

Petrogenetische Beobachtungen an den Andesiten des Börzsönyer Gebirges.

Von : Prof. Dr. S. von SZENTPÉTERY.

Das zwischen der Donau und der Eipel gelegene Börzsönyer Gebirge ist ein Glied jenes vulkanischen Kranzes, der das riesige Senkungsbecken der ungarischen Tiefebene im Norden begrenzt. Die Hauptmasse des Gebirges ist die Csoványos-Gruppe, deren erforschter nördlicher Abhang aus Andesiten besteht.

Diese Andesiten bilden in den aufgeschlossenen Teilen Lavadecken, Agglomeratmassen und Tuffschichten. Die verschiedene Dicke und Ausbreitung der aufeinander folgenden Lavaschichten lassen uns teilweise auf einen verschiedenen Flüssigkeitsgrad der Lava schliessen. Längs und zwischen den Lavaströmen nehmen die mächtigen Breccien- und die kleinen Agglomeratbänke Platz, während die ziemlich geringe Menge von Tuff hauptsächlich auf den obersten Teilen der Massen zu finden ist. Dieser kommt zwar in eingekneteten, zusammengebrochenen isolierten Teilen auch in den Andesitmassen selbst vor, teilweise auch zwischen den einzelnen Lavaströmen in Gemeinschaft mit Agglomerat, doch diese Menge ist minimal. Es beschränkt sich gewöhnlich auf kleine Überbleibsel.

Auf Grund dessen folgere ich, dass auf dem erforschten Gebiete (der nördliche Teil des Csoványos) die Eruptivmasse gutenteils von Lava spendenden Vulkanen aufgebaut wurde, da ja auch die Erscheinungsart vieler Breccienmassen das zeigen, dass sie zum grossen Teil Überreste der ineinander gedrunghenen, aufgestauten blockig-schlackigen Lavaströme sind.

Die wichtigste Rolle unter den entstandenen Gesteinen haben die **Amphibolpyroxenandesite**, doch eine wichtige Rolle haben auch die reinen **Amphibolandesite**, neben welchen die **Pyroxenandesite** und die **Biotitamphibolandesite** geologisch

von untergeordneter Bedeutung sind. Der vorherrschende Typus der Pyroxenandesite ist der Hypersthenaugitandesit.¹⁾ Diese Hauptarten verbindet eine mächtige Serie von Übergangstypen.²⁾

In allen diesen Eruptiva ist in erster Linie die Rolle des *Amphibol* beachtenswert. An den meisten Orten ist er von klassifizierender Bedeutung, aber es gibt kaum eine Gesteinsmasse, ja kaum ein Gesteinsstück, in dem nicht wenigstens seine Spuren vorhanden wären. Sein Verhältnis zu den Pyroxenen (Hypersthen und Augit) ist ein solches, dass die nachträgliche Bildung der Pyroxenen aus ihm an vielen Orten nachgewiesen werden kann.

In dieser Abhandlung möchte ich die magmatischen Umwandlungen des *Amphibols* besprechen. Ich muss aber hier bemerken, dass meine sich auf diese Gesteine beziehenden Untersuchungen noch im Gange sind. Zur endgültigen Klarlegung sehr vieler aufgetauchter Probleme werden noch weitere Beobachtungen, ja sogar genaue Erforschungen weiterer Gebirgsteile nötig.

Die Umwandlung (molekulare Umlagerung) des *Amphibols* ist im grossen und ganzen viererlei: Vererzung, Pyroxenisierung, Biotitisierung und Amphibolisierung. Es scheint, dass der Ausgangspunkt in den meisten Fällen die Vererzung ist, von welcher die übrigen Umwandlungsprozesse nicht immer

¹⁾ Nach HUGO v. BÖCKH (Jahrbücher d. kgl. ung. geol. Reichsanstalt Bd XIII. pag. 1—57. Bp. 1899), der den südlichen Teil dieses Gebirges kartografierte, ist auf seinem Gebiete „durchaus kein Typus zu finden“. Hier auf der Nordseite müssen wir 3 reine Typen und 3 sehr gute Mischungstypen unterscheiden.

²⁾ Die geologische Gestaltung dieser Gegenden teilte ich in grossen Zügen im Jahresberichte d. kgl. ung. geol. Reichsanstalt (von 1920—23, pag. 164—167. Bpest, 1925) mit. Obzwar die Jahresberichte über die geologischen Aufnahmen infolge des Entschlusses der neuen Direktion des Geologischen Institutes hinfür nur in ungarischer Sprache erscheinen können, kann ich jetzt diese Teile nicht besprechen, weil meine jetzige Abhandlung einen ganz anderen Zweck hat, aber auch der mir in dieser Zeitschrift zu Gebote stehende beschränkte Raum ermöglicht mir dies nicht.

scharf getrennt werden können, weil sie grössenteils zusammen vorkommen. Ihre Verbindung mit einander ist also offenbar und hauptsächlich bei der Augitisierung zweifellos.

Das Mass der Vererzung ist sehr wechselnd. In vielen Fällen sehen wir am Platze des ganzen Amphibols eine aus kleinen Körnern bestehende Erzanhäufung, deren Gestalt der ursprünglichen Amphibolform vollständig entspricht. Meist aber erscheint die Erzausscheidung in den Dünnschliffen nur als eine dünnere oder dickere dunkle Zone.

Die Menge des ausgeschiedenen Erzes ist sehr verschieden und es ist gut sichtbar, dass sie von der Art des Amphibol abhängt. Bei dem lichten, gewöhnlichen grünen Amphibol beschränkt sie sich auf einen schmalen Rand, binnen dessen im Falle der gänzlichen Umlagerung die secundären femischen Mineralien mit Quarz- und Feldspatflaumen vermengt sind. Gewöhnlich deckt bei solchen lichten Amphibolen der Erzmantel ganz frischen Amphibol, von dem nur ein kleiner Teil *Magnetit*, dessen grösserer aber *Haematit* und *Limonit* ist.

Beim stärker gefärbten (dunkelbraun, dunkel rötlich-braun) Amphibol ist die totale Vererzung sehr häufig; in diesem Falle ist die so entstandene Erzmasse, welche die Gestalt des Amphibols treu bewahrt, von schwammiger Struktur. Das zusammenhängende Netzsystem besteht aus Magnetit und oft aus eine lebhafte Doppelbrechung und Pleochroismus (oder wenigstens in zwei Richtungen verschiedene Absorption) zeigendem Haematit. Die Limonitisierung beider ist eine allgemeine Sache. In den einzelnen Poren sind winzige Augit und Haematitkrystalle in Gesellschaft mit ähnlich grossen Körnchen der salischen Mineralien des Gesteins zu finden.

In diesen Poren kommen auch die ursprünglichen Einschlüsse des Amphibols vor, von welchen besonders der lichtbraun gefärbte und sehr selten schwach *pleochroitische Apatit* besonders interessant ist. Einen solchen pleochroitischen Apatit habe ich in den frischen Amphibolen der Gesteine nicht gefunden.

Häufig gibt es dann einen beinahe bis zum Innern der Pseudomorphosen hineinreichenden schwarzen Rahmen, mit einem kleinen lichterem Kern im Innersten, in dem ausser

Magnetit-, Quarz- und Feldspatkörnchen auch kleinere Amphibol-Relikte zu finden sind. Manchmal übernimmt *Biotit* die Rolle dieses Amphibols, aber der nachträgliche Biotit ist im äussersten Gürtel des schwarzen Rahmens, in innigster Verwachsung mit dem Magnetit, häufiger.

Das aus Amphibol entstandene Eisenerz bleibt, besonders wenn gleichzeitig auch Pyroxen entsteht, *nicht immer binnen der Pseudomorphose*. Oft wird es ganz aufgelöst und es zieht sich in die Spalten des nachbarlichen Feldspates, manchmal füllt es die Poren der Grundmasse aus und überzieht die Risse derselben.

In diesen Gesteinen können wir vielerlei Stadien der Vererzung studieren, beinahe vom Anbeginne der Vererzung bis zu ihrem Ende. Eines der vielen interessanten Stadien ist folgendes: das Krystall bedeckt äusserlich bereits ein zusammenhängender Erzmantel, im Inneren dessen sind nur längs der Spaltungen zusammenhängende Erzstreifen sichtbar, während der sich zwischen diesen befindliche Raum mit winzigen Ferritkörnern von verschiedener Form dicht bestreut ist. Noch tiefer darinnen bleiben die zusammenhängenden Erzstreifen weg und die Ferritkörner stehen auch seltener. Im Innersten ist der Amphibol noch ganz frisch. Jene Zone, aus welcher sich die Ferritkörner reichlicher ausscheideten, ist manchmal wahrnehmbar lichter gefärbt als der innere frische Teil und seine Struktur wird manchmal, besonders bei sehr vorgeschrittener Ferritierung, beinahe faserig.

Daraus könnte man auch das schliessen, dass die Ausscheidung einer gewissen Menge von Eisenerz aus dem Amphibole noch keine totale molecularische Umlagerung verursacht, das Mineral verbleibt also noch ein Amphibol. Nur bei grösserem Eisenoxydverlust würde es sich z. B. zu Augit umgestalten. Zu dieser Annahme sind aber noch weitere Untersuchungen nötig, da ganz sicher ist, dass die veränderten physikochemischen Umstände in diesen Fällen auch eine Rolle spielen.

Der dunkle Rahmen ist entweder einheitlich und unaufhörlich, wann wir die ihn bildenden Körnchen selbst bei stärkster Vergrösserung nicht unterscheiden können, oder er besteht aus der Anhäufung kleinerer und grösserer Eisenerzkörnchen, deren Stetigkeit um das Krystall oft unterbrochen ist.

Auch das kommt vor, dass der Amphibol gleichzeitig innerlich und äusserlich zu vererzen beginnt; der Rahmen ist dann gewöhnlich gleichmässig, während der innere Teil eine Anhäufung winziger Erzkörner und Stäbchen ist. Der mittlere Zone ist Amphibol, welcher manchmal lichter ist, als die frischen Amphibole des Gesteins.

Was aber jetzt die Pyroxenisierung betrifft, so ergaben meine Untersuchungen in den meisten Fällen, dass in manchem der Gesteine, abgesehen von den bestimmt primären Pyroxenen, die *Pyroxene um so grösser sind, je vorgeschrittener die Resorption und Umgestaltung des Amphibols ist.*³⁾ Einige der zahlreichen interessanten Beobachtungen bespreche ich im folgenden:

Die Pyroxenisierung ist nicht einmal in den Gesteinen ein und derselben Felsmasse gleich, in einem ist sie grösser als im andern, selbst in ganz identischen Stadien der Umkrystallisierung. Sogar in ein und demselben Gestein finden wir sowohl in seiner ganzen Masse umgewandelten und zum grossen Teile frischen Amphibol.

Solche Erscheinungen kann man besonders gut in den Gesteinen von Tamásvár (bei Királyháza) wahrnehmen, unter deren, fast immer mit einem dicken Erzmantel umgebenen rotbraunen Amphibolen es solche gibt, die binnen des Erzmantels ganz frisch sind, aber es kommen auch solche vor, welche sich teilweise oder gänzlich zu Hypersten umgewandelt haben, in deren inneren Teilen aber der Amphibol manchmal noch zu erkennen ist.

Dieser entstandene *Hypersten* enthält manchmal selbst viel ausgeschiedene Eisenerzkörnchen und er ist manchmal bemerkbar stärker gefärbt, als der in den Gesteinen der Umgebung befindliche primäre Hypersten. Bei den in ein und denselben Pseudomorphosen auftretenden Amphibolrelikten und

³⁾ Auf den genetischen Zusammenhang des Pyroxen und Amphibol wies schon v. Böckh hin, in den Andesiten des südlichen Teiles des Gebirges, er verallgemeinerte ihn sogar (Jahrbücher XIII. p. 48—49). Eine solche Verallgemeinerung bei den mir bekannten Andesiten ist eine gänzlich verfehlte Sache, da in diesen viel, ganz bestimmt primären Pyroxen enthalten ist; ja es gibt sogar auch solche Pyroxenandesitmassen, welche keine Spur von Amphibol enthalten.

neuen Hypersthenkrystallteilen ist gut sichtbar, dass ihre krystallographische Orientierