

## II. Die petrographische Beschaffenheit der im Grazer Devon vorkommenden Tuffe.

Von Joh. Terglav.

Als Fortsetzung der hohen Tauern zieht sich eine Hauptkette aus krystallinischem Gestein, die Wasserscheide zwischen der oberen Mur und der Drau bildend, an der Grenze zwischen Steiermark und Kärnthen in östlicher Richtung hin. Wo die Grenze dieser beiden Länder nach Süden umbiegt, gabelt sich die Kette in eine südöstlich streichende, die Koralpe, an deren südlichem Ende ihr der Bacher quer vorliegt, und eine nordöstliche, die Kleinalpe und die Mürzthaler Alpen, die mit dem Wechsel, an der Grenze von Niederösterreich, Steiermark und Ungarn endigt. Die Mürzthaler Alpen entsenden einige niedrige Ketten nach Südost, die sich allmählig in der Ebene verlieren.

Durch die Koralpe, die Gleinalpe, und die Mürzthaler Alpen und die Nebenketten der letzteren wird eine S.-O. offene Mulde umschlossen, welche von einem mächtigen Schichtencomplexe aus Thonschiefer, Quarzit und Kalkstein ausgefüllt ist, die F. Unger schon im Jahre 1839 in Folge der Bestimmung einer Anzahl von Petrefacten vom Kamme des Plawutschberges bei Graz als devonisch erkannte. Graz liegt an der südlichen Grenzlinie desselben, und der Grazer Schlossberg mitten in der Stadt besteht aus dolomitischem Kalk, welcher am nördlichen Fusse zahlreiche Krinoiden und in den höheren Schichten Spuren derselben Korallen enthält, die am Plawutsch gefunden wurden. Im Süden wird diese Formation vom Tertiär und Alluvium begrenzt, mit Ausnahme einer kleinen Strecke beim Bad Radegund, n.-ö. von Graz, wo am Fusse des Schöckel das krystallinische auch im Süden auftaucht.

Dieses Devon ist mächtig entwickelt und reich gegliedert, aber, besonders in seinen tieferen Schichten sehr arm an Petrefacten.

Es beginnt mit Schiefen und Kalksteinen, auf diesen lagern Quarzite, hierauf an manchen Punkten Tuffe und Diabase. Die oberen Glieder sind Kalksteine, die öfter Korallen mit sich führen. Am Steinberg südwestlich von Graz erscheint als höchste Stufe ein Clymenienkalk.

Die schwierig erkennbaren Tuffe im Devon der Umgebung von Graz sind Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Herr Director Tschermak, der die paläozoischen Tuffe schon seit längerer Zeit verfolgt, und schon früher am Semmering, später in der Umgebung von Graz, die hierher gehörigen Gesteine einer Untersuchung unterwarf, betraute mich nun mit der genaueren Prüfung der Grazer Tuffe, welche ich auch an ihrer Lagerstätte aufsuchte. Für diese Anregung und für die überaus freundliche Unterstützung, welche mir Herr Director Tschermak während dieser Arbeit im petrographischen Universitätsinstitute zu Wien angedeihen liess, erlaube ich mir nun meinen wärmsten Dank auszusprechen. Auch seinem Assistenten Herrn Dr. Neminar bin ich für dessen bereitwillige Hülfeleistung sehr verpflichtet. Bei der Ausarbeitung des geologischen Theiles wurde ich endlich von Herrn Professor Peters in Graz bestens unterstützt, wofür ich ihm hier den innigsten Dank zu sagen mir erlaube.

### Geologische Uebersicht.

Das untersuchte Material stammt vom Plawutsch- und Göstingberge in der unmittelbaren Nähe von Graz. Hier kommen Lager eines Tuffes vor, der zuerst von Herrn Prof. Peters aufgefunden und als Diabastuff angesprochen wurde.

Die Lagerungsverhältnisse werden sich am besten durch ein schematisches Profil, Fig. 1, combinirt vom Plawutsch- und Göstingberge, erläutern lassen.<sup>1)</sup> Die Schichtenreihe beginnt mit einem graugrünen Thonschiefer, dem Semriacher Schiefer (*a*), nur am Göstingberg sichtbar. Dann kommt eine wenig mächtige Schichtenreihe (*b*), als tiefstes am Plawutsch in grossen Steinbrüchen schön aufgedeckt, der Kalkschiefer. Er besteht aus schwarzen, manchmal ganz dünnen Kalkschichten, durch schwarze, graphitische Schieferblätter von einander getrennt. Hie und da führt er Krinoidenstiele. Darauf folgt die mächtige Dolomitstufe, eine Wechsellagerung von feinkörnigem Quarzit (*c*) und dünn geschichtetem, dunklem, dolomitischen Kalk (*d*) in zahlreichen Lagen, im Profil nur schematisch angedeutet. Der schwer verwitternde Quarzit bildet auf dem gedehnten Rücken des Göstingberges zwei vorspringende Felszacken, von denen der erste, der Jungfernsprung, in wilden Abstürzen fast senkrecht zur Mur abfällt, der zweite aber die Ruine Gösting trägt. Auf diese Stufe folgt auf beiden Bergen eine schwache Einsattlung, in welcher, obwohl sehr von Vegetation und Humus verdeckt, ein Tuff (*e*) ansteht.

Darauf folgt an beiden Orten ein steiler Hang aus dunklem Kalk. Am Gipfel des Plawutsch ist in diesem eine Korallenbank (*g*) entblösst, welche die meisten und schönsten Petrefacten, besonders Korallen geliefert hat. Von diesen sind am häufigsten Arten von Favosites, Astraea, Heliolitis, besonders *H. porosa* M. Ed. et H. Hier fand sich auch *Pecten grandaevus*, schon von Unger in seinem Verzeich-

<sup>1)</sup> In der Bezeichnung der Schichten folge ich Clar, der in den Verh. d. geol. Reichsanst. 1874. Hft. 3. Eine Gliederung der steirischen Devonformation versuchte.

## [3] Die petrographische Beschaffenheit der im Grazer Devon vorkommend. Tuffe 209

nisse der Plawutschpetrefacten angeführt, und 1875 von Grazer Studirenden neuerdings gefunden.

Von Brachiopoden werden von Stur (Geol. der Steiermark) Durchschnitte von *Orthis* angeführt. In jüngster Zeit fand ich Spuren, die wahrscheinlich einem *Spirifer* angehören. Auf einem in der Fürstenwarte, einer Steinpyramide am Gipfel des Plawutsch, eingemauerten Stein fand sich ein dreieckiger Abdruck mit einer Furche von einem Eck (Schloss) zur Mitte der gegenüberliegenden Seite (Schalenrand), so, dass das Ganze gut zu einem Abdruck der flachen Deckelschale eines *Spirifer* stimmt. An einem andern Stein fand ich einen gerieften Schalenrand, der auch von einem *Spirifer* sein könnte. Ein im September 1875 von Herrn Hofrath R. v. Hauer gefundener Steinkern hat mit der im Bleiberger Kohlenkalkschiefer häufigsten Art *Productus latissimus* Sow. eine auffallende Aehnlichkeit. Doch kann wohl durch einen einzigen Rest die bisher massgebende Formationsbestimmung nicht in Frage gestellt werden.

An anderen Stellen desselben Bergzuges, dessen nördliches Ende der Plawutsch bildet, stecken im Kalk zahlreiche Spuren eines grossen Zweischalers, die als weisser Kalkspath im dunklen Kalk trefflich hervortreten und ihm in Verbindung mit weissen Kalkspathadern ein marmorirtes Ansehen geben. Dies Petrefact hat nach der Meinung des Herrn Prof. Peters die grösste Aehnlichkeit mit *Megalodus cucullatus*. Daneben finden sich spärliche Reste von *Orthoceras regulare* und *Clar* entdeckte die Spur eines Trilobiten. In gewissen Thonschieferigen Zwischenmitteln der Kalkschichten sind zahlreiche Cypridinen enthalten.

Von Plawutsch durch ein mit Tertiär ausgefülltes Thal getrennt, steht westlich, bei Steinbergen (recte am Steinberg) ein Kalk an mit *Clymenia laevigata*, der also das oberste Glied des Devons repräsentirt, gleich den rheinischen Kramengelkalken.

Oestlich von Plawutsch ragt aus dem Alluvium knapp am rechten Murerfer ein Thonschieferfelsen heraus, der Kalvarienberg am nördlichen Ende von Graz, und diesem gegenüber am linken Murerfer erhebt sich der Rainerkogel, derselbe Thonschiefer, der weiterhin gegen Osten vom Tertiär bedeckt ist, auf der Platte aber wieder ansteht. Diese offenbar zusammengehörigen Schiefermassen sind Clars Semriacher Schiefer. Oestlich von der Platte,  $\frac{1}{2}$  Meile östl. von Graz bei Maria Trost steht noch der „Schöckelkalk“ an. Seine stratigraphische Stellung ist noch fraglich, und seine künftige Einbeziehung zur obern Silurformation möglich.

Wir haben also bei Graz mit Ausnahme des „Grenzphyllits“ das ganze Devon von den ältesten Gliedern im Osten bis zu dem Clymenienkalk im Westen vor uns, wie es in Fig. 2 schematisch veranschaulicht ist.

Fig. 2.

