten, die Betrachtung derselben möge daher als Einleitung vorangehen.

In den lose auf den Aeckern verbreiteten oder zusammengetragenen Steinen, namentlich in denen, welche auf anderen liegend ringsum fast ganz frei sind und nur in einzelnen Punkten die Unterlage berühren, kann stagni-

*) Diese erste Metamorphose scheint das Gestein als Wacke sogar gegen weitere oder gänzliche Zersetzung unzugänglicher gemacht zu haben, als es der von ihr unberührte Basalt ist. Besonders interessant wäre die Bestimmung der Rolle des Eisenoxyduls und seiner Silicatverbindungen durch Analyse, welche Einfluss auf die oft vorkommenden dunkelgrünen Farben haben.

rendes Wasser nicht continuirlich die Gemengtheile des Basaltes durchdringen, nur Regen und schmelzender Schnee führen es unmittelbar in dieselbe ein, wo es die Mitte der Bruchstücke nur durch Capillarität erreicht und äußerlich wieder durch die Luft und Insolation rasch verdunstet.

In den durchfeuchteten Steinen aber kann die innere Nässe nur kurze Zeit bestehen, da bei äußerer Verdunstung das Wasser in gleichem Schritte aus der Mitte nach der Oberfläche zieht und der Block bald wieder durchweg lufttrocken wird. *) Die zerstörenden Wasser erstrecken daher ihre Thätigkeit meist nur auf die Oberfläche und eine wenige Linien betragende Tiefe. Die rasche Verdunstung und die Sprengkraft des krystallisirenden Eises schälen die Oberfläche immer wieder ab, jedes Jahr ist die Oberfläche eine neue. Noch mehr vielleicht lockert die Volumvergrößerung durch Zutritt der Kohlensäure, des flüssigen Wassers und des Sauerstoffes bei Carbonatbildungen, Hydratisirungen der Basen und höherer Oxydation der Eisen- und Mangan-Oxydule die Masse auf, indem diese Prozesse vorzüglich Olivin und Augit rasch umwandeln, welche Körper Vertiefungen von gerundeter oder unregelter Gestalt hinterlassend bis auf die zurückbleibende rostbraune Färbung gänzlich von der Oberfläche des Gesteines verschwinden. **) Wo ein Moos oder eine Flechte Gelegenheit zu einer bleibenden Ansiedelung findet, gesellschaftet sich auch noch die durch ihre Vegetation ausgeschiedene Kohlensäure hinzu, deren Einfluss sich in der Vertiefung der Oberfläche bekundet. Nach der gänzlichen Auswanderung des Augits und Olivins bleibt ein poröses, durchlöcherteres, schmutzig-graues Skelett von kaolinisirtem Labradorit zurück, auf dessen Oberfläche wohl Titan und Magneteisensteintheilchen beobachtet werden. Das alkalische Silicat muß also ausgewandert sein bis auf den den Kaolinen gewöhnlich noch eigenen Mischungsrest derselben, Spuren von Hyalith ***) deuten auf eine Trennung der Kieselsäure von den Basen, welche wohl in Verbindung mit Kohlensäure von den Wassern aufgelöst, der Ackererde und den Quellen zugehen. Die Zerstörung schreitet hier, wo die mechanische Sprengung der Masse vorherrscht, von Außen gegen das Innere fort, und wie groß auch die Menge des Grufses ist, welcher sich in den Räumen zwischen den tiefer liegenden Steinen sammelt, so stellen sich der äußeren Beobachtung neben der oben erwähnten Veränderung des Labradorits, dem die Oberfläche überziehenden Hyalith und braunfärbenden Eisenoxydhydrate und den Manganschattirungen doch keine anderen chemischen Er-

*) Bis auf den unzertrennlichen Gehalt an Wasser, welchen die Analysen zeigen.

**) An anderen Orten zeigen diese Körper das entgegengesetzte Verhalten, sie ragen dann weit über die Oberfläche auf, in Folge einer in anderer chemischen Zusammensetzung liegenden größeren Zersetzbarkeit der Grundmasse, oder eines Wechsels ihrer eigenen Zusammensetzung oder ihres Aggregatzustandes.

***) Seine Bildung aus Bestandtheilen des Augites ist wohl nach der schwereren Zersetzbarkeit der Thonerde-, Kalkerde- u. s. w. Silicate unwahrscheinlich. Auch könnte äußere Beobachtung ohne chemische Analyse nicht sicher entscheiden, ob sich die Kalisilicate zuerst chemisch zersetzen, es wird dies aber durch weiter unten erwähnte Thatsachen höchst wahrscheinlich.

zeugnisse sichtlich dar. Das in der Basis der Steinhäufen abgelagerte, durch Vermengung mit Pflanzenstoffen und Erzeugnissen infusorischen Lebens erst recht seiner gänzlichen chemischen Auflösung entgegengehende Haufwerk ersetzt sich wieder, so oft auch die Meteorwasser Theile davon fortführen, welche in die Erdkrume eingemengt, theils durch rein chemischen Proceß, theils durch die Vegetation die letzte Veränderung erleiden.

Gehen wir nun zu der Umwandlung in dem der Atmosphäre unmittelbar zugänglichen anstehenden Gesteine über.

An dem oberen Theile des Kalvarienberges und besonders am Südabhange führt die Auflösung, wie an vielen anderen, in Beziehung auf die Bedingungen für innere Umwandlung des Basaltes ähnlich gelegenen*) Orten, nur zu lockerem, nicht bindendem Ackerboden, da auch hier noch das eben beschriebene Zerfallen des Augits und des Olivins überwiegt, deren Basen, zumal Eisenoxydul und Bittererde, der plastischen Bindung widerstehen, und weil überhaupt die Bedingungen zur Bildung plastischen Thones fehlen, welche später noch berührt werden.

Der Labradorit zeigt ein dem oben erwähnten sehr ähnliches Verhalten. Die nur von einer schwachen Erdschicht verhüllten Trümmer und anstehenden Partien, den rasch durchwandernden Fluthwassern ausgesetzt, zeigen auf der oben beschriebenen Labradoritrinde häufig einen dünnen Ueberzug von Hyalith, welcher auch wohl hier aus der Zersetzung der kieselsauren Kalien im Feldspath unter Mitwirkung der vegetabilischen Kohlensäure entsteht; auch scheint hier, was später viel bestimmter hervortritt, die Nähe der Oberfläche den Absatz aufgelöster Substanzen durch Verdunstung des inneren Wassers zu begünstigen. Die übrigen Erscheinungen sind dieselben; auch bemerkt man hier, wie bei den eben geschilderten Verhältnissen, nur seltener, sichtbare Spuren von Mangan, welches als zuerst ausscheidend von der continuirlich erneuerten Oberfläche verschwindet und in das Erdgemenge gelangt. Etwas tiefer noch zeigt sich namentlich da, wo die Wacke fehlt und auch wohl in ihr selbst, eine Bildung von Zeolith, Phillipsit und Carbonaten, die, ohne eine vollkommene krystallinische Entwicklung erreicht zu haben, schon wieder zerfallen und allmählig ganz verschwinden.

Das mittlere Massiv des Berges zwischen den eben betrachteten oberen Stellen und dem durch den schweren bindenden Thon bezeichneten Fufse liefs, soweit der Felsbau durch die Steinbrucharbeiten aufgedeckt war, die unterschiedenen Umwandlungszonen beobachten.

Unter der Ackererde liegt eine im Ganzen 4—8' mächtige Lage von lockerer Beschaffenheit, dunkelgelben oder bräunlichen, oft ins Schwarze oder Röthliche, wenig ins Graue übergehenden Farben, von dem Lehm sich nur durch den ganz verbandlosen Aggregatzustand und den häufig noch eingestreuten feinen Basaltgrufs unterscheidend, in welcher die Theile den erdigen Zustand haben, oder ihm nahe kommen.

*) In Althessen gar nicht selten; in der nächsten Umgebung hier zeigten der Hainberg, Bieberstein, Hessenliede und der Rauschenberg, die Hügel von Lehnitz diesen Boden u. s. w. u. s. w.

Es ist dies der als erster und äußerer bezeichnete Verwitterungsring; eine Ausscheidung von Mineralien in der Eigenschaft von unorganischen Individuen findet wenig statt, das Vorhandene und das Entstehende zerfällt durch Einwirkung einplätschernder, rasch ab rinnender Regengüsse, schnelle Verdunstung, durch das Gefrieren zu lockerem Aggregate, dem sich die mechanischen Absätze *) aus jenen beimengen und in welchem die Neigung zum Zerfallen durch Beimengung von Eisen- und Mangan-Oxydhydraten, von den Carbonaten der Talk- und Kalk-Erde, letzterer zuweilen als Montmilch, durch unzersetzte Bruchstücke des Gesteines u. dgl. sehr erhöht wird; die thonigen Theile erhalten keinen oder nur wenigen Zusammenhang. Die Schlämmung zeigt neben Augit, Magneteisensteinkörnchen u. s. w. Stückchen von Labradorit, welche nur unter den später erwähnten Umständen in plastischen Thon übergehen. An den höheren Theilen des Berges und an einigen Stellen abwärts fehlt diese Decke**), und nur Trümmer oder humose Ackererde bedecken den Basalt unmittelbar.

Da wo dieser Gürtel an der Ostseite über den jüngeren Basalt hinwegzieht, geht die beschriebene Masse nach unten in ein Lager von unbestimmt eckigen Basaltstücken über, welche unter einander in keinem Felsverbande stehen, zufällig neben und um einander verbreitet, und von einem schmutzig-grauen, auch wohl mehr ins Weißse oder Hellgelbe übergehenden unplastischen Thon umhüllt erscheinen, welcher die Gesteinbrocken in concentrischen Lagern umkleidet.

Diese Bildung verläuft nach Außen vielfältig mit eigentlichem Lehm und Ackererde, nach Innen endet sie da, wo Speckstein, Seifenstein und Bolus, zumal letzterer, in ihrer eigenthümlichen Ganzheit vorzukommen anfangen, wohin also keine der erwähnten zertrümmernden und zersprengenden Kräfte mehr eindringen.

Das Material ihres Aggregates kommt größtentheils aus der oben beschriebenen äußeren Umhüllung, und letzteres erstreckt sich nur hier und da in das Gebiet der Säulen.

Diesen Verwitterungsring kann man als die Gegend der mechanischen Zerstörungen und der zufälligen Aggregation und Anhäufung bezeichnen.

Innerhalb dieser ersten Umfassung umschließt der zweite Gürtel den Säulenkern, dessen peripherische Theile er noch in seinen Körper aufnimmt.

Sein Character spricht sich in den hier vorkommenden Zersetzungsproducten und also auch durch die stattfindenden chemischen Processe bestimmt aus; man könnte diese Region die des Kaolines, Specksteines, Bolus und der thonigen Bildungen nennen. Nach Innen erscheint sie durch große Verminderung, wenn nicht durch gänzliches Verschwinden der genannten Mineralien abgegrenzt.

*) Man vergleiche die Trübung der Brunnen, den Absatz von Sturzwässern nach Regen.

**) Eine Folge der abwärts gleitenden, allmählichen, den Fels abschälenden Gerümmerbewegung.

Neben den vorwaltenden amorphen Substanzen kommen hier auch krystallisirte secundäre Mineralien vor, welche die dritte hier unterschiedene innere Abtheilung hauptsächlich characterisiren.

Von außen nach innen vorschreitend erkennt man zunächst unter der beschriebenen Masse eine Ablagerung, welche den Uebergang in das dargestellte lockere Terrain macht. Von diesem bedeckt zeigt die Masse die graue Farbe des mehr erwähnten Labradoritgewebes, nur gewöhnlich dunkler.

An einigen Stellen, so z. B. in dem nordwestlich gelegenen Steinbruch, wo die äußere Verwitterungsregion eine geringe Mächtigkeit besitzt, zeigte sich nach der Außenseite dieses Gebietes eine Schichtung ziemlich parallel mit der Horizontebene, welche einestheils der oben erwähnten Querstructur*) in den Säulen, dann aber auch den von oben nach unten in einander geschachtelten concentrischen Kugelschalen des Bergmassives entspricht. An dieser von unten nach oben gerichteten Verschiebung der oben angedeuteten versteckten Schieferung (wenigstens ist die Tendenz zu einer solchen vorhanden) nehmen auch die plattenförmigen, oben erwähnten Parteen des Gesteines Theil; oder sie folgen einer anderen Anordnung in der Verwitterung, wonach die äußere Form sich erhalten, aber offenbar eine Volumvergrößerung erlitten hat. Am Rande zeigt sich in den Schichten eine Neigung abwärts, entsprechend dem durch die Schwere und Wasser an abhängigen Orten hervorgerufenen Abgleiten**) in beweglichen Haufwerken.

Anfangs lagern sich hier dünne Blätter des kaolinischen Rückstandes meist ohne Zwischenschicht unmittelbar über einander, indem der Augit bis auf wenige Ueberreste oder ganz verschwunden ist, während einwärts zwischen jene zerbröckelte und zerbröckelnde Körner von Bolus trennend eintreten, sich allmählig wachsend schichtenförmig an einander reihen und wohl bis zu Streifen von zwei Zoll Mächtigkeit erweitern, und mit gleich starken oder dickeren Schichten von dem feldspäthigen Rückstand wechsellagern. Die letzteren bewahren noch theilweise ihren anfänglichen Zusammenhang und ihre Continuität, sie konnten also nicht etwa in diesem Zustande von oben die Bolusschichten durchsinken, vielmehr mußte das Material zu seinen unplastischen, thonigen Ausscheidungen aus den inneren und höher liegenden Theilen des Basaltes hier spaltend und verdrängend zwischen die ursprünglichen Steinlamellen dringen. War die Aufblätterung des Gesteines in diesem Sinne rechtwinkelig gegen die Säulen an einer Stelle erfolgt, dann diente diese Spalte als Sammelplatz für die aus den nächsten und später auch aus mehr entfernten Parteen kommenden Partikeln und erweiterte sich durch jedes ausscheidende Atom.

*) Die Lamellen biegen sich durch Aufschwellen der eigenen Masse und das Eintreten der gedachten neu hinzukommenden Substanzen zwischen die Ablösungen in die Horizontale, ähnlich der Erscheinung, welche man nicht selten in umkippenden Schichten steil aufgerichteten Thonschiefers wahrnimmt.

**) Durch dieses und die schon oft erwähnten Vorgänge müssen die unterschiedenen äußeren Zonen sich dem Inneren des Berges allmählig nähern.

Speckstein, an sich beträchtlich ausgebildet, zeigt im Vergleiche mit den anderen Körpern im Allgemeinen eine viel geringere Massenentwicklung und mag einmal wegen seiner außerordentlich geringen Cohäsion in kleinen Partikeln mechanisch fortgewandert sein, dann aber dürfte auch die Talkerde theils in Auflösung als Silicat, oder aus ihm zufolge weiterer Zersetzung des Fossiles, oder unmittelbar aus Augit, wie auch die Kalkerde, als Carbonat den Weg in die auflösenden Wasser gefunden haben. Wahrscheinlich bezeichnet dieser Gang der Verwitterung die oben unterschiedene Grenzregion zwischen den Säulen und der äußeren Decke für einige Punkte.

Weiterhin gegen das Innere des Gebietes verschwindet allmählig die lagerhafte Anordnung des metamorphen Terrains und geht in eine den Seitenflächen der Säulen conforme über, die genannten Secundärfossilien wechseln mit noch kenntlichen, nicht ganz umgewandelten Lagen des basaltischen Gemenges und lassen sich als den Rückstand aus dem früheren Bestande einer vollkommen abgeschlossenen Säule erkennen*); Olivin und Augit bleiben als spärliche Reste übrig. Die Abblätterung, das Abspalten der Basaltlagen geschieht nach allmählichen Uebergängen hier nicht allein mehr quer gegen die Achse in dem Sinne der oben erwähnten Anlage zur versteckten Schieferstructur, sondern auch oft und zuletzt an einzelnen Stellen nur noch parallel mit der Achse und den Seitenflächen der Prismen; eine Einwirkung der wechselseitigen Abplattung der Sphäroide; die Haarklüfte zeigen mehr Adhäsion in dieser Richtung, welche mit den größeren Dimensionen der Atome, deren zu den Prismenseiten parallele Stellung hier eine andere ist, in den Gesteinpartikeln zusammenfällt. Auch macht sich insofern hier ein merkwürdiger Uebergang ganz kenntlich, als die pseudomorphen Prismen beginnen, einen basaltischen Kern zu umschließen, der bergewärts stärker wird und zuletzt nur noch mit einer verhältnißmäßig geringen Verwitterungsrinde umgeben erscheint; daneben sind dann die Secundärsubstanzen auch vorzüglich in den Räumen zwischen den Basaltsäulen angehäuft. Unwillkürlich drängt sich bei diesen Verhältnissen der Gedanke auf, daß hier nicht mehr die Zersetzung aus oberen Horizontalebenen in niedere, Atom für Atom eindrang, sondern daß die mit den Zerstörungsmitteln bewaffneten Wasser zwischen den Säulen hinabgleitend und aufgestaut eine aufrecht plattenförmige Anordnung der Theilchen annehmen, vielleicht unter Mitwirkung hydraulischen Druckes, und dem entsprechend die Entmischung der Gemengtheile rechtwinkelig auf die Seitenbegrenzung von außen nach innen, Schicht für Schicht rings um die Säulen geschah.**). Während eine Schicht durch Sauerstoff, Kohlensäure und kohlensaure Kalien die chemische Umänderung eingeht, ist die anstossende oft wohl noch ganz frisch, oder mindestens viel frischer und die kräftige Massenanziehung und Adhäsion hält die gestehenden

*) Die Secundärbildungen schmiegen sich hier ganz an die ursprüngliche Structur und bewahren noch nach gänzlicher Umwandlung des Basaltes die frühere Säulengestalt, gewissermaßen eine petrographische Pseudomorphose.

**) Die Zersetzung ging hier ein, eine unendlich dünne Schale nach der andern ergreifend.

Boluspartikeln fest, später drängen sich zwischen die vorhandenen und die Basaltflächen neue ein und letztere werden ganz allmählig in unendlich kleinen Momenten der Verschiebung aus ihrer ursprünglichen Stelle gerückt*); gesammelte Handstücke liefern den augenscheinlichen Beweis dafür. Oft scheinen solche Ablösungen tief in der Säule vorzugehen, vielleicht durch Einwirkung des Sauerstoffes, und die abgespaltene Schale befolgt erst später den angedeuteten Gang.

Die Kalkerde ist auch hier als Carbonat ausgewandert, das zurückbleibende Aggregat hat keinen der Zusammensetzung des Augites entsprechenden Gehalt mehr von ihr. Die Talkerde ist demselben Prozesse unterworfen, doch offenbar nicht ganz in demselben Maße, in Folge ihrer geringeren Verwandtschaft zu der Kohlensäure und auch wegen Mangels an letzterer. Diese Ursachen veranlassen, daß sie in dem betrachteten Boden der Hydrat- und Silicat-Bildung folgt, oder in letzterer beharrt. Anfangs treten ihre beiden Verbindungen, Speckstein und Seifenstein, spärlich auf, häufen sich dann aber mehr an zwischen den Lamellen der metamorphen Massen bis zu einer gewissen Grenze und nehmen dann wieder ab, welchen Gang übrigens alle hier aufgezählten Secundärbildungen befolgen. Aufsen werden heide Mineralien durch den größeren Kohlensäuregehalt der eben in den Berg tretenden Wasser chemisch zersetzt oder mechanisch fortgeschwemmt, während einwärts die Metamorphose des Ganzen den zu ihrer Ausscheidung nöthigen Grad noch nicht erreicht hat, oder die Kohlensäure in ungenügender Menge eindringt. Oertlich häufen sich beide Stoffe hier und da sehr an.

Wie stark auch die Färbung des Bolus von dem braunen und gelben Eisenoxydhydrate und sein chemischer Gehalt an diesen Körpern ist, so nimmt man doch in den kaolinischen Ueberbleibseln des Labradorites wenig von ihnen wahr, letzteren adhärirt weit mehr Manganoxydhydrat, welches, wie seine Bedeckungen mit diesen Körpern andeuten, dann auch den Absatz der eben genannten ähnlichen Verbindungen des Eisens vermittelt. Kohlensaures Eisen- und Mangan-Oxydul hat sich nirgends erhalten, ein Beweis, daß sie an Ort und Stelle entstandenen oder von innen herbeigeßloßten Carbonate derselben hier oder bei ihrer weiteren Wanderung (wenn der Sauerstoff fehlte) in der äußeren Bergregion durch höhere Oxydation zersetzt wurden.***) Die nach der Anhäufung der oft genannten Hydrate hier so verbreitete höhere Oxydation der so viel erwähnten Oxydule verleiht den beiden äußeren Zonen auch etwas Besonderes und Eigenthümliches vor der Mitte des Berges.

Wieder mehr einwärts tritt das Gewebe des aufgelösten Labradorits bis zu einer gewissen Grenze zurück und die Säulen umgeben sich statt desselben mit thonigen Ueberzügen, welche conform der Seitenbegrenzung jede

*) Wo metamorphische Prozesse im Großen vorkommen, können daher sowohl durch Substanz Einführung zwischen vorhandene Schichten, als auch noch mehr durch Krystallisation derselben mächtige Gebirgshebungen allmählig stattfinden. Auf diese Erscheinung komme ich vielleicht an einem anderen Orte zurück.

**) Die meisten Eisen- und Mangan-Oxydhydrate durchliefen bei ihrer Metamorphose die Phase der Oxydulcarbonate.

Undulation derselben wiedergeben und Fragmente von Basalt und Labradorit-skelett umschließen. Neben diesen aus den Säulenkörpern hervorgegangenen Umhüllungen sind auch die Zwischenräume mit eingeschlemmtem Thone ausgefüllt.

Dieser schwer durchlassende Beleg*) dürfte wohl dem Säulenkerne wenigstens bis zu einem gewissen Grade Schutz vor weiterer rascher Metamorphose gewähren.***) Eisen- und Mangan-Oxydhydrat mengt sich nur selten ein, daher die schmutzig-graue und weifs-graue Farbe als die allgemeine beobachtet wird. Der Bolus ist nun nicht mehr in Schichten zwischen den losgesprengten Basalthteilen vorhanden, sondern er ist auf den Klüften entlang der Säulen herabgeflöfst, bald in einzelnen nester- und putzenartigen Körpern, bald scheibenförmig, bald in gröfsere Massen abgesetzt, so wie es der vorhandene Raum eben gestattete; von dem Thon löst er sich sehr bestimmt ab, wo beide Mineralkörper in wechselseitiger Um- und Einhüllung vorkommen.***)

Der Speckstein fehlt oft in diesen Räumen, bildet aber nun von hier einwärts, im Verein mit dem schon erwähnten seifensteinartigen Minerale, Ausfüllung der Drusen, welche vorzugsweise hier am Rande der inneren Abtheilung ihre krystallinischen Aussonderungen zu entfalten beginnen.

Diese Grenze bietet eine auffallende Erscheinung dar, eine grofse Verminderung der seither verbreiteten Körper, namentlich erscheint zum Berge hinein Bolus immer seltener, nur in einzelnen Putzen und Nestern, wogegen der Thon in der angegebenen Art des Vorkommens sehr zunimmt und dann weiter hin wieder schwindet.

Aus den vorgelegten Beobachtungen erkennt man das Eigenthümliche in der Genese des Bolus, die herbeigeflösten Oxydulcarbonate legen bei ihrer Entmischung das Eisenoxyd in den Thon nieder und hierdurch verliert letzterer seine plastische Natur; eben so trägt die Talkerde zu der dem Minerale eigenen Aggregation bei. Der Druck der neu hinzukommenden Theile, indem sich letztere zwischen dem schon Vorhandenen und der Umgrenzung einkleiden, die wenige Adhäsion des Basaltes gegen die Substanz, wie auch der Umstand, dafs der Frost nicht bis hierher eindringt, tragen ebenfalls zu der Bildung bei.

Hat dagegen in der Masse bei vorhandenen stagnirenden Wassern ein Auslaugen des Eisenoxydules u. s. w. als Carbonat und Wegflöfung statt, so geht ihr Rückstand in plastischen Thon über, Kieselsäure und Thonerde nehmen die Verschiebbarkeit der Theile in dem Thonaggregate an und diefs erscheint von grauer Farbe. Die Zersetzung des Gesteines an Ort und Stelle endet mit Hydratisirung, mit Bildung des Thones oder Bolus; beide Mineralien erhalten aber ausserdem noch Zuwachs, welchen die Wasser mechanisch oder

*) Nirgends berühren sich die Säulen in frischen Seitenflächen, überall sind ihre Oberflächen stark verwittert und durch Lagen von Zersetzungsproducten von einander getrennt.

**) Man hält zuweilen den Thon für ganz undurchlassend für Wasser.

***)) Indessen will ich die Möglichkeit allmählicher Uebergänge nicht in Zweifel ziehen.

aufgelöst aus anderen Gegenden des Felsbaues, zumal aus dem Inneren herbeiflößen. Die unverhältnißmäßige Anhäufung von Mineralien des Thones ist zum Theil auch eine Folge jener Auswanderung der übrigen Stoffe.

In den Einschlammungen und Zuführungen der erwähnten Körper in diesen Raum liegt ein weiterer Unterschied desselben von den inneren Theilen des Berges.

Noch tiefer nach der Mitte schreitend beobachtet man eine Abnahme des Thonabsatzes, wie überhaupt eine Verminderung der Hydrate, ferner der hydratischen Farben von Eisen und Mangan und der Einwirkung des Sauerstoffes*), und in gleichem Maße nehmen lockere Aggregate von körniger Structur in allen Graden der Verwitterung, von der gänzlichen Zerkrümelung des Gesteines bis zum frischesten Basalte zu; es ist die dritte innere Region der chemischen Prozesse; die Verwitterung bemächtigt sich zuerst der beschriebenen Stücke zwischen den Säulen und der das obere und das untere Ende je eines Säulengliedes bildenden Partien, indem sie vorzüglich von den Seitenflächen der Säulen aus auf den Quer- oder Längs-Absonderungen in den Kern der letzteren eindringt.

Die bezeichneten Felsstücke und mehr im Kern des Berges ganze Säulenglieder kommen zwischen den vorherrschenden festen Säulen oft in gedachtem porösen und lockeren, wohl bis zur Grußbildung gehenden, den häufig erwähnten Labradoritresten ähnlichen Zustande vor, welcher vorzüglich durch Auslaugung der Kalien, Talk- und Kalk-Erde, als Silicate und Carbonate und offenbar auch durch Fortschwemmen des Thones nach der Seite entsteht.

Manganoxydulsilicat, weit mehr Eisenoxydulsilicat, dauern hier länger, da der von außen eindringende Sauerstoff unterwegs schon zum größeren Theile eingesogen wird; die hier verbreiteten intensiven dunkelgrünen Farben erklären sich hieraus. Auslaugungen des Gesteins, Wegführung der neu entstehenden Substanzen und eine geringere Zersetzung der zurückbleibenden Gesteinreste und Aggregate des aufgelösten Basaltes dürfte hier den Hauptgegensatz zu den vorhin betrachteten Räumen machen. In letzteren Oertlichkeiten trägt, wie es scheint, der eintretende Sauerstoff, wenn er so weit gelangt, vorzugsweise die Auflockerung des Aggregatzustandes rasch bis in die kleinsten Partikeln.**)

Abgeschlossen gegen die geschilderten allgemeineren Vorgänge erscheinen die Drusen; die in ihnen vorkommenden Mineralien weichen durch ihre vorherrschende Krystallisation, sowie auch als stöchiometrische Verbindungen von den seither betrachteten Bildungen auffallend ab.

*) Mit dieser Erscheinung steht die Thonanhäufung in dem eben Geschilderten in naher Verbindung, sie bildet eine die vordringenden Agentien mehr zurückhaltende Grenze zwischen dieser Gegend und jener äußeren, wo die Einwirkung des Sauerstoffes eine so kräftige war.

**) Man sieht Aehnliches bei vielen mineralischen Umwandlungsprocessen, z. B. der Carbonate und vieler Silicate; aber auch eine gährende organische Flüssigkeit beweist, daß der Atomzustand des Ganzen ein durchweg veränderter wird, so wie nur ein Atom in Fermentation kommt: es findet eine andere Gestaltung oder eine vorbereitende Spannung der Atome statt. Ganz besonders können Gase in festen Körpern eine solche Massenstimmung veranlassen, Sauerstoff dringt tief in dieselben ein bei der erforderlichen Zusammensetzung; die Technik bietet ein lehrreiches Beispiel in der Cementation des Eisens dar, in welcher der in so geringer Menge eingedrungene Kohlenstoff einem durchaus verschiedenen mechanischen Zustand des Metalles bewirkt u. s. w.

Nach dem Gesagten dürfte nun wohl der verständlichste Weg zur richtigen geologischen Auffassung dieser Körper der umgekehrte sein von demjenigen, welchen die Darstellung seither nahm, der also den Secundärstoffen, zumal den krystallinischen, aus dem Inneren gegen die Außenseite folgt. Von den hierhin gehörenden Phänomenen mögen nur die wichtigsten eine weitere Berücksichtigung finden.

Zuerst erscheinen Drusen, wenn sie nicht leer*) sind mit einem Ueberzug von derbem und unvollkommen krystallirtem Phillipsit, welcher gegen die Peripherie bis zu einer gewissen Grenze im Allgemeinen eine Vermehrung der Substanz und eine höhere Vollendung der Krystalle erkennen läßt.

Das Material zu dem zeolithischen Körper ist aus der unmittelbaren Umgebung der Drusen genommen, welche gegen die Außenseite des Berges hin eine zunehmende Zersetzung in Folge der längeren Dauer dieses Processes und größerer Menge der thätigen chemischen Agentien zeigt; die Stoffe sind nicht weit gewandert.

Neben diesem Fossil bemerkt man auf den Quer-, Vertical- und Transversal-Klüften des Basaltes, wie auch auf jenem selbst, dünne Ueberzüge von Manganoxhydrodrat, Wad und Manganschaum. Auf dem Phillipsit erscheinen dann anfangs ganz zarte Dendriten von diesen Körpern, ihnen folgen später die Eisenoxhydrodrate.

Auf letzteren Mineralien läßt sich dann weiter ein bereits oben erwähntes Zersetzungsproduct nieder, welches von den in dem Handbuch der Mineralogie von Herrn Geheimen Hofrath Hausmann beschriebenen oder sonst bekannten Mineralkörpern am meisten mit dem Seifenstein übereinstimmt, indem es sich durch leichte Schmelzung sowie durch sonstiges Verhalten vor dem Löthrohr von dem Speckstein wesentlich unterscheidet. In den tiefer im Inneren gelegenen Drusen erscheint es oft in äußerst zierlichen Gruppen von klein-traubenförmiger und nierenförmiger Gestalt, über und zwischen die Phillipsitkrystalle zerstreut.

So lange der Körper diese Form besitzt, hat er fleischrothe Farbe, durch lavenblau in die mannigfaltigsten grünen Farben übergehend, und schmilzt vor dem Löthrohr zu einem dunkelgrün, violett oder schwarz gefärbten Glase.

Durch Zersetzung, welcher diese Varietäten sehr unterworfen sind, scheiden die röthlichen und blauen Abänderungen Mangan- und die letzteren Eisenoxhydrodrat aus, wodurch die Färbung in das Schwarze, Braune und Gelbe übergeht. Je mehr aber die Masse nach der Mitte der Druse hin zunimmt, je derber, je homogener und zusammenhängender wird der Aggregatzustand, so wie ihn der Speckstein zeigt, doch ist er feiner, als im letzteren. Der Uebergang läßt keinen Zweifel über die Identität des Stoffes, und doch reagirten die letzteren Varietäten weder in der Zersetzung noch vor dem Löthrohre auf Mangan oder Eisen. Man kann daher drei Varietäten: eine gemeine, eine eisenoxdul- und eine manganoxdul-haltige unterscheiden; die

*) In dem entgegengesetzten Falle sind die Wandungen derselben schwach angewittert oder auch, freilich selten, von geschmolzenem Ansehen.

erstere kommt in der Farbe des Specksteines und dann auch braun, braunroth, roth, lichtblau und entenblau vor. *)

Etwas mehr dem Tage zu sind die genannten Körper zum Theil von den kohlensauen Salzen des Kalkes, der Bittererde**), überkleidet, welchen zuweilen kleine Sphären von Sphärosiderit vorangehen; seltener sitzt diese Substanz in etwas größeren Gruppierungen als ein zusammenhängender dritter Ueberzug den Drusenwänden auf.

Auf oder zwischen diesen Körpern siedelt aber nur selten Mesotyp, Chabasin und Laumontit an. In der bezeichneten Richtung noch weiter vorstreuen sich in und zwischen die genannten krystallisirten Körper kleintraubige und nierenförmige Parteen von Speckstein neben dem eben besprochenen seifensteinartigen Fossile, letzteres bildet in seinen dunkleren Varietäten auch wohl eine ganz dünne Ueberkleidung auf den genannten Materialien; beide füllen dann endlich nahe der Speckstein- und Bolus-Region den noch übrigen Raum der Drusen nach Verschwinden der Oxydulsilicate aus ihrer Umgebung vollständig aus. Das Verwachsensein der genannten Salze mit Phillipsit läßt, wie so mancher andere Umstand, letzteren als durch wässerige Metamorphose entstanden erkennen.

Der Folge der ausgeschiedenen Stoffe entsprechend zeigt sich die Umgebung der Blasenräume anfangs nur wenig verändert, dunkel durch Ausscheidung von Mangan, bei weiter vorgeschrittener Entmischung dunkelgrau und dann nicht selten von Bronzit, Glimmer, Chlorit, Diallag und hypersthenartigen Partikeln in auffallender Weise durchwachsen, bis sie später weit in den Basalt hinein ganz aufgelöst erscheint und schmutzig-weiße und lichtgraue Farben annimmt, wo der Speckstein sich anhäuft.

In einer unverkennbaren Parallele zu diesen Vorkommnissen finden sich in derselben Ordnung auch auf den feinen Gesteinsklüften die vorhin genannten Fossilien zusammen, was besonders auf den der Querschieferung entsprechenden, die Säulen rechtwinkelig durchschneidenden Klüften, nicht (?) in den transversalen hervortritt.

Bemerkenswerth erscheinen besonders Manganzeichnungen***), welche die äußere Begrenzung im Querschnitt der Säule mehr oder weniger vollkommen nachbilden, näher am Umfang der Prismen lagern sich gewöhnlich die gelben und braunen Eisenoxydhydrate†) auf und um dieselben. Auch da bemerkt man oft nicht eine Spur von Braun- oder Gelbeisenstein in der Nähe der Mangangebilde, während letztere in der Umgebung jener wohl nur

*) Außer den mitgetheilten Beziehungen steht diese Substanz auch noch in naher Verbindung mit den Zersetzungsproducten im Inneren und auf der Grenze vieler in Basalt eingeschlossenen fremden Gesteinsfragmenten, wo sie zuweilen eine concentrisch-schalige Structur annimmt. Vgl. Einschlüsse der Basalte des Kalvarienberges bei Fulda von W. C. J. Gutberlet, in von Leonhard, Jahrb. 1853, S. 659.

**) Denselben ist immer Eisen- weniger Mangan-Oxydulcarbonat beigemischt.

***) Man übersieht dieselbe oft wegen ihrer dunkeln, mit dem Basalte verfließenden Farbe.

†) Bei fortschreitender Verwitterung werden sie abgesprengt und mechanisch weggespült.

sehr selten fehlen. Darauf, wie auf allen hier von ihnen bedeckten Flächen, breiten sich oft die genannten kohlensauen Salze in dünnen Ueberzügen, wie durchsichtiger glänzender Firnifs aus.

Nur an einer Stelle, nämlich in dem neuen Steinbruch auf der Horaser Seite des Berges, finden sich auch zeolithische Ueberzüge, häufiger aber auf den Begrenzungsflächen der Säulen, jedoch nur an Stellen, wo die Säulen vollkommen ausgebildet und wohl erhalten erscheinen.**) Neben ihnen bemerkt man kaolinische, steinmarkartige u. dgl. Mineralien.

Die Blasenräume im Inneren der Säulen, weniger die oft bezeichneten Haarklüfte, bilden, wie man sieht, abgeschlossene Laboratorien, in welchen der chemische Ergang und die entstehenden Substanzen sich von den früher betrachteten Erscheinungen sehr wesentlich unterscheiden. Es herrschten hier Verbindungen von bestimmter stöchiometrischer Zusammensetzung, von bestimmter krystallinischer Form und all den physikalischen Eigenschaften wirklich individualisirter Mineralspecien vor.

In den gedachten Räumen scheiden anfangs sich unabhängig von dem Vorhandensein des Sauerstoffes, unter Einwirkung des Wassers an Ort und Stelle haftender Phillipsit, selten andere Zeolithe, welche meist der Peripherie zuwandern, dann das eisen- und mangan-oxydulsilicathaltige seifensteinartige Mineral aus; es treten also blofs durch die chemische Thätigkeit der Wasser die Oxydule, Kalkerde, Thonerde und Kalien in Verbindung mit Kieselsäure und Wasser aus dem Basaltgemenge, die ersteren aus dem Augit, letztere wohl zum gröfseren Theil**) aus dem Labradorit scheidend.***) Später übernimmt die Kohlensäure eine doppelte Rolle, einmal die Umlegung der Stoffe durch doppelte und einfache Wahlverwandtschaft, dann aber wandelt sie auch die Kalkerde und Talkerde, die Oxydule in Bicarbonate um, welche sich im Wasser auflösen und fern von ihrem Ursprunge in den erwähnten Räumen durch Verdunstung oder die allgemeine Abnahme des Wassers, Quellabgang und Hydratisirung u. s. w. auf den zuvor angeführten Mineralien auskrystallisiren. Zugleich tritt hier die Einwirkung des Sauerstoffes auf die Oxydule ein, so weit er mit den Wassern eindringt, welcher wieder die Hydratisirung der Peroxyde unmittelbar folgt; ersterer Procefs vermehrt die freie Kohlensäure. Sämmtliche Vorgänge wiederholen sich in stetem Kreisläufe bis zur vollendeten Zersetzung des Gesteines.

*) Letztere sind hier wahrscheinlich in Folge des von dem aufliegenden dichtschiefsenden Thone geleisteten Schutzes gegen das Eindringen des atmosphärischen Sauerstoffes frischer, als an irgend einer anderen mir bekannten Stelle des Berges.

**) Nach der Entstehung aus einer feurigen Flüssigkeit, worin Augit und Labradorit in gegenseitiger Durchdringung vorhanden waren, ist es wahrscheinlich, dafs auch Augit anfangs Spuren von Kalien in sich aufnahm, wenn auch die Analysen keinen derartigen Gehalt mehr aufweisen, da diese Körper so leicht aus der Masse heraus-treten können.

***) Wohin der Natrongehalt dieses Gemengtheils kommt, kann man ohne Analyse nicht entscheiden; der selten vorkommende Mesotyp und Chabasit, der selten Natron enthaltende Kaolin, können nur einen kleinen Theil davon in ihre Mischung aufnehmen, wahrscheinlich geht der gröfsere Theil als Carbonat in die Wasser.

Jenen Stadien der Mineralbildung entsprechen auch die Phasen in der bereits erwähnten Veränderung der Drusenwandungen. An dem ersten Proceß der Ausscheidungen nehmen, wie der durch ihn gebildete Phillipsit zeigt, nur Kalien, Kalk- und Thon-Erde als Basen Theil; eine Wirkung desselben ist die oben erwähnte intensiv grüne Färbung der Drusenbegrenzung. Eine zweite Periode bildet der Austritt der Talkerde und eines Theiles der Oxydule aus dem Augit, in dieselbe fällt das Erscheinen des Bronzites, Diallags, Chlorites, Hypersthens und Glimmers (?), welche als Metamorphosen des Augites nach Auswanderung der entsprechenden Mischungsverhältnisse von Kalkerde, Thonerde und Kieselsäure betrachtet werden können; von ihnen erhält nur letzterer (?) einen Theil seiner Mischung, den kalischen aus dem Labradorit.

Mit dem Auftreten des Chlorites im Felsgemenge und des Seifensteines in den großen derben Ausfüllungen der Blasenräume nimmt das einschließende Gestein graue Farben von verschiedenen Abstufungen aus dem Dunkeln zum Lichten an, die eben erwähnten, in der zweiten Epoche vorkommenden Mineralien verschwinden, und dieser Umstand, wie auch die massenhafte Ausscheidung von Eisen- und Mangan-Oxydulsilicat, bezeichnen einen dritten Zeitraum. Die Einwirkungen der Kohlensäure und des Sauerstoffes sind weniger an diese Zeitfolge gebunden.

Neben der Ortsveränderung, welche die Verbreitung der erwähnten Secundärmineralien erkennen läßt, fällt es in die Augen, daß sich das Gleichartige auch mechanisch auf eine sichtbare Weise durch Adhäsion und Cohäsion kräftig anzieht und da ausscheidet und fest wird, wo irgend etwas von derselben Substanz schon zuvor abgesetzt worden.

Die Ausscheidung der genannten Substanzen und ihre vollkommene krystallinische Ausbildung hängt lediglich von dem Vorhandensein der Blasenräume ab; wo sie fehlen, sind den Basalten selten andere Aussonderungen, als Mesotyp, nur wenige Zeolithe überhaupt und unvollkommener Kalkspath, Arragonit und Bitterspath eigen; zahllose Basalte in Niederhessen, auf der Rhön, dem Vogelsberge u. s. w. liefern den Beweis.

Außerdem hat der dichte oder weniger dichte Aggregatzustand des Gesteines auf den Absatz und die Krystallisation jener Körper einen wesentlichen Einfluß, beides hatte vorzüglich aber da statt, wo die Wandungen noch dicht und fest sind, oder früher waren. In vielen Fällen mag sogar die Adhäsion der ausscheidenden Substanz an das Nebengestein wesentlich die Substanz des Absatzes vorbedingt haben; ohne jene mechanische Kraft wären nämlich die Wasser mit den aufgelösten Stoffen weiter gewandert und diese anderen chemischen Gesetzen und Processen verfallen. Letzteres gilt besonders hier von dem Phillipsit, wie von so vielen Zeolithen im Allgemeinen, und dem Seifenstein; ersterer ist nur da vollkommen krystallinisch, wo dieser Umstand obwaltet, oder nach ganz sicheren Schlüssen früher einmal obgewaltet hat, während er in den porösen lockeren tuff- und wacke-artigen Basaltvarietäten nur erdig und als krystallinisches Mehl erscheint. Meine Untersuchungen über die Einwirkung der Basen, auf welchen sich Kalksinter u. dgl. absetzen, auf die Gestalten der letzteren, beseitigen jeden Zweifel darüber; doch kann ich hier nicht weiter auf den Gegenstand eingehen, nur mag noch erwähnt

werden, daß die Gröfse jener mechanischen Ziehkräfte aus der Gewalt ersichtlich ist, welche erfordert wird, um secundär gebildete Mineralien von dem Gestein loszureißen, auf welchem sie sich niedergeschlagen haben.

Auf Steinklüften und den Seitenflächen der Säulen u. s. w. kommen die genannten Körper nur in weniger vollkommener Ausbildung vor.

Wie die Blasenräume den Stoffen Gelegenheit zu einem Absatze und Schutz für höhere krystallinische Bildung gewähren, so bedingt auch die Structur des umgrenzenden Gesteines noch anderwärts die Art der verendenden Secundärkörper.

Die beschriebenen krystallinischen gröfseren Partikeln in der Umgebung der ersteren verursachen, daß Augit nach Mafsgabe seiner versteckten blättrigen krystallinischen Textur die oben erwähnten Metamorphosen zu Diallag, Bronzit, Hypersthen, Glimmer (?), Chlorit*) und Hornblende (?) durchläuft, bis zur gänzlichen Auflösung, entsprechend den abgegangenen Quantitäten von Magnesia, Thonerde, Kieselsäure u. s. w.; während ein ganz dichter Zustand oder Feinkörnigkeit des Gemenges eine unmittelbare Auflösung in lehmiges, thoniges, kaolinisches Aggregat, Speckstein u. dgl., oder ein vorläufiges Zerfallen in Grufs veranlaßt.

Der schon früher beschriebene unplastische, stark eisenhaltige Thon hat letztere Beimengung ursprünglich, oder es ist ihm ein grofser Theil davon auf dem erwähnten Wege aus dem Inneren des Berges zugeführt worden; letzteres läßt die Structur annehmen. Der Eisengehalt ist der Farbe nach zu schliessen als braunes Eisenoxydhydrat vorhanden. Gerade die Hydrate des Eisenoxyses vermindern das Plastische im Thone im höheren Mafse. Während Eisenoxyd nach Analysen Berthier's im Töpferthone von Livornon bei Figeac in Frankreich bis 7,64 pC. anwächst, ohne daß es ihm die Fähigkeit, auf der Töpferscheibe geformt zu werden, raubt, gestaltet ein gleicher oder geringerer Gehalt an Eisenoxyd als braunes oder gelbes Hydrat den Thon zu charakteristischem Bolus um. Größere Beimengungen von Eisenoxyd nehmen, wie die Reihe der Eisenthone zeigt, dem Körper die besprochene Eigenschaft ganz.

Vergleicht man mit den erwähnten Erscheinungen das Vorkommen des plastischen Thones zwischen den Säulen, so erkennt man als wesentliche Bedingung für Annahme dieser Qualität das Auslaugen und Wegspülen des Eisengehaltes und des Kalk- und namentlich Talk-Erdecarbonates durch stagnirende Wasser. Das Vorkommen der plastischen Thone und ihre noch fort-dauernde Bildung aus vulkanischen, plutonischen und Sediment-Gesteinen, wo diese Bedingung erfüllt wird, lassen darüber keinen Zweifel.

Das lockere Aggregat, welches, wie oben gezeigt, hauptsächlich die abschließende äußere Hülle des Berges zusammensetzt, bekommt erst am niederen Fufse, und zwar meist tiefer unter der Oberfläche, die dem Lehm eigene Bindung.

Die Auflockerung in demselben geschieht theils durch chemische und mechanische Einführung von den Hydraten des Eisens und Mangans, der

*) Je nach der Quantität der ausgeführten oder eingetretenen Stoffe.

Carbonate und Silicate der Talk- und Kalk-Erde u. dgl. auf dem schon oben bezeichneten Wege und Gefesten der beigeßloßten Kieselsäure zu Körnchen, und die neue Auslaugung jener und Wiederzersetzung, wie auch kalischer Verbindungen, theils aber auch, indem die Wasser die Oberfläche rasch durchlaufen, rasch verdunsten oder gefrieren, welcher letztere Vorgang überhaupt bei Lehm bildung tief eingreift. Ferner trägt die Zersetzung der noch vorhandenen Basalttrümmer sehr zur Lockerung des Ganzen bei, der Lehm nimmt nach seinen mineralogischen Eigenschaften etwa die Mitte zwischen Thon und Bolus ein.

Vorzugsweise geht Augit in Lehm über, wie man an augitreichen Basalten sieht, mit welchen große Ablagerungen von Lehm und bolus- und speckstein-artige Aggregate in verschiedenen Stufen der wechselseitigen Vermengung so oft verbunden sind; schon die häufigen Speckstein-Pseudomorphosen nach Augit erinnern daran, während die Feldspäthe und die Gesteine, worin sie vorwalten, unter den angegebenen Bedingungen mehr Thone und Kaoline darstellen.

Die nahe Verbindung mächtiger und großer Lehmablagerungen mit der Oberflächenzersetzung des Basaltes springt besonders schlagend in den ausgedehnten Basalten der Gegend von Homberg, namentlich auf der Ostseite der unteren Schwalm und der Efze in die Augen. Dann treten solche Verhältnisse auch oft auf dem Vogelsberge, der Rhön und auf der Breitfirst auf.

In den dem basaltischen Lehm eingegrabenen Fluthgängen und Wassergraben findet man die Gemengtheile des Muttergesteines in verschiedenen Graden der Umwandlung ausgewaschen, wie durch künstliche Schlämmung.

Der Lehm und Thon verdiente wohl eine größere Beachtung, leider sind sie aber seither ihrer vollen Bedeutung für die Land- und Forst-Wirtschaft und die Technik entsprechend noch nicht untersucht worden, obwohl auch höchst bedeutende geologische Momente in denselben liegen. *)

Die Kieselsäure geht hier im ganzen Ergange der Basaltzersetzung nicht an einer Stelle als selbstständige Mineralsubstanz oder größeres Opalgebilde hervor. Wenn dieser Umstand sich nun auch oft wiederholt, selbst wenn das Gestein mit Kalk, Muschelkalk u. s. w. in Berührung steht, zumal aber in den reinen Buntsandsteingegenden, so darf die Erscheinung wohl gerade an diesem Orte des Gegensatzes wegen Erwähnung finden, weil der Basalt

*) Der Lehm geht auch hervor aus thonigen Kalken und Mergeln, nach Auslaugen des Kalkes und Zersetzung der so oft genannten Oxydulcarbonate, aus Thon- und Mergelsandstein aller sedimentären Formationen, nach Wegführung des überflüssigen Sandes und des kohlen sauren Kalkes im Bindemittel, aus vielen plutonischen und vulkanischen Gesteinen durch vollständige Auflösung derselben an der Oberfläche, wie sie eben bei dem Basalte geschildert wurde, und endlich als letzte Metamorphose der metamorphen Gesteine. Die vielseitigen Beziehungen dieser Thatsachen verdienen wohl eine gründliche und umfassende Behandlung.

Der Lehm lagert hiernach eben so häufig als örtlicher Rückstand umgewandelter, oft ausgelaugter Felsen an dem ursprünglichen Fundort, wie er unter anderen Verhältnissen als translocirter Absatz von Strömen und Seen entstand, z. B. Löfs.

Ebenso liefert diese Formation für eine beachtenswerthe Thatsache einen nicht uninteressanten Beitrag, „wie nämlich dieselben Körper auf den verschiedensten Wegen entstehen.“

auf der Rhön an verschiedenen Orten, vornämlich bei der Thongrube von Abtsrode und Wüstensachsen nördlich von Oberhausen, in Hessen bei Dietersdorf unweit Schlüchtern, südlich von Haselstein am Wege nach Hofaschenbach und in der Gegend von Leuderode bei Homberg u.s.w, und zwar an den vier zuerst genannten Stellen unter Einwirkung von Muschelkalk, bei seinem Uebergang in Porcellanerde und Thon von der reinsten weissen Farbe beträchtliche Mengen von Kieselerde theils in einem amorphen, zwischen Hornstein und Opal schwankendem Zustande, theils als an der Oberfläche mit krystallinischen Facetten versehene Pseudoquarzgerölle von allen Grössen, von dem Sandkorn bis zwei Zoll Durchmesser und darüber ausscheidet.*)

Die Abwesenheit der Kieselmineralien beweist daher ein Gebundenbleiben der Kieselsäure in grösserem Masse mit den Basen des Basaltes, wie in den oben besprochenen Verbindungen mit der Talkerde, der Thonerde, in dem kaolinischen Skelett des Labradorites, sowie auch im Thon und Lehm; welcher letztere merkwürdigerweise den eben genannten Oertlichkeiten fehlt, und es sind da offenbar die Bedingungen zur Aussonderung der zuerst genannten Substanzen und zu Lehmbildung nicht neben einander vorhanden. Wie weit Einführung von kohlensaurem Kali aus der Vegetationsdecke in das Gestein mitwirkt, bei welcher die Kohlensäure an die Talk- und Kalkerde und die Oxydule träte, während die entstehenden auflöslichen Kaliensilicate in das Weite wanderten, lasse ich dahin gestellt sein.

Eine mechanische Auswanderung durch die thonige Umgebung und eine wässrige chemische Auflösung der Substanz in so hohem Masse, wie sie hier erforderlich wäre, ist, letztere wegen der sehr geringen Auflösungsfähigkeit, doch wohl unmöglich.

Zum Schluß möge noch ein Blick auf die Gesamtbewegung der chemisch thätigen Stoffe gestattet sein.

Ein grosser Theil des gesamten Berges erscheint ähnlich einem organischen Individuum nach aussen durch den schwer durchlassenden Mantel wie durch eine Haut abgeschlossen. Wasser durchzieht den ganzen Bau des Gesteines, und wird die Strasse, auf welcher Sauerstoff, Kohlensäure, kohlen-saures Kali und Natron langsam aber sicher in das Innere ziehen, in den dargestellten Processen durch einfache und doppelte Wahlverwandschaft neue Verbindungen bewirken und sich in und mit diesen durch Einwirkung peripherischer Verminderung jenes Lösungsmittels sichtbar aus dem Inneren gegen die Oberfläche bis zu verschiedenen Stadien zurückbewegen, und dem später neu einschließenden Wasser allenthalben das Feld für Vollendung des Zerstörungswerkes überlassen. Diese letztere Ortsveränderung erstreckt sich sowohl auf die mechanisch im Wasser flottirenden Stoffe, wie auf die chemisch aufgelösten; denn die Verdunstung des Mediums hat an der Aussenfläche statt, und schreibt eben hierdurch, wenn nicht grade Meteorwasser eindringen, den ausgesprochenen Ergang vor, da die Herstellung der gleich-

*) Dieses Vorkommnifs ist von interessanten Thatsachen begleitet und bestimmt zur Unterscheidung von wirklichen und Scheingesehieben.

mässigen Vertheilung des Wassers und seines chemischen Inhaltes, sowie der mehr centriscbe oder peripherische Absatz des letzteren, wenn der Zufluss des ersteren aus der Atmosphäre durch trockenes Wetter unterbrochen ist, in dem gedachten Sinne allein möglich erscheint. Auch vermindert sich die Quantität des Wassers beträchtlich durch seinen Eintritt in die Hydrate.

Die Mesotype und einige andere Zeolithe gehen auf dieser Strafse am weitesten in die peripherischen Theile vor; ihr Vorkommen an der Spitze des Berges, am südlichen Fusse, sowie nach **Schneider's** Aussagen in den ersten Aufschärfungen in den älteren Steinbrüchen, zeugt davon. Unter ganz ähnlichen Verhältnissen kommt der Mesotyp auf dem Stoppelsberg bei Hünfeld, am Alstein bei Sontra u. s. w. vor.

Neben dem chemischen Einflusse zeigen alle erwähnten Körper bei ihrem Eindringen, sowie bei ihrer Entfernung die mächtigste mechanische Einwirkung; Sauerstoff, Wasser, Kohlensäure und auskrystallisirende Stoffe treiben die Volumina gewaltsam auf, wobei eine neue Bindung im Ganzen oder Auflockerung vorkommt; durch Auslaugungen zerfällt die Masse in lockeres Aggregat, oder letztere hinterlassen poröse Skelette.

Gegen diese, die allgemeineren Vorgänge im Bergkörper, schliessen sich die Processe in den Drusen mehr oder weniger ab.

So erklären sich denn auch die inneren leeren Räume und lockeren Aggregate in und zwischen den Säulenkörpern, sofern sie nicht schon ihren Ursprung im Erkalten des Basaltes haben, durch den Zug der metamorphosirten Substanzen.

Die Zersetzungsproducte bestehen übrigens, was kaum der Erwähnung bedarf, nur so lange, als die Bedingungen für ihre Erhaltung vorhanden sind, hören letztere auf, so zerfallen sie selbst wieder. Die centriscb verbreiteten Mineralien entstanden unter gröfserem Schutz, welcher in der Rinde wegfiel.

Wenn nun auch die bereits oben angeführte periodische Verminderung des flüssigen Mittels die Grundbedingung für den Absatz der aufgelösten Körper in sich enthält, so spricht sich doch daneben auch bei allen ein eigenthümliches Drängen aus dem Inneren der geschlossenen Steinmasse an die Oberfläche und nach Ausscheidung an festen Wandungen offener Räume aus, eine Folge der wechselseitigen Abstofsung der einander fremdartigen Stoffe überhaupt, des Strebens nach individueller Sonderung und der Wirkung der Massenanziehung auf den momentan chemisch ausscheidenden Stoff, dessen sich schliesslich die Adhäsion und die Tendenz fest zu werden oder sich zu verdichten, sowie zur Krystallisation, unter diesen Umständen frisch und eben deshalb kräftigst bemächtigt. Dabei äufsern die gedachten Körper und alle von ähnlicher Entstehung, wenn sie bei ihrem Drange in einen offenen Raum oder nach einer Oberfläche auf ein Hinderniss stossen, im Moment des Gesehens eine sehr grofse mechanische Gewalt*), die sich

*) Ist eine Gesteinsoberfläche mit ausgeschiedenen Stoffen, z. B. einem kieseligen Mineral, überkleidet, und wird die nächste Lage unter, über oder neben der Secundärbildung aufgelöst und in dem von ihr verlassenen Poren neue Substanz ausgeschieden so keilt sich dieselbe beim Ausscheiden als fester Körper aus der Flüssigkeit mit sol-

oft durch Zertrümmerung oder Zerbröckelung, in plutonischen, in metamorphen Gesteinen, in Kieselfelsarten, im Kalkstein und Marmor, im Dolomit, im breccienartigen Gypse, im Kleinen bei dem Trümmer- und Ruinenachat u. s. w. zeigt, und wo sie einmal zersprengend als Ursache des Zerberstens, dann aber auch wieder verkittend und einen neuen Verband herstellend erscheinen.

Aus den vorgeführten Processen schöpfen wir denn nun auch sehr leicht die Erklärung, warum innere und tiefliegende, der ungestörten Rührigkeit der chemischen Agentien ausgesetzte Basalte, vorzüglich in der Wetterau, am Vogelsberge, Westerwalde u. s. w. (und plutonische Gesteine) oft sehr viel mehr zerstört und aufgelöst sind, als solche, welche durch hohe Lage nahe an der Oberfläche und der Atmosphäre, durch zeitweiliges Austrocknen gegen den perpetuellen Zersetzungsprocess geschützt werden; es geschieht dieß, namentlich in den von **Sartorius** beobachteten Fällen, in hoch aufragenden Felsen und Trümmerhaufen u. s. w. *)

Der jüngere Basalt blieb wegen seiner Unbrauchbarkeit zu technischen Zwecken unbeachtet, verschlossen und der Beobachtung wenig zugänglich,

cher Gewalt zwischen das Vorhandene ein, gerade durch die krystallinische Stellung der Atome, daß ein Zerbrechen der festesten Mineralmassen erfolgt. Die mitwirkenden Kräfte wurden angegeben. Das Eindringen aufgelöster Körper in Mineralien findet statt, soweit das Auflösungsmittel, das Wasser, die letzteren durchzieht.

Ich folge dieser Erscheinung jetzt nur so weit, als sie bei der Bildung der Zeolithe, zunächst des Phillipsites, beobachtet wird. Im Umfange der mit starken Phillipsitslagen ausgekleideten Drusen sieht man selbst im Innern des dichtesten Basaltes, ringsum, und wohl zu beachten eben so an der Decke wie auf dem Boden, scharfkantige und eckige Bruchstücke und schiefernde Splitter, die unter der ersteren frei in der Luft schweben müßten, wenn der sie vollständig umschließende zeolithische Körper nicht eine Wiederverkittung solcher Fragmente mit dem Hangenden bewerkstelligte. Die trennenden Lagen zwischen den losgekeilten Theilen und dem benachbarten Gestein sind oft mehrere Linien stark; im Basalte des Alpsteines bei Sontra und des Stoppelberges (Haunack) bei Hersfeld verursacht Mesotyp diese Trennung, in Scheiben von sehr geringem Querschnitte bis zur Dicke eines Zolles; an diesen beiden Orten würden die zeolithreichen Basaltpartien ohne diesen Mörtel ein lockeres Aggregat verbandloser Trümmer sein. Oft ist der Stein in die feinsten Splittern, parallel der erwähnten versteckten Structur, zerschiefert. Zuweilen zieht diese Aufblätterung in concentrischen Schalen rings um die mit zeolithischen Ausscheidungen erfüllten Drusen und Mandeln. In der Umgebung leerer Drusen beobachtet man nichts von einer ähnlichen Zerspaltung des Gesteines, es zeigt sich dieses nur, wie bereits mitgetheilt, an solchen Orten im Allgemeinen vollkommener auskrystallisirt, dasselbe wiederholt sich auch da, wo die zeolithischen Ausscheidungen vorkommen, nur mit dem Unterschiede, daß die zu letzteren contribuirenden Felsstückchen in den verschiedensten Graden durchgewittert sind. Dieser krystallinische Aggregatzustand des Gesteines deutet auf einen ganz ruhigen Verlauf der Abkühlung, welcher jeden Gedanken an eine ursprüngliche Zersplitterung des Basaltes beseitigt, da, wie schon gesagt, auch derartig isolirte Körper von dem Hangenden auf das Liegende niedergefallen wären. Bei weiterer Aufmerksamkeit wird man dieser Kraft, welche bei krystallisirendem Wasser so unzweideutig vorliegt, eine bedeutende Rolle in der Umwandlung der Gebirgsarten einräumen müssen.

*) Neben den hier erwähnten kommen noch zwei Zersetzungsproducte häufiger vor, eines dem Tachylith nahe stehend, ein anderes dem Palagonit sehr ähnliches, sie weichen aber beide auch in dem Verhalten vor dem Löthrohr von jenen Körpern wieder ab, bilden Drusenausfüllungen, oder die Umgebung und Zwischenlagen von Einschlüssen, namentlich des Sandsteines.

und letztere beschränkt sich daher lediglich auf die Umwandlung des Gesteines an der Oberfläche nahen, von Lehm entblößten oder bedeckten und durch den erwähnten Abbau bloßgelegten Stellen und Wänden.

Der schon früher kurz berührten mechanischen Auflösung geht das Verschwinden des Glanzes der halbglasigen Masse und eine sehr dunkle, theils ins Schwarze, theils ins Blaue und Grüne neigende Farbe voran, welche später einer dunklen lauchgrünen Farbe weicht, als deren Begleiter man ganz zarte Glimmerblättchen erkennt.**) Schreitet die Umänderung weiter vor, geht die Farbe ins Gelbe und gelblich Grüne über, dann verschwinden die Embryonen von Glimmer wieder und es spricht sich nun eine vorherrschende Neigung aus zur Ausscheidung der Talkerde als Speckstein, welcher kaolinische Massen hinterläßt, vorzüglich auf den Berührungs- und Reibungsflächen mit dem älteren Basalte. Augit und Olivin lösen sich in sehr kurzer Zeit vollständig auf, noch rascher als in dem älteren Basalte; dem Scheine nach leitet hier das Manganoxydulsilicat den eigenthümlichen Aggregatzustand ein, welchem die weitere Umbildung so rasch folgt, und die ganze Reihe der inneren Zersetzungsproducte des älteren Basaltes scheint zu fehlen.

Nur in dem nördlich gelegenen Bruche findet eine Auslaugung der Oxydulsilicate in einer der beschriebenen ähnlichen Art unter der erwähnten Lehmdecke statt, die graue Farbe und ein erdig-körniger Aggregatzustand zeigen an, daß der Fels bald in mageren unplastischen Thon übergehen wird, wie er die Körner der einzelnen Blöcke schon umschließt. Die lichten Farben, die verhältnißmäßig seltenen Ausscheidungen von Mangan und Abnahme des specifischen Gewichtes beweisen, daß der jüngere Basalt beträchtlich geringeren Gehalt an Mangan- und Eisen-Oxydul hat, als der ältere.

Die eingeschlossenen Stücke des älteren Basaltes verwittern sehr viel weniger.

Der oben erwähnte Fettglanz, das Zerfallen in mageres Aggregat von Thon, welches ein Vorherrschen der Thonerde unter den Basen andeutet, läßt es nicht unmöglich erscheinen, daß die beschriebene jüngere Felsart den Nephilingesteinen angehört, denen sich dann noch andere Basalte der näheren Umgebung und der Rhön anschließen dürften. Vergl. Girard's Discussion seiner Analyse des Basaltes vom Wickenstein in Schlesien.

Bemerkungen über die technische Anwendung des Basaltes.

Die technische Verwendung des Basaltes beschränkt sich auf das Pflastern der Straßen in der Stadt Fulda und auf den Straßenbau. In den letzten 15—18 Jahren hat man die Erfahrung gemacht, daß ein großer Theil der Pflastersteine von kurzer Dauer war, indem dieselben gewöhnlich schon nach dem ersten Winter von oben nach unten zu zerbröckeln begannen, während die älteren Pflaster viele Jahre lagen.**)

*) Ob diese ursprünglich gebildet oder eine Folge der Metamorphose sind, lasse ich unentschieden, im letzteren Falle würden sie indessen bei fortschreitender Verwitterung des Gesteines nicht selbst wieder verschwinden, d. h. zerstört.

**) In diesem erhalten einzelne Steine durch Verwitterung eine ganz lichte Farbe, durch welche sie äußerlich dem Phonolith ähnlich scheinen.

zeigen die Steine im Straßenspflaster eine auffallende Verschiedenheit in ihrem hygroskopischen Verhalten, die meisten werden nämlich bald an der Oberfläche trocken, wenn der Regen nur kurze Zeit aufhört, während andere Stunden und Tage lang naß und dunkel gefärbt erscheinen und wohl auch diesen Zustand bei feuchter Atmosphäre ohne Regenfall annehmen. Die Ursache dieser Erscheinung konnte zunächst nur in der Aggregatform liegen, was eine nähere Untersuchung einiger ausgebrochenen, schadhaft gewordenen Pflastersteine auch vollkommen bestätigte. Der der Atmosphäre zugekehrte Theil war zerbröckelt und unter der lockeren Oberfläche ging der Stein in den körnigen Aggregatzustand über. Der in die Erde oder vielmehr in den Pflastersand eingehende Theil der Steine zeigte dagegen beim Zerschlagen noch die ursprüngliche Beschaffenheit unverändert. Die Bruchfläche ist im Großen fast geradflächig und bei einem flüchtigen Blick würde man denselben für eben und gleichförmig halten. Nähere Betrachtung läßt aber Verschiedenheit in der Farbe erkennen, indem sich Farbenzonen gegen Farbenzonen abgrenzen, welchen auch eine Anordnung der Masseheilchen entspricht, die keine andere als eine versteckt körnige und gewöhnlich mit einem halb glasierten Zustand des Basaltes vergesellschaftet ist. In diesem körnigen Gefüge, in der Verbindung der Atome, die einen hohen Grad von Porosität oder Capillarität bewirkt, liegt also der Grund, daß die Massen nach einem Regen länger feucht bleiben, indem das Wasser in größerer Menge tiefer in das Gestein dringt und von einer größeren Adhäsionskraft länger zurückgehalten wird. Die Kraft der capillarischen Einpressung des Wassers, der Uebergang desselben in die Gasform lockern den Zusammenhang des Basaltes allmählig, und zwar in dem Maße rascher, als Regen und trockenes Wetter häufiger wechseln. Das Gefrieren der Wasser in den feinen Zwischenräumen während des Winters vollendet die Zerstörung. Aus diesem Verhalten erkennt man die Uebereinstimmung der zerbröckelnden Pflastersteine mit dem jüngeren Basalte, welchem dieselben, wie sich bei näherer Nachforschung fand, entnommen sind. Bei Anlage des neuen städtischen, jetzt auch schon wieder verlassenen Steinbruches auf der Ostseite des Berges, wählte man unglücklicherweise die so ungünstige Stelle in dem jüngeren Basalte, in welcher der Bruch die größere Zeit seines Betriebes stand; erst in den letzteren Jahren wurde nach Durchbrechung der jüngeren Partien der ältere Säulenbasalt erreicht. Ein Versuch, welchen der Aufseher über die städtischen Arbeiter, Herr **Schmalz**, machte, indem er ein kleines Pflaster aus Steinen der Ostseite (des jüngeren Basaltes), und daneben ein solches von Steinen aus dem älteren, Säulenbasalt, legen liefs, führte zu demselben Resultate; erstere zerbröckelten, nachdem sie einigemal mit Wasser übergossen worden waren, letztere blieben unverändert. Die vorstehenden Erfahrungen dürften vielleicht für die Praxis einigen allgemeineren Nutzen haben.

Den oben angegebenen Kennzeichen des körnigen, zum Pflastern untauglichen Basaltes kann man noch ein anderes begeben: sie zeigen nämlich, wenn sie eben frisch aus dem Felsen gebrochen werden und die Luft sie noch nicht ab- und austrocknen konnte, auf der feuchten Bruchfläche nasse Flecken, als wären Wassertropfen darauf gefallen, welche nach kurzer Zeit verschwinden.

Wie weit die chemische Zersetzung zur mechanischen Zerstörung des Gesteines beiträgt, geht aus den eben mitgetheilten Thatsachen hervor.

Die aus den geschilderten und ähnlichen Umständen erwachsenden nachtheiligen Folgen vermeidet man ganz, wenn die Pflastersteine mehrere Jahre vor ihrem Einsetzen der Wirkung der Atmosphäre und namentlich der winterlichen ausgesetzt werden, welche die zerfallenden unbrauchbaren Steine bald markirt. Früher wird diese Entscheidung herbeigeführt, wenn man die Steine der Sonnengluth aussetzt und häufig mit Wasser begießt, was freilich nur bei einer allgemeinen Untersuchung einer größeren Felsmasse auf Tauglichkeit zum Pflastern an wenigen Stücken Anwendung finden, aber nicht wohl an jedem einzelnen Pflasterstein ohne großen Zeit- und Kosten-Aufwand geschehen kann.

XII.

Die einheimischen Copepoden.

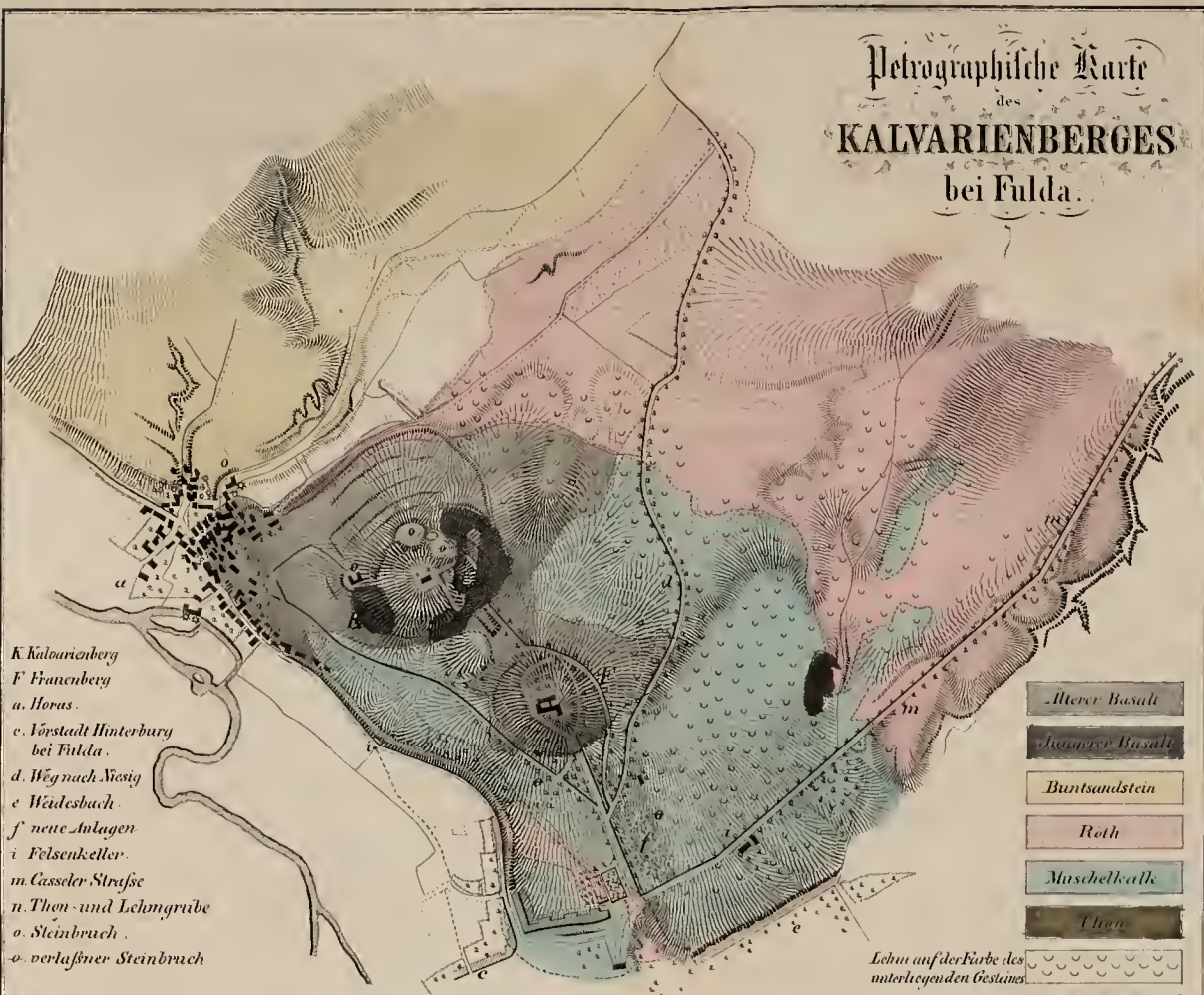
Eine kurze Notiz zur Localfauna Giefsens.

Von Herrn Dr. C. Claus.

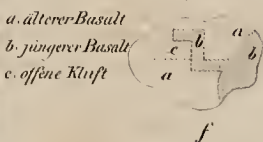
Die Umgegend Giefsens bietet eine große Fülle und Mannigfaltigkeit von Geschöpfen, namentlich aus den Classen der landbewohnenden Insekten und Arachniden, aber auch unter den Wasserthieren stellt sie ein nicht minder reichhaltiges Material, vorzüglich aus den Abtheilungen der niederen Crustaceen, der frei lebenden Entomostraken, dem Naturforscher zu Gebote. In allen Teichen und Tümpeln, in allen Gräben und Pfützen lebt es von kleinen niedlichen Thierformen, die dem unbewaffneten Auge nur in den äußersten Umrissen kenntlich sind und mit Rücksicht auf Bau und Organisation erst durch das Mikroskop unseren Beobachtungen zugänglich gemacht werden. Mit einem Zuge schöpft man oft Hunderte dieser interessanten Geschöpfe und ist leicht im Stande, ihr Leben und Treiben, freilich nur in den allgemeinsten Zügen zu studiren.

Die Gruppe der Copepoden war es vorzüglich, mit deren Untersuchung ich mich im Laufe des vergangenen Jahres beschäftigte; ich unterwarf nicht nur Gestalt und Organisationsverhältnisse derselben einer genaueren Prüfung, sondern war auch namentlich bemüht, die schon längst als nothwendig erkannte Zurückführung der *Cyclops quadricornis* genannten Formen auf ihre natürlichen Arten auszuführen. Die gewonnenen Resultate theilte ich schon in meiner Inauguraldissertation und im Archiv für Naturgeschichte von Troschel mit; gegenwärtig liegt es mir nur ob, das, was von mehr localem Interesse ist, kurz zu besprechen.

Petrographische Karte des KALVARIENBERGES bei Fulda.



Horizontaler Durchschnitt des Kalvarienberges
auf der Sohle des alten städtischen Steinbruches



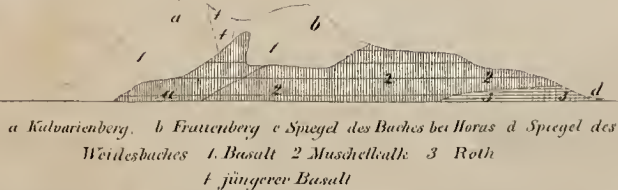
S.W.-N.O. Durchschnitt des Frauenberges



S.W.-N.O. Durchschnitt
im alten städtischen Steinbruch (Nordostseite des Berges)



N.W.-S.O. Durchschnitt des Kalvarienberges



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde](#)

Jahr/Year: 1857

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Gutberlet Wilhelm Karl Julius

Artikel/Article: [Geognostische und geologische Beobachtungen über den Kalvarienberg bei Fulda. 83-117](#)