- |                         |                             |
|-------------------------|-----------------------------|
| <i>s</i> Schöckelkalk.  | <i>e</i> Tuff.              |
| <i>th</i> Thonschiefer. | <i>c</i> Kalk mit Corallen. |
| <i>b</i> Kalkschiefer.  | <i>cl</i> Clymenienkalk.    |
| <i>d</i> Dolomitstufe.  | <i>t</i> Tertiär.           |
| <i>a</i> Alluvium.      |                             |

Durch Petrefacten sind nur der Korallen führende Kalk über dem Eruptivgestein als Mitteldevon (durch *Heliolites porosa* und der Clymenienkalk als Oberdevon charakterisirt. Die unteren Glieder enthalten höchstens Krinoidenstiele (Kalkschiefer und Schöckelkalk) und gelten vorläufig als Repräsentanten des untern Devon. Das Eruptivgestein bildet also die Grenze zwischen dem untern und mittleren Devon. Die Schichtfolge bei Graz würde demnach mit Ausnahme des Diabas mit der rheinischen und mitteldeutschen übereinstimmen, und es könnte füglich gedacht werden, dass das Eruptivgestein in den Alpen früher als am Rhein und wie es scheint, in der paläozoischen Zeitperiode zu wiederholten Malen zum Durchbruch gelangt wäre. Man kennt es bislang nur vom Hochlantsch, wo es am nördlichen Gehänge (Teichalpe) in grossen Blöcken, an der Südseite (Breitenau) in normaler Lagerung gefunden wird.

Auf Felsarten von der Teichalpe, welche mit den Nassauer „Aphaniten“ von der Weilburg grosse Aehnlichkeit haben, bezieht sich eine Notiz von Clar. Eine genauere mikroskopisch-chemische Untersuchung derselben steht noch zu erwarten; hier soll nur vom schieferrigen Gestein gehandelt werden, welches als Tuffablagerung mit jenem in Verbindung zu stehen scheint.

Was die Lagerung des Tuffes anbelangt, so liegt derselbe am Plawutsch und Göstingberg, unmittelbar auf Quarzit. Am Plawutsch lässt sich dies in einem Wasserriss unmittelbar beobachten; auf Gösting aber fand ich in den Trümmern der Ruine einen Block, an welchem dem Tuff ein Streifen Quarzit anhängt, und es liess sich davon ein Handstück schlagen, welches halb aus Quarzit, halb aus Tuff besteht. Hiedurch ist der Contact dieser beiden Gesteine auch auf Gösting sichergestellt.

An beiden Orten steht der Tuff in einer kleinen Einsattlung an, hinter welcher sich das Kalkgehänge steiler emporhebt. Die Einsattlung an der Stelle des Tuffes ist wohl nur eine Folge der leichteren Verwitterung desselben. Seine Mächtigkeit ist im Verhältniss zu den übrigen Gliedern jedenfalls gering, lässt sich aber wegen Mangel an vollständigen Aufschlüssen nur annähernd schätzen und dürfte 20 M. kaum übersteigen.

### Petrographische Beschaffenheit des Tuffes.

Das wohlgeschichtete Gestein erscheint in seinen unzersetzten Bestandtheilen zumeist braun, mitunter in ziemlich dunkeln Nuancen, zeigt eine grosse Festigkeit, ist äusserst zäh und dabei milde. An diesem Gestein bemerkt man bald ein gesprenkeltes Aussehen. Es stecken nämlich in der aus dem feinsten Schlamm abgesetzten Bindemasse braun bis schwarz gefärbte Trümmer. Diese sind meist abgerundet, viele geradezu kugelförmig von den kleinsten bis zur Faustgrösse schwankend.

In gewissen Lagen kommen nur kleine, etwa hanfkorngrosse Trümmer vor, wobei sich, durch wechselnde Lagen von kleineren und

grösseren, eine Art Schichtung bildet. Eine andere bemerkenswerthe Varietät enthält nur einzelne Trümmer von der grössten Art in der sonst gleichartigen Bindemasse eingeschlossen.

Ellipsoidische Einschlüsse liegen mit der Flachseite der Schichtung parallel und bewirken eine Art Parallelstructur, wie sie Conglomeraten eigenthümlich ist. Das Mengenverhältniss der Bindemasse und der Einschluss-Trümmer ist sehr wechselnd, da bald die erstere, bald die letzteren überwiegen. In der Regel herrscht die Bindemasse vor. In seltenen Fällen trifft man auch ein kleines Quarzgeschiebe an.

Die Farbe der Trümmer ist bei den einen schwarz, bei den anderen braun. Diese beiden Arten zeigen ausser der Farbe auch einen andern, dem blossen Auge auffallenden Unterschied. Die schwarzen sind gewöhnlich porös, mögen sie auch sehr klein sein, und in frischester Bindemasse stecken. Die Poren sind bis hirsekorngröss und an den Wänden stets mit gelbem Ocker bekleidet. Hiedurch verrathen sich auch die kleinsten dieser Art, da man in dem Gestein Haufen von ockergelben Poren sieht, und dadurch aufmerksam gemacht sehr leicht erkennt, dass sie den schwarzen Trümmern angehören. Diese Poren rühren wahrscheinlich von zersetzten und weggeführten Bestandtheilen her. Die braunen Trümmer sind compact, aber von einzelnen Sprüngen durchsetzt, ähnlich den Linsenknollen im Septarienthon. Die Sprünge haben ungefähr die Richtung des kleineren Ellipsoiddurchschnittes, sind unter einander parallel, klaffen in der Mitte am meisten und keilen sich gegen die Oberfläche des Ellipsoids aus. Daher bemerkt man am unversehrten Einschluss keine Sprünge, beim Zerschlagen aber zerfällt er am leichtesten nach den vorhandenen Spalten. Die Spaltwände sind von einer dünnen Ockerkruste bedeckt. Wohl nicht alle, aber gewiss die meisten der braunen Trümmer, die nicht allzu kleine Dimensionen haben, sind in dieser Art zerklüftet.

In der dichten Grundmasse der Einschluss-Trümmer bemerkt man porphyrisch ausgeschiedene Kryställchen, die leicht als Feldspathe zu erkennen sind. In den schwarzen Trümmern sind sie viel häufiger und grösser, als in den braunen, fallen aber durch ihr mattes Aussehen und eine grünlichweisse Farbe auf, was auf Zersetzung ihrer Substanz deutet. In den braunen sind sie oft so klein, dass sie nur durch den Glanz der Spaltfläche als feine Leisten dem blossen Auge sichtbar werden. So viel man mit freiem Auge beurtheilen kann, wird man sie, wegen vollständigen Mangels einer Riefung ihrer Spaltflächen für Orthoklas halten.

Die Bindemasse hat eine nach dem Zersetzungsstadium, in dem sie sich befindet, wechselnde Beschaffenheit. In den frischesten Varietäten ist sie dunkelrothbraun, dunkler als die braunen Einschluss-Trümmer. Sie ist meist gefleckt durch kleine Trümmer, und nur gewisse Schlieren sind einfarbig, weil frei von Einschlüssen. Sie ist mild, von geringer Härte und lässt sich leicht mit dem Messer schaben. Die Lagen von reiner Bindemasse kommen in welligen, bald auskeilenden Schlieren vor, an welchen eine beginnende Zersetzung am leichtesten bemerkbar ist. Diese giebt sich durch eine Farbenänderung kund. Die unzersetzte Masse ist dunkel, fast schwarz, aber jedenfalls mit einem

Stich ins Braune. Im ersten Stadium der Zersetzung zeigt die Masse ein dunkles, schmutziges Graugrün. Ist die Zersetzung weiter vorgeschritten, so geht die Farbe in ein lichtiges, weissliches Grün über, die Masse wird ganz weich und erhält ein talkähnliches Aussehen. Die eingeschlossenen Trümmer aber behalten noch lange in der zersetzten Bindemasse ihr charakteristisches Aussehen bei. Endlich werden sie auch weisslich und verfließen mit der zersetzten Bindemasse. In diesem Stadium der Zersetzung zeigt sich am deutlichsten eine Bänderung auf dem Querbruch. Da die Zersetzung in den einzelnen Lagen ungleich vorschreitet, so treten weichere und härtere, helle und dunkle Streifen auf, indem sich die Schichten sehr auffallend von einander abheben.

Die Streifen ziehen sich wellig um die Trümmer, stauen sich an ihnen, verschmälern sich zwischen einzelnen nahe liegenden Trümmern, um sich jenseits derselben in ihrer ursprünglichen Breite fortzusetzen. Ein solches Gestein gewährt in seiner typischen Ausbildung den Anblick, als wären die einzelnen Lagen in Teigconsistenz mit den festen Trümmern über einander geschichtet und hierauf beschwert worden, wodurch sie sich etwas gestreckt und wellige Formen angenommen hätten, aber deutlich beeinflusst durch die festen Trümmer.

Das Endstadium der Zersetzung ist eine structur- und schichtungslose weisslichgrüne Masse, ähnlich dem Agalmatolith oder einem grünen Speckstein. In der schmutzigfarbigen Hauptmasse stecken kleine linsenförmige Partien einer rein apfelgrünen, durchscheinenden Substanz, unter einander parallel und wohl die einzigen Zeichen einer ehemaligen Schichtung.

### Krystalle in der Bindemasse.

In der Bindemasse sind porphyrartig Krystalle eingebettet, deren Spaltflächen auf dem Bruch stark glänzend hervortreten. Man erkennt sie unschwer als Feldspathkrystalle. Sie sind nicht sehr zahlreich. In einer talkähnlichen Varietät mit ausgezeichneter Schichtung, in der die Trümmer bis auf geringe Spuren vermischte sind, erhielten sich die Feldspathe noch grossentheils frisch, und heben sich grell fleischroth von der grünen Masse trefflich ab.

Diese Feldspathe sind immer makroskopisch, wenn nicht schon am derben Stück, doch am Schliff deutlich hervortretend. Der grösste der gefundenen Krystalle stammt von Gösting und ist einen Centimeter breit und eben so lang. Die Farbe der ganz frischen ist intensiv fleischroth, bei eintretender Zersetzung aber verblasst sie.

Der vollständige Mangel einer Riefung auf der Spaltungsfläche weist schon auf Orthoklas hin. Auf Gösting fanden sich nur einige grössere Kryställchen, die auf der Spaltungsfläche nach (001) sehr deutlich den Karlsbader Zwilling zeigen. Sie sind in der Bindemasse eingewachsen und in der Prismenzone vollständig mit den Flächen (101) und dem Klinopinakoid (010), nach welchem sie tafelförmig ausgebildet sind. Mit blossem Auge zu urtheilen sind daher die Feld-

[7] Die petrographische Beschaffenheit der im Grazer Devon vorkommend. Tuffe. 213

spathe entweder einfach oder Karlsbader Zwillinge, somit Orthoklas. Auch die stets fleischrothe Farbe spricht sehr für Orthoklas.

In der specksteinartigen Varietät bemerkt man Spuren von Pyrit, zumeist jedoch schon in Limonit umgewandelt.

### Mikroskopische Beschaffenheit der Bindemasse.

An der Bindemasse sind einerseits die porphyrisch ausgeschiedenen Feldspathe, andererseits die Grundmasse zu unterscheiden.

#### Der Feldspath.

Die vollkommen frischen Feldspathkrystalle haben eine im allgemeinen wasserhelle Substanz, die aber bei geringer Vergrößerung von wolkigen Flecken und geraden oder etwas gekrümmten Streifen getrübt erscheint. Selten ist der ganze Querschnitt trüb, sondern es besteht der grösste Theil eines Feldspathschnittes aus absolut wasserheller Substanz. Die Streifen stehen mit den Wolken häufig in Verbindung, als mündeten sie in dieselben. Bei starker Vergrößerung lassen sich die trüben Stellen in ein Haufwerk von Stäbchen und Punkten auflösen, an denen eine schwarzbraune Farbe deutlich wahrnehmbar ist. Die Punkte sind wohl nichts anderes, als senkrecht auf dem Gesichtsfelde stehende Stäbchen. Sie können füglich nichts anders als eine Eisenverbindung sein, und ihre Farbe und Stäbchenform deutet auf Goethit.

Die Feldspathe kommen in krystallographisch begrenzten Individuen eingewachsen vor und erweisen sich im polarisirten Licht ganz übereinstimmend mit dem Ergebniss, welches man mit freiem Auge erzielt, als einfach oder als Karlsbader Zwillinge. In manchen Krystallen sind die Pigmentstreifen dem Rande parallel eingelagert, wodurch eine Schalenstructur bewirkt wird. Nur bemerkt man, dass diese Streifen längs einer den Schnitt halbirenden Linie gegen einander verschoben sind. Auf der einen Seite hört der Streifen wie abgeschnitten auf, und in seiner Fortsetzung kommt ein heller. Das Centrum des Durchschnittes findet man auf der einen Seite hell, auf der anderen getrübt, und die trübe Wolke an der Mittellinie scharf und geradlinig abgeschnitten. Im polarisirten Licht stellt sich diese Scheidungslinie als Zwillingsgrenze heraus. In diesem Falle kann man also einen Zwilling auch im gewöhnlichen Licht erkennen, da sich die beiden Zwillingindividuen durch die ungleiche Streifung kenntlich machen.

In den zersetzten Varietäten findet man oft Krystalle mit unregelmässigen Sprüngen und vielen parallelen Spaltlinien, die indess den frischen Krystallen in frischer Grundmasse fehlen.

Ihre Vertheilung in der Bindemasse ist ungleichförmig. Gewöhnlich sind sie um so häufiger und grösser, je häufiger die kleinen Trümmer sind. Doch kann man in den ganz homogenen Schlieren Feldspathe eingewachsen finden. In den Fällen, wo die Bindemasse sehr viele und sehr kleine Brocken enthält, sind die Feldspathe am grössten und zahlreichsten, und bilden wohl ein Viertel der Gesamtmasse.

### Die Grundmasse.

Die Grundmasse der ganz frischen, schwarzbraunen Bindemasse besteht aus einer völlig structurlosen, wasserhellen Substanz mit einfacher Lichtbrechung. In diese sind die theils schwarzen, theils rothen Mineralpartikel eingebettet, so klein, dass sie bei geringer Vergrößerung nur als Staub erscheinen. Bei starker Vergrößerung stellen sich die schwarzen Partikel als kuboinische Körnchen dar, die rothen aber zeigen vielzackige Formen, als ob sie zerzupft wären. Die ersteren sind als Magnetit, die letzteren als Hämatit anzusehen. Diese beiden Mineralien sind nicht gleichmässig vertheilt, sondern bald sind die einen bald die anderen im Uebergewicht, und hiernach wechselt auch die Farbe. Ausserdem sind die rothen fast immer zu Wolken im Schliiff vereinigt, daher schon mit freiem Auge im Präparat dunklere Flecken bemerkbar sind.

Im polarisirten Licht bemerkt man bei gekreuzten Nicols einzelne helle, nur bei starker Vergrößerung schärfer hervortretende Leistchen, deren Langseiten von parallelen Linien begrenzt werden, und die eine sehr grosse Polarisations-Intensität zeigen. Wo die Feldspathe nur ganz schwache Färbung haben, sind die Leistchen vollkommen hell und zeigen allerlei grelle Farben.

Bei aufmerksamer Beobachtung sieht man auch breitere Blättchen, die ähnlich, aber schwächer polarisiren. Zwischen den breitesten Blättchen und den schmalsten Leisten gibt es alle Zwischenstufen. Demnach ist das Mineral, das hier wie ein Mikrolith die einfach brechende Substanz durchschwärmt, in feinen Schüppchen ausgeschieden, wobei die Leistchen als senkrecht auf der Bildfläche stehende Schüppchen anzusehen sind. Sie gehören höchst wahrscheinlich einem Mineral der Glimmerfamilie an. Je mehr die Bindemasse zersetzt ist, um so mehr häufen sich die polarisirenden Schüppchen und zugleich tritt eine grünliche Farbe auf. Der Farbe nach werden sie einem chloritartigen Mineral angehören.

Man hat also als Bestandtheile der Bindemasse porphyrische Feldspathe, kleine klastische Quarzkörner, eingelagert in einer wasserhellen einfach lichtbrechenden, durch Magnetit und Hämatit gefärbten Grundmasse, in welcher nach Art von Mikrolithen Schüppchen einer individualisirten Substanz ausgeschieden sind.

### Zersetzte Bindemasse.

Das erste Zersetzungsstadium besitzt eine graugrüne dunkle Farbe. Die Grundmasse hat zahlreichere polarisirende Schüppchen, die an vielen Stellen Haufen bilden und die formlose Substanz verdrängen. Unter den färbenden Flittern bemerkt man wenig rothe und schwarze, die meisten sind opakgrün. Hie und da ist das ganze durch Limonit ockergelb gefärbt. Bei vollendeter Zersetzung ist die ganze formlose Grundmasse in die Schüppchen verwandelt worden und zeigt Aggregat-

[9] Die petrographische Beschaffenheit der im Grazer Devon vorkommend. Tuffe. 215

polarisation. Dieses mikrokristallinische Aggregat ist nicht mehr wasserhell, sondern hellgrün.

Der Magnetit und Hämatit, sowie die opakgrünen Flitter des ersten Stadiums sind verschwunden. Die Färbung ist also hier an die Grundmasse selbst gebunden und ist auch dort am reinsten, wo die Grundmasse am reinsten ist. Es gibt nämlich unter den parallelen Bändern, wie sie vorhin beschrieben wurden, gewisse rein apfelgrüne zwischen den übrigen verschiedentlich weisslichgrünen, welche im Schliff ganz durchsichtig werden und nur aus der grünlichen schuppigen Substanz bestehen. Dieselbe Substanz findet sich auch sonst nicht selten in isolirten oder zusammenhängenden Partien, zwischen den übrigen Bestandtheilen zersetzter Varietäten, und zeigt im Mikroskop immer die gleiche Beschaffenheit. Die weisslichgrünen Partien bestehen aus derselben Grundmasse, in die jedoch ein opakweisser Staub eingelagert ist. Daher liefert das Gestein um so undurchsichtigere Schriffe, je mehr im auffallendem Lichte das Weiss vorherrscht. Ganz weisse Partien sind ganz undurchsichtig.

Zwischen dem eben beschriebenen Stadium der vollendeten Zersetzung und dem der beginnenden giebt es für die Färbung noch ein mittleres, in welchem sich der weisse Staub neben dem ursprünglichen grünen, rothen und schwarzen einstellt, wodurch verschiedene Abstufungen von weiss, grün und braun entstehen.

Das Mikroskop zeigt es klar, dass die oben makroskopisch beschriebene Bänderung nur durch die nach den Schichten wechselnde Dichte der opaken, weissen und dunklen Staubmassen bewirkt wird. Hierbei ist vorzugsweise der weisse Staub betheilig, der eine im Mikroskop auf den ersten Blick auffallende, stromartige Textur hervorbringt, die allerdings hier nur Folge der Schichtung und nachfolgende Quetschung der Schichten ist.

Eine andere Varietät mit wenig ausgeprägter Paralleltexur zeigt eine andere Textur. Sie besteht aus etwa erbsenogrossen Trümmern, viel Feldspathkrystallen und der apfelgrünen Masse, welche letztere mit den beiden ersteren Bestandtheilen so verbunden ist, als ob die Zwischenräume dieser mit jener ausgegossen worden wären. Selbstverständlich hat diese Art von Stromtextur nicht das geringste mit der Mikrofluctuationstexur gemein; sie ist vielmehr eine eigenartige, aber nichts desto weniger deutlich ausgesprochene Fluidaltexur, bei deren Bildung der Druck auf eine geschichtete, theilweise plastische Masse und ausserdem Zersetzungsverhältnisse mitwirkten.

In der steatitartigen Varietät ist die Lagentexur ganz verwischt. Die weisse, trübende Masse ist in Flocken verstreut, die mit einander durch Ausläufer zusammenhängen und ein Adernetz bilden, dessen Maschen von reiner grünlicher, schuppiger Substanz eingenommen werden. Es sind die Schuppen der einen Hälfte zwillingsartig gegen die der anderen gestellt, in jeder Hälfte aber die Individuen unter einander gleich orientirt. Vielleicht ist dies die Folge der Umwandlung eines Karlsbader Zwillings, bei welcher sich die entstandenen Schüppchen zu den Theilchen des ursprünglichen Krystalls gesetzmässig orientirten.

Ausser dieser hellgrünen, durchsichtigen, feinschuppigen Substanz, welche überall die Hauptmasse der zersetzten Bindemasse bildet, erscheint ziemlich häufig noch ein schwach trübgrün durchscheinendes, im auffallenden Licht schwefelgelbes bis schmutziggrünes Zersetzungsproduct. Es erscheint in rundlichen, hie und da Haufwolken ähnlichen Balken und bogenförmigen Streifen und bildet oft einen Saum um kleine Einschlüsse und Feldspathe. Es ist meist von schwarzen und rothen Streifen durchzogen, und manchmal vollkommen schwarz und undurchsichtig in gewissen Partien. In sehr zersetztem Gestein enthalten die rundlichen Haufen dieser Masse in einiger Entfernung vom Rande ein schmales rothes Band, das dem Rande und allen Ein- und Ausbuchtungen desselben parallel folgt. Ausserhalb desselben ist der Saum der Ballen etwas lichter, also auch die Masse verschieden von der innerhalb des Bandes. Dieses ist demnach die Grenze einer zweiten von aussen nach innen fortschreitenden Zersetzungszone.

In einigen Fällen erscheint diese Masse in Krystallumrissen, bildet also Pseudomorphosen. In einigen braunen Trümmern trifft man dunkle Stängel, die aus derselben Masse bestehen, durchzogen von unregelmässigen Streifen von rother und brauner Farbe. Diese Pseudomorphosen konnten sich unmöglich nach Feldspath gebildet haben, obwohl sie dessen Umrisse zu haben scheinen, da sie neben ganz frischen Feldspathen vorkommen, und da auch die übrige Grundmasse unzersetzt ist. Sie können aber ganz gut metamorphosirte Hornblende sein, um so mehr, als in ähnlicher Weise unverkennbare Hornblendespuren vorkommen. An einer Stelle hat diese Masse die Umrisse eines Krystalles, die sich als Augit deuten liesse, die Deutung ist aber wegen des vereinzelt Falles unsicher. Der äusserste Rand ist hier ganz schwarz, dann kommen zwei Zonen, die an einem der schmalen Enden am breitesten sind, an den beiden Langseiten sich verschmälernd fortziehen und auskeilen. Die äussere, zugleich breitere ist schwach röthlich, die innere intensiv roth, worauf das übrige die grünliche Masse einnimmt.

Dies Zersetzungsproduct kommt auch noch in anderen Formen vor, die hin und wieder eine sehr feine parallele Streifung zeigen und theilweise geradlinig begrenzt sind. Die Streifung verräth uns einen Glimmer, der noch die Spur seiner Lamellarstructur beibehalten hat. Diese ist nur an den dunklen Stellen zu erkennen, an den grünen ist alles verwischt, was zugleich zeigt, dass die grüne Farbe ein weiteres Zersetzungsstadium kennzeichnet, als die schwarze.

Es ist demnach wahrscheinlich, dass Pseudomorphosen von Hornblende und Glimmer, vielleicht auch von Augit in dieser opakgrünen bis schwarzen Masse vorlagen.

### Zersetzung der Feldspathkrystalle.

Die Feldspathe zeigen in der zersetzten Grundmasse alle Stadien der Umwandlung. Die von der Zersetzung ergriffenen liefern ein von dem der Grundmasse nicht unterscheidbares Zersetzungsproduct, nämlich die schuppige, aggregatpolarisirende Masse. Wie es scheint wider-

[11] Die petrographische Beschaffenheit der im Grazer Devon vorkomm. Tuffe. 217

stehen die von Klüften freien, den zersetzenden Einflüssen länger, als die zerklüfteten. Bei ersteren fängt die Umwandlung an den Rändern an, von wo aus sie gegen das Innere fortschreitet. Die zersetzte Masse verfließt so vollständig mit der Umgebung, dass die ehemaligen Umrisse des Krystalles absolut verwischt werden. Die Begrenzung der zersetzten und der frischen Partie ist jedoch stets ganz scharf, ohne das mindeste bemerkbare Uebergangsstadium.

Nicht selten trifft es sich, dass die Umwandlung an einer oder mehreren Stellen rascher fortschreitet, wodurch der noch frische Theil einen buchtigen Umriss erhält. Die Zersetzung geht weiter und endlich wird der Krystall in mehrere isolirte, rundliche oder unregelmässige Körner zerlegt, die aber ganz gleiche Polarisationsfarben zeigen, und so den ehemaligen Zusammenhang erweisen. In zerklüfteten Krystallen stellt sich die Zersetzungsmasse vorzüglich in den Klüften ein und bildet ein Netz, in dessen Maschen die frischen Theile stecken. Solche Krystalle behalten lange ihre Umrisse deutlich bei. Man sieht eben in dem von ihnen eingenommenen Raume viele getrennte Körner mit übereinstimmender Farbenwandlung, die je nach dem Stande der Zersetzung von schmalen oder breiten Netzstreifen getrennt werden. Man sieht übrigens auch im gewöhnlichen Licht die Grenze der frischen Substanz deutlich als schwarze Linie, die Folge verschiedener Lichtbrechung, und gerade dies zeigt, dass der Uebergang der frischen in die zersetzte Masse ein unvermittelter ist.

Bei Zwillingen hat man gewöhnlich die merkwürdige Erscheinung vor sich, dass die beiden Individuen ungleich angegriffen werden. Man findet solche, bei denen der eine Theil bis auf winzige Reste frischer Substanz verschwunden, der andere aber noch unversehrt ist. Die Zersetzungsgrenze schneidet an der Zwillingsebene scharf geradlinig ab.

Mitunter, aber selten, findet man die Feldspathe auch anders umgewandelt. In der oben als frisch beschriebenen Bindemasse bemerkt man Feldspathumrisse, die man im gewöhnlichen Licht ohne weiteres für frische Feldspathe halten würde. Im polarisirten Licht zeigt sich aber, dass sie sich einfachbrechend, also der wasserhellen Grundmasse vollkommen gleich verhalten und sogar die kleinen polarisirenden Stäbchen führen, mit einem Wort also nichts anderes sind, als jene Grundmasse ohne färbende Partikel.

Daneben trifft man noch andere Feldspathe, die in eben dieser Art von Umwandlung begriffen sind. Man sieht nämlich bei gekreuzten Nicols auf dem Raum eines Feldspathkrystalles helle und dunkle Partien. Die hellen gehen allmählig in die dunklen über. Bei gewöhnlichem Lichte aber erscheint der ganze Krystall gleichartig. Durch diesen Zersetzungsprocess wird also der Feldspath in eine, der frischen Grundmasse vollkommen gleiche, wasserhelle, einfach brechende Masse verwandelt.

#### Apatit, Biotit, Magnetit.

In einem einzigen Falle wurde Apatit im Glimmer beobachtet. In einem Schriff von sehr zersetztem Gestein steckt ein schwarzes Korn,

welches man, mit freiem Auge beobachtet, für ein Magnetitkorn halten möchte. Das Mikroskop aber enthüllt eine fein lamellare Zusammensetzung desselben, und völlige Undurchsichtigkeit bis auf wenige, braune durchscheinende Stellen, an denen die Lamellen wellig gebogen sind. Dies Korn ist von mehreren wasserhellen, rundlichen Körnchen durchbrochen; das grösste unter ihnen ist aber vollkommen regelmässig sechseckig. Im polarisirten Licht werden alle gleichmässig hell und dunkel, und sind bei gekreuzten Nicols ganz unbemerkt in der dunklen Umgebung. Sie haben daher alle die Eigenschaften eines hexagonalen, senkrecht auf die Prismenzone geschnittenen Minerals, das flüchtig nur Apatit sein kann. Dass es nicht bloss Löcher sind, ist durch schiefe Beleuchtung leicht zu constatiren, da man hiebei an ihnen eine rauhe Oberfläche bemerkt. Diese Krystalle sind daher alle parallel unter einander in Glimmer eingewachsen, und liefern daher auch ein Beispiel gegenseitig orientirter Verwachsung zweier Mineralien. Bemerkenswerth ist es, dass der Apatit noch keine Spur von Zersetzung zeigt.

Grössere Magnetitkörner trifft man gelegentlich an, doch sind sie in der Bindemasse selten. In der zersetzten werden sie, besonders in der Mitte, braun durchscheinend, also in Limonit verwandelt.

Die unzersetzte Bindemasse enthält sonach in einer structurlosen, wasserhellen, einfach brechenden Grundmasse porphyrisch ausgebildete Feldspathe eingewachsen und ist durch färbende Minerale roth bis dunkelbraun gefärbt. Die fleischrothen Feldspathe sind einfach oder Karlsbader Zwillinge, daher Orthoklas. Ihre Farbe ist durch mikroskopische braune Stängelchen bedingt, die als eine Eisenverbindung, etwa Goethit, gedeutet worden.

In der Grundmasse sind noch höchst feine Schüppchen eines lebhaft polarisirenden Minerals eingewachsen, die sich meist als Leisten darstellen, und wahrscheinlich einem chloritartigen Mineral angehören. Der Zersetzungsprocess durchläuft folgende Stadien: 1. Die Schüppchen mehren sich und bilden zusammenhängende Gruppen, während zugleich ein grünes färbendes Mineral auftritt. 2. Die Grundmasse ist ganz in eine grünliche, aggregatpolarisirende Masse umgewandelt. Dunkel färbende Flitter sind verschwunden, dafür aber stellt sich ein unbestimmter, weisser Staub ein. Feldspathe zeigen hier alle Stadien der Zersetzung, und liefern dadurch dieselbe schuppige Masse, wie die Grundmasse. Eine ungleiche Vertheilung des opakweissen Staubes entwickelt oft eine ausgezeichnete Bänderung. Neben der hellgrünen ist oft noch eine opakgrüne, durch Eisenverbindungen roth und dunkelbraun gestreifte Masse vorhanden. 3. Es erscheint eine Steatitartige Masse mit Spuren von eingewachsenem Pyrit. Alle Spuren von Trümmern und Feldspathen sind mehr oder weniger verwischt, keine Schichtung und Streifung mehr sichtbar. Alle Zersetzungsstadien zeigen mitunter durch Limonit tingirte Flecken, selbst mikroskopische Dendriten. In einem einzigen Falle wurde Apatit in einem Glimmer eingewachsen gefunden.

[13] Die petrographische Beschaffenheit der im Grazer Devon vorkomm. Tuffe. 219

Die Trümmer wurden vorhin als schwarze und braunrothe unterschieden. Die Untersuchung unter dem Mikroskop rechtfertigt diesen nach der mikroskopischen Beobachtung gemachten Unterschied als einen in der mikroskopischen Beschaffenheit begründeten.

### Mikroskopische Beschaffenheit der schwarzen Trümmer.

Um eine Anschauung von ihnen zu geben, seien hier drei von schwarzen Trümmern gefertigte Schiffe beschrieben.

Der erste derselben stammt von Gösting, aus ziemlich zersetzter Bindemasse. Mit freiem Auge gewahrt man im Schliß viele porphyrisch ausgebildete kleine Feldspathe und Magnetite. Das Mikroskop zeigt aber sofort, dass die grünlichen „Feldspathe“ meist total zersetzt sind, und zwar aus derselben schuppigen Masse bestehend, die uns als solches bei der Bindemasse überall begegnet war. Nur geringe Reste von frischer Feldspaths substanz sind in dem Raume eines Krystalls noch verstreut, die nach der gleichartigen Lichtbrechung zu urtheilen einem Individuum angehören. Ihre Umrisse bilden längliche Parallelogramme, oft Rechtecke. Oft trifft man stufenartige Gebilde, indem an einem längeren zwei bis drei kürzere parallel untereinander angewachsen sind. Auch Karlsbader Zwillinge wurden bemerkt, indem die Feldspathreste in den beiden Hälften verschiedene Polarisationsfarben zeigen. Sehr gewöhnlich ist die Zwillings ebene derselben durch einen schwarzen Streifen reihenartig geordneter Magnetitstäbchen angedeutet. Auch parallel den Längsseiten der Parallelogramme sind dicht am Rande oft Streifen von Magnetitstäbchen eingelagert. Diese Stäbchen sind gerade und mit aus ihnen hervorragenden Würfeln besetzt, sie gleichen daher knotigen Stäben. Gerade im Bereich dieser Magnetitstreifen ist die Feldspaths substanz unversehrt geblieben, wenn auch der ganze Innenbau zersetzt ist. Die Magnetitkörner sind eckig und geradlinig begrenzt, also Krystalle.

Ausser den Feldspathen gibt es noch andere helle, schwach grünliche Durchschnitte. Sie unterscheiden sich auffallend von den stets viereckigen länglichen Feldspathen durch ihre kürzere, gedrungene Form und durch abgestutzte Ecken, wodurch sie einen achteckigen Umriss bekommen. Allerdings sind sie fast alle zersetzt. Ihr Zersetzungsproduct unterscheidet sich aber insoferne von dem der Feldspathe, als es in letzteren stets durch opakweise Flocken getrübt ist, in den achteckigen Formen aber ganz rein, durchsichtig erscheint. Hiedurch geben sich diese Formen deutlich als einem andern Mineral, nicht dem Feldspath angehörend zu erkennen.

Die achteckigen Umrisse stimmen gut mit senkrecht auf das Prisma geschnittenen Augiten überein. Eines dieser Achtecke ist sogar noch frisch erhalten und polarisirt das Licht viel lebhafter, als Feldspath, stimmt also hierin auch mit Augit. Die Farbe der Substanz ist schwach grünlich. Die Deutung als Augit gewinnt noch an Wahrscheinlichkeit dadurch, dass in der Nähe der Achtecke und mit ihnen verwachsen grosse Magnetitkörner vorkommen.

Neben diesen Bestandtheilen kommt sehr viel Magnetit vor. Die grösseren Körner sind ziemlich zerstreut, manchmal in Gruppen zu drei bis vier beisammen. Mikroskopische aber sind massenhaft in der Grundmasse eingelagert, und bedingen die schwarze Färbung des Ganzen.

Die Grundmasse besteht beinahe ganz aus wasserhellen Feldspathleisten, die eine ausgezeichnete Mikrofluctuationstextur zeigen. Diese unterscheidet sich aber bestimmt von der in jungen Eruptivgesteinen gewöhnlich vorkommenden.

Der ganze, ziemlich grosse Schriff bildet gleichsam einen Strom, während in den jüngeren die Ströme schmal und vielfach gewunden sind. Im alten Gestein fügen sich die porphyrischen Feldspathe auch der Strömung, während sie in den jüngeren als Hindernisse derselben erscheinen. Daher bemerkt man schon mit freiem Auge eine Paralleltextrur an den makroskopischen Feldspathen. Ausserdem herrscht dort im ganzen Strom eine auffallende Paralleltextrur, während hier die mikrolitischen Bestandtheile des schmalen Stroms, in allen Winkeln gegen den Strom geneigt sind.

Die kleinen Feldspathleisten zeigen keine Spur von Farbestreifung und man müsste sie darnach für Orthoklas erklären. Ihre Umrisse sind etwas verschwommen. Einige scheinen ziemlich deutlich den Karlsbader Zwilling zu zeigen. Eine Zersetzung, wie bei den grossen, wurde bei keinem bemerkt, vielmehr hat jedes Leistchen einheitliches Verhalten gegen das Licht, was auch für ihre Frische spricht. Die Zwischenmasse zwischen den Lamellen ist so sehr durch Magnetit getrübt, dass man fast nichts von ihr bemerkt. Hie und da treten unregelmässig zackige Flocken der chloritischen Zersetzungsmasse auf, ganz unabhängig von der herrschenden Stromtextrur. Sie ist gleich jener in den Augitformen ganz frei von Trübung.

Wir haben somit hier eine Mischung von Orthoklas, Magnetit und Augit. Der Orthoklas ist hier befremdend in Verbindung mit den beiden anderen Mineralien, doch ist er unzweifelhaft vorhanden, wenn der ungestreifte Feldspath als Orthoklas gedeutet wird, was bisher in der That in allen petrographischen Arbeiten üblich war. Allerdings aber sind die grösseren porphyrischen und zersetzten, und die kleinen wasserhellen Leisten als die gleiche Feldspathart zu betrachten, da sie sich nur durch die ungleiche Frische von einander unterscheiden, die aber nach den obigen Auseinandersetzungen nicht als Argument für verschiedene Arten gelten kann.

Ein zweiter Einschluss aus sehr zersetzter Bindemasse hat viel grössere Feldspathkrystalle, die im Mikroskop deutlich eine Art Streifung zeigen. Meist herrscht die zersetzte Masse vor, in derselben aber sind Reihen von frischer Substanz, parallel mit zwei Randlinien der Krystalle eingelagert.

Diese frischen Reste haben nun in dem Raume eines Krystalles ganz gleiche Polarisationsfarben. Die Krystalle sind also einfache Feldspathe. Die Streifung entstand wohl dadurch, dass die Zersetzung den Spaltklüften gefolgt ist. Auch hier zeigen sie, wie im vorigen Präparat, Streifen von Magnetit den Rändern entlang. Neben diesen Krystallen,

[15] Die petrographische Beschaffenheit der im Grazer Devon vorkomm. Tuffe. 221

die nach allen Merkmalen für Feldspath zu halten sind, bemerkt man Augitformen, wie im vorigen Präparat in der Nähe von grossen Magnetiten. Sie sind hier meist rundlich und haben, wie dort, ganz reine Zersetzungsmasse. Daneben begegnet man Formen von Olivin, die im gewöhnlichen Licht wasserhell sind, im polarisirten aber in ein Aggregat von Sphäroiden sich auflösen. Es giebt viele kleine wasserhelle Körner, die im polarisirten Licht dasselbe zeigen, aber keine krystallographischen Umrisse haben. Sie sind wohl die Spuren rundlicher Olivinkörner. Das aus dem Olivin entstandene Zersetzungsproduct ist also krystallinisch feinfaserig und zu mikroskopischen Sphäroiden aggregirt.

In der Grundmasse sind nur spärliche, wasserklare Feldspathleisten vorhanden. Die Hauptmasse bildet die chloritische Masse, mit sehr viel feinsten Magnetitkörnchen vermengt. Von stromartiger Textur ist hier keine Spur.

Dieses Gestein ist etwas vom vorigen verschieden, indem hier deutlich Olivin zu bemerken, ist jedoch keine Stromtextur. Bis auf den Mangel des Olivins in ersterem Gesteine liesse sich doch noch alles auf dasselbe Gestein beziehen. Vielleicht wurde dort der Olivin ganz unkenntlich gemacht. Im übrigen ist dies Präparat einem durch und durch zersetzten Gestein entnommen, und hieraus mag sich wohl die Verschiedenheit der Grundmasse in den beiden erklären.

Ein drittes Präparat zeigt einen schwarzen Einschluss mit porphyrisch ausgebildeten Krystallen, die entschieden Plagioklas sind. Die frischen Reste in den neben einander liegenden Streifen haben deutlich verschiedene Polarisationsfarben. An den Enden hat man ein- und auspringende Winkel, an deren Ecken die Grenzlinien zweier Farben ansetzen, ebenso wie in den Plagioklasen jüngerer Gesteine. Die schon mit freiem Auge im Präparat bemerkbaren ockergelben Flecken lassen sich unter dem Mikroskop als Spuren von Olivin erkennen. Allerdings ist jetzt an dessen Stelle nur eine mit Ocker gelb tingirte Zersetzungsmasse. In einigen Fällen ist der Krystallraum nur theilweise ausgefüllt, das übrige ist weggeführt. Dies lässt vermuthen, dass ein grosser Theil der Poren, wenn nicht alle, in den schwarzen Trümmern durch Wegführung des Olivins entstanden ist. Ausser den ockergelben Flecken hat man auch hellgrüne, rundliche Partien, wie sie vorhin als Augitkrystalle beschrieben wurden, die auch hier meist in der Nähe von grossen Magnetiten vorkommen.

Als einzig in allen Präparaten ist ein Gang von Calcit hier zu verzeichnen. Ein wasserhelles Mineral zieht sich vom Rand bis etwas über die Mitte des Einschlusses, welches ausgezeichnete Spaltlinien in zwei sich kreuzenden Parallelsystemen zeigen.

In der Grundmasse ist viel feinkörniger Magnetit und Feldspathleisten mit unvollkommener Stromtextur.

Abgesehen von dem offenbar später eingedrungenen Calcit haben wir hier als Bestandtheile dieses Einschlusses Plagioklas, Augit, Olivin, Magnetit. Er stammt aus halbzersetzter Bindemasse und man kann daher annehmen, dass er das Mineralgemenge am deutlichsten erkennen lässt. Es ist das des Melaphyrs.

Die vielen kleinen, unzersetzten schwarzen Trümmer zeigen nichts Neues. In den meisten hat man die beim ersten Präparat beschriebene Stromtextur deutlich vor sich. In den frischesten sind die mikroskopischen Feldspathe wasserhell, und ganz scharf begrenzt. Der Magnetit ist so dicht zwischen ihnen, dass es bei allen den Anschein hat, als wäre ein Magnetitkorn von Feldspath ganz durchspickt. Man sieht nämlich nur vollkommen schwarz und wasserhell. Diese kleinen Trümmer enthalten nie etwas anderes, als Magnetit und Feldspath.

Diese Trümmer fallen nun auch der Zersetzung anheim, welche sich in zweierlei Art zu vollziehen scheint. In dem einen Falle verschwinden alle krystallinischen Elemente, so dass keine Spur von Krystallumrissen von Feldspath und der mit ihm vergesellschafteten Minerale bleibt. Alles ist die hellgrüne schuppige Masse geworden, durchzogen von einem schwarzen Adernetz von Magnetitstaub. Das zweite der oben beschriebenen Präparate zeigt diese Zersetzungsweise schon halb ausgebildet. Im andern Falle hat sich der Magnetit zersetzt, indem in zersetzter Bindemasse Trümmer mit deutlichen Feldspathleisten und vorzüglicher Stromtextur vorkommen, die aber statt des Magnetits als Farbstoff einen grauen Staub enthalten. Im ersten Falle bleiben die Trümmer schwarz, verlieren aber alle Krystalle, im zweiten bleiben die Feldspathe, aber der Magnetit hat sich umgewandelt, und mit ihm die Farbe.

Nach dem Vorhergehenden können als Mineral-Bestandtheile der schwarzen Trümmer angegeben werden: Feldspath, und zwar meist Orthoklas, in einem Falle Plagioklas, dann Magnetit, Augit, Olivin. Die beiden letzteren sind fast ganz zersetzt, man kann sie daher nur aus den Krystallumrissen erkennen. Die dritte Art der beschriebenen Trümmer entspricht in ihrer Mineralmischung ganz dem Melaphyr, die anderen können als Varietäten von Orthoklasporphyr angesehen werden.

### Die braunen Trümmer.

Diese unterscheiden sich im Dünnschliff von den typischen schwarzen durch die grosse Seltenheit von porphyrisch ausgeschiedenen Bestandtheilen. Es gibt ihrer mehrere und grosse, die so feinkörnig sind, dass sie mit freiem Auge keinen krystallinischen Bestandtheil erkennen lassen. Im folgenden gebe ich ihre Charakteristik durch die Beschreibung einiger Abarten.

Vor allen erwähne ich hier einen schwarzen Einschluss, der aber in seinen Bestandtheilen und seiner Structur ganz mit den braunen übereinstimmt, und wohl nur zufällig keinen Hämatit als färbendes Mineral enthält. Die wenigen Feldspathe sind tafelförmig, einfach oder Karlsbader-Zwillinge, theilweise in die grünliche, schuppige Masse zersetzt. Die Grundmasse enthält nur undeutliche, verschwommene Feldspathleisten, die noch deutliche Stromtextur aufweisen.

Der grösste Raum des Schliffes wird von der einfach brechenden, wasserhellen Masse eingenommen, wie sie bei der frischen Bindemasse beschrieben ist, und die hier genau dieselben polarisirenden Mikrolithen enthält wie dort, also mit ihr identisch ist.

[17] Die petrographische Beschaffenheit der im Grazer Devon vorkomm. Tuffe. 223

Hier kann man deutlich sehen, dass diese Masse aus der Umwandlung der mikroskopischen Feldspathleisten entstand. Diese werden um so undeutlicher, je stärker jene hervortritt, und sie machen den Eindruck, als wären sie in Auflösung zu einer amorphen Masse begriffen.

Schon mit freiem Auge bemerkt man einige Körner und Stängel, die im Schliß wie Spiegel glänzen und sofort als Magnetit kenntlich sind. Ihre Umrisse jedoch sind die der Hornblende, was erst im Mikroskop auf das evidenteste hervortritt. Dieses lehrt uns auch, dass die Stängel nicht von compacter Substanz erfüllt sind, sondern von sehr dicht gedrängten Magnetitkörnchen. Diese bilden dicht gesät um jeden Stängel einen schwarzen Hof, und nehmen immer lockerer werdend nach und nach den in der Grundmasse gewöhnlichen Abstand an. Mitunter stossen strahlend mehrere Stängel in einem Punkt zusammen, mit grösster Genauigkeit die Aggregation der Hornblende in jüngeren Eruptivgesteinen nachahmend. Erwägt man die Fülle von Beispielen in jüngeren Gesteinen, in denen die Hornblende durch Zersetzung, successive durch Magnetit ersetzt wird, so ist es als sicher anzunehmen, dass man hier ebenfalls Hornblendespuren vor sich hat.

Der Magnetit ist in mikroskopischen Körnchen und knotigen Stäbchen gleichmässig vertheilt. Dass er auch secundär eingelagert vorkommt, ist an diesem Präparat durch einen mit Magnetit ausgefüllten Gang deutlich bewiesen. Dieser geht mitten durch einen Feldspath, der die Klüftung modificirte, indem mehrere kleine Zweige entstanden, während sich darauf in der ursprünglichen Art der Gang fortsetzt.

Wir haben also hier Orthoklas, Hornblende und Magnetit, und keine Spur anderer Bestandtheile.

Die diesem Schliß ähnlichsten Präparate enthalten neben Magnetit auch Hämatit, wodurch ihre Farbe schwarzbraun wird. Einer ist durch seine vielen phorphyrisch ausgeschiedenen Krystalle bemerkenswert. Er hat auch mehr Feldspathe, als jeder andere unter den braunen, aber nicht so zahlreiche als die schwarzen. Daneben viele unverkennbare Hornblendespuren von der so eben beschriebenen Art. Ausserdem bemerkt man mehrere Körner, die in der Mitte noch einen Rest frischer, grünlichgelber, unregelmässig zerklüfteter Substanz haben, deren Rand von einer breiten Zone von Magnetit gebildet wird. Die unregelmässige Klüftung schliesst Hornblende aus, stimmt jedoch ganz mit Olivin, der in diesem Gestein nirgends so deutlich zu treffen ist, als hier. Hornblende und Olivin sind mit breiten dunklen Höfen von dicht gehäuften Magnetit und Hämatit umgeben, so dass selbst am Bruch des Gesteins schwarze Flecken erscheinen.

Um manche Körner zieht sich zuerst ein lichter, dann ein dunkler Hof, worauf erst die gewöhnliche Vertheilung der Eisenminerale folgt. Diese Verhältnisse sind deswegen interessant, weil sie zeigen, wie die Eisenoxyde durch Umwandlung ihre Stelle gewechselt haben und gleichsam vom Olivin und der Hornblende angezogen wurden. Der Olivin durchläuft hier eine andere Metamorphose, als in den schwarzen Trümmern, in denen er eine wasserhelle Masse mit sphäroidaler

Structur lieferte. Die Grundmasse ist einfach brechend mit geringen Spuren von Leisten.

Dies wäre nun wieder eine ungewöhnliche Mischung, indem zu Orthoklas und Hornblende der Olivin tritt. Diese Art Trümmer müssen jedoch selten sein, da mir dieser als einziger Fall vorgekommen ist, während sich die anderen Varietäten wiederholt fanden. Hornblendespuren trifft man in den meisten braunen Trümmern, wo sie fehlen, sind sie wahrscheinlich zufällig nicht vom Schliff getroffen worden, da sie immerhin selten sind, zu zwei oder drei in grösseren Präparaten.

Der Magnetit ist in mikroskopischen Körnchen und Würfelchen eingestreut. Der Hämatit bildet zackige zerrissene Formen, wie in der Bindemasse. Er ist oft wolkig gehäuft, während der Magnetit gleichmässig vertheilt ist. Die Grundmasse ist einfach brechend, mit vielen polarisirenden Flitterchen, so dass dickere Schriffe im polarisirten Licht immer hell bleiben. Darin bemerkt man hie und da noch Feldspathleisten, mit undeutlichen Umrissen, als würden sie zur amorphen Masse zerfliessen.

Diese Abart der braunen Trümmer, die ich die schwarzbraunen nennen möchte, zeichnet sich durch theilweise zersetzte Orthoklase, Hornblende, Magnetit, in einem Falle Olivin aus. Ihre Grundmasse zeigt deutliche Spuren von Feldspathleisten mit Stromtextur, ist aber meist in die formlose Masse umgewandelt.

Eine andere Varietät hat entschieden rothbraune Färbung. Bei dieser sind die Feldspathe noch viel spärlicher, indem mancher grosse Schliff keinen makroskopischen Krystall enthält. Mikroskopische Feldspathleisten zeigen manchmal Paralleltexur, meist jedoch sind die schmalen und langen Leisten verworren gruppirt. Manche unter ihnen zeigen eine auffallende Länge. Nie sind sie zersetzt, sondern wasserhell. Magnetit ist nicht in allen vorhanden, sondern in einigen nur ein Hämatitstaub. Manchmal erscheint er in grossen Krystallgruppen, porphyrisch hervortretend. Die Grundmasse besitzt vorzugsweise zweierlei Beschaffenheit. Die eine Hauptform zeigt sich in einem Schliff, der wegen seiner auffallenden Beschaffenheit hier besonders beschrieben wird.

Der grosse Schliff zeigt sehr wenige Feldspathe, die sich als Krystallgruppen erweisen. Daneben enthält er einige grosse Magnetite. Neben dem Feldspath erscheint noch ein anderes Mineral, wasserhell, ohne krystallinische Umrisse und von bogigen Sprüngen durchzogen, während der Feldspath entweder winkelig gebrochene oder gerade Sprünge hat, und immer trübende Beimengungen enthält, wenn er nicht gar zu schmale Leisten bildet. Die Lichtbrechung ist bei dem fraglichen Mineral viel auffallender, als beim Feldspath, aber doch geringer, als bei den mikroskopischen Leisten, welche die amorphe Grundmasse durchschwärmen. Auf den ersten Blick hat es viel Aehnlichkeit mit Quarz, aber der Mangel jeglicher Krystallumrisse machte die Deutung unsicher. Fast stets ist in dem Mineral ein Magnetitkorn eingeschlossen, so klein, dass es mit freiem Auge noch nicht gut kenntlich ist.

[19] Die petrographische Beschaffenheit der im Grazer Devon vorkommend. Tuffe. 225

In der amorphen Grundmasse sind Büschel und Stränge von Feldspathleisten eingeschlossen, die man auf den ersten Anblick mit Eisblumen am Fenster vergleichen wird. Die Leisten sind hier so klein, dass man sie erst bei starker Vergrößerung deutlich wahrnimmt. Sie sind im Allgemeinen parallel gruppirt und bilden hie und da lange, federartige Züge, von denen seitlich andere fiederförmig abzweigen. Anderswo bilden sie Garben und Büschel, oder strahlen von einem Centrum, welches meist das obige helle Mineral bildet, nach allen Seiten radial aus. Meist sind diese Strahlen etwas gekrümmt. Die färbenden Hämatitfitter sind zwischen den Kryställchen ebenfalls zu geraden und krummen Strahlen gruppirt, und dadurch wird eben diese Textur sehr auffallend und deutlich. An der Grenze gegen die formlose Grundmasse strahlen die Büschel mit feinen kurzen Spitzen aus. Das Ganze ist einer mit Wasser überzogenen Glastafel ähnlich, auf welcher die Eisbildung eben im Gange ist. Diese Textur ist nicht selten, auch in ganz kleinen Partien zu beobachten. Es hat ganz den Ansehen, als wären dies secundäre Concretionen und Krystallbildungen in der schon amorph gewordenen Grundmasse. Durch die Krystallisation des Feldspathes wären die Hämatitblättchen ebenso zu Reihen gruppirt worden wie im Wasser enthaltener Staub durch das Gefrieren.

Die andere Hauptform, welche nur ganz schmale, wasserhelle Feldspathleisten führt, besitzt eine mit Hämatit intensiv rothbraun gefärbte Grundmasse. Der feine Hämatitstaub bildet ein Adernetz und ist an den Durchkreuzungspunkten der Stränge zu rundlichen Haufen geballt. Die unregelmässig polygonalen Maschen enthalten eine wasserhelle Masse, die in einzelnen Maschen intensive Polarisation zeigt, in anderen aber amorph ist. Im gewöhnlichen Licht sind sich alle Maschen gleich. Bei starker Vergrößerung bemerkt man, dass die polarisirenden Maschen durch und durch mit den schon oft erwähnten, polarisirenden Schüppchen erfüllt sind, während sie den übrigen fehlen.

Von Augit oder Olivin ist bei diesen keine Spur zu entdecken gewesen. Seltene trübgrüne Stängel gehören wohl der Hornblende an.

Wir haben somit bei den braunrothen Trümmern drei Hauptvarietäten zu unterscheiden: 1. Schwarzbraune mit Hornblende-, auch Olivinspuren und in Zersetzung begriffenen Feldspathen; 2. Braune, mit eisblumenähnlichen Feldspathconcretionen; 3. Intensiv rothbraune, mit einem Maschennetz von Hämatitstaub, winzigen und spärlichen Feldspathen. Dass in den meisten derselben keine Hornblende vorkommt, deutet auf ihre Seltenheit in dieser Varietät.

In allen diesen ist die wasserhelle formlose Masse in der Grundmasse zu beobachten. Sie hat oft so viele polarisirende Schüppchen, dass der Schliß nur etwas dünn schon Aggregatpolarisation zeigt. Sie sind aber auch wasserhell, und also hier doch von denen verschieden, welche endlich als hellgrünes Zersetzungsproduct jedes Bestandtheils erscheinen. Es ist dies an manchen Präparaten leicht kenntlich, die zersetzte Feldspathe und an Schüppchen reiche Grundmasse enthalten. Das Zersetzungsproduct des Feldspathes ist deutlich grünlich, während die Grundmasse wasserhell ist, wenn auch so mit Schüppchen erfüllt,

dass Aggregatpolarisation auftritt. Dünnere Stellen desselben Präparates aber zeigen die Schüppchen in der amorphen Grundmasse.

Wie schon angedeutet, scheint die amorphe Grundmasse aus der Zersetzung der mikroskopischen Feldspathleisten der Grundmasse hervorzugehen. In der schwarzbraunen Varietät, die nach allen Merkmalen die frischeste und ursprüngliche zu sein scheint, sieht man nämlich oft verschwommene Leisten noch schwach polarisierend in der Grundmasse, die sich nach und nach ganz auflösen scheinen. Die zweite und dritte Varietät ist wahrscheinlich Folge neuer Krystallisation in der amorphen Masse.

Das Vorwalten des Hämatits und Zurücktreten des Magnetits deutet hier auf eine stärkere Umwandlungsstufe. Die hier sichtbaren Feldspathe sind unregelmässig gelagert und vollkommen wasserhell, während die verschwommenen Leisten dort auf das deutlichste eine Stromtextur zeigen. Ueberdies zeigen viele kleine Trümmer aus sehr zersetztem Gestein nur die letzte Art, nämlich das Maschenetz mit der amorphen, oft an Schüppchen sehr reichen Grundmasse ohne einen Feldspath.

Neben den schwarzen und rothen kommen noch in vereinzelt Fällen andere Trümmer vor, die erst unter dem Mikroskop als solche erkennbar sind. Dem freien Auge erscheinen sie als helle Stellen, werden daher für grosse Feldspathe gehalten. Unter dem Mikroskop aber lösen sie sich in ein Aggregat länglich viereckiger Stäbchen mit Parallelstructur, neben welchen spärliche, quadratische, mikroskopische Magnetite auftreten. Die hellen Kryställchen sind wohl nichts als Feldspathe, es spricht wenigstens nichts dagegen, sie als Feldspathleistchen anzusehen. Sie sind bis auf den sehr spärlichen Magnetit mit den schwarzen unzersetzten Trümmern gleich.

Lässt man diese letzteren, sehr untergeordneten, bei Seite, so zeigen sich die eingeschlossenen Trümmer in zweierlei, in ihrem äusseren Aussehen ebenso wie in ihrer Mikrostructur verschiedenen Formen, als schwarze und braune. In den ersteren sind in unzweifelhaften Spuren Feldspath (Orthoklas und Plagioklas) Magnetit, Augit, Olivin, (Calcit als Infiltrationsproduct) enthalten. Die braunen führen spärliche porphyrisch ausgeschiedenen Orthoklase, weniger Magnetit, Hornblende und Olivin. Im Gestein liegen schwarze und braune dicht neben einander aber weit häufiger die braunen als die schwarzen. Diese Verschiedenheit bei dem nachbarlichen Vorkommen deutet jedenfalls auf die ursprüngliche Verschiedenheit des Materials, von dem sie stammen, mögen noch so viele Umwandlungsprocesse vor sich gegangen sein. Beide Arten standen doch unter gleichen Einflüssen, konnten also durch dieselben nicht zu so constant verschiedenen Phasen gebracht werden.

Nun steht in der Grazer Devonformation ein Eruptivgestein nur am Hochlantsch in Gängen an, welches allgemein als „Grünstein“ speciell Diabas angesehen wird. Welche von den beiden Varietäten, oder ob überhaupt eine mit dem Lantscher „Grünstein“ in Verbindung zu bringen sei, ist nicht zu entscheiden. Ich hatte wohl durch die Güte des Herrn Professors Dölter Gelegenheit Schliffe, eines „porphyrtigen Diabases“ vom Lantsch zu vergleichen. Dieser ist jedoch in seinem

[21] Die petrographische Beschaffenheit der im Grazer Devon vorkommend. Tuffe. 227

gegenwärtigen Zustande längst kein Diabas mehr, sondern ein undefinirbares Gemengsel von Zersetzungsproducten. Man erkennt nur die undeutlichsten Reste von Feldspathen, schöne Magnetite, Quarzkörner, sehr selten, endlich eine grasgrüne, einfach brechende Masse in unregelmässigen Fetzen als färbendes Mineral. Die grossen, porphyrischen, opakweisen „Feldspathe“ sind es längst nicht mehr, sondern ein aggregatpolarisirendes Zersetzungsproduct. Daraus lässt sich durchaus kein Schluss auf die ursprüngliche Beschaffenheit des Gesteins machen.

In einigen schiefrigen Exemplaren dieser „Grünsteine“ bemerkt man aber klastische Quarzkörner. Man sieht daraus, dass diese Gesteine noch weniger einen Schluss auf ihre ursprüngliche Beschaffenheit ziehen lassen, als die Trümmer des Tuffs. Leider standen mir nur wenige Handstücke zur Untersuchung zu Gebote, so dass sich vorläufig kein allgemeines Urtheil fällen lässt. Von den hier untersuchten Trümmern deuten aber die schwarzen auf Melaphyr, die braunen auf Porphyr.

### Die Feldspathe der Bindemasse.

Wichtig ist die Frage nach der Herkunft der Feldspathkrystalle in der Bindemasse. Sie unterscheiden sich entschieden von denen der Trümmer. Sie sind fleischroth, die der Trümmer, so weit frisch, immer wasserhell. Ihre Krystalle sind ziemlich gleichmässig kubisch, die der Trümmer tafelförmig. Sie widerstehen viel besser der Zersetzung, und man findet in der, den Trümmern anhängenden Bindemasse noch frische oder doch nur von aussen angegriffene, während die der Trümmer vollkommen in die schuppige Masse verwandelt sind. In vielen Trümmern, den schwarzbraunen, trifft man mitten in der Grundmasse zersetzte Feldspathe, während in zersetzter Bindemasse frische Feldspathe liegen. Sie sind viel häufiger und grösser in der Bindemasse, als in den Trümmern. Hiernach ist es wohl gewiss, dass sie entschieden nicht von demselben Material herrühren, wie die Trümmer. Ihre in frischem Zustande stets deutlichen Krystallumrisse sprechen sehr dagegen, dass sie Reste von zerstörtem Gestein seien, denn wie hätten sie sich so herauschälen können mit Beibehaltung ihrer Ecken und Kanten? Dabei sind sie oft auch tafelförmig und mit deutlichen Flächen in der Prismenzone. Dazu kommt, dass in ihrer Gesellschaft klastische Quarzkörner vorkommen. Wie aber hätten sich die zerbrechlichen Feldspathe unversehrt erhalten können, wo Quarz in feinen Sand zerrieben und die eingeschlossenen Gesteintrümmer kugelförmig abgerollt wurden? Alles dies spricht gegen deren ursprüngliche Einschliessung, und für ihre Neubildung aus der Bindemasse.

### Entstehung der amorphen Substanz in der Bindemasse und den braunen Trümmern.

Die einfach brechende Substanz, die in der Bindemasse und in den braunen Trümmern so beständig und gleichmässig auch mit den mikrokrySTALLINISCHEN Ausscheidungen getroffen wird, ist offenbar Folge

eines Umwandlungsprocesses. Dass Feldspathe sich in dieselbe umbilden, sieht man sowohl an grösseren Krystallen der Bindemasse, die diese Umwandlung durchgemacht haben, als auch an den schwarzbraunen Trümmern, welche oft noch Spuren einer aus Feldspathleisten bestehenden Grundmasse zeigen. In halb zersetzter Grundmasse erscheinen sie wie an der Oberfläche gequollene Gummikörner, umflossen von der amorphen Masse, und an vielen Präparaten lässt sich der Uebergang bis zur gänzlichen Umwandlung verfolgen. Da nun die braunen Trümmer ein grosses Uebergewicht über die schwarzen bilden, und ihre Grundmasse nach den gefundenen Spuren fast ganz aus Feldspathleisten bestand, so war auch die Bindemasse ursprünglich wesentlich ein Zerreibsel des braunen Gesteins, also ein Feldspathschlamm, und hätte im Allgemeinen dieselbe chemische Zusammensetzung wie die braunen Trümmer. Sie konnte sich daher in dasselbe Product umwandeln, wie die Trümmer und aus diesem konnten sich auch wieder die porphyrischen Feldspathe bilden. Ich habe auch schon bei der Besprechung der dritten, rothbraunen Varietät der braunen Trümmer einige Anzeichen hervorgehoben, welche dafür sprechen, dass die hier enthaltenen Feldspathe aus dem Zersetzungsproduct neugebildet seien.

---

Aus dieser Darstellung ergibt sich, dass der untersuchte Tuff aus mehreren Eruptivgesteinen entstand, welche theils dem Melaphyr, theils dem Porphyry entsprechen. Es ereigneten sich also gleichzeitig im Bereiche dieser Formation Eruptionen verschiedener Gesteine, welche aber jetzt nicht anstehend gefunden werden. Das Tuffgestein erlitt nun eine durchgreifende Umwandlung, besonders die Bindemasse, in welcher ausser Quarzkörnern keine Spur eines klastischen Minerals vorkommt. Die Bindemasse wurde dadurch amorph und wasserhell, pigmentirt mit Eisenoxyden. Hierin schieden sich porphyrische Feldspathe als Neubildung aus. Diesem analog ist wohl auch die Neubildung der Feldspathe in der sogenannten Arkose, welche als klastisches Gestein neben Quarzbruchstücken und Geröllen Feldspathkrystalle führt. Es hat somit die ausgesprochene Ansicht nichts Unwahrscheinliches. Mit der Umwandlung der braunen Trümmer war ein Substanzverlust verbunden, denn nur dadurch lässt sich die Klüftung derselben erklären.

Wien, Laboratorium des mineralogisch-petrographischen Universitäts-Institutes.

---

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mineralogische Mitteilungen](#)

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: [1876](#)

Autor(en)/Author(s): Terglav Joh.

Artikel/Article: [II. Die petrographische Beschaffenheit der im Grazer Devon vorkommenden Tuffe. 207-228](#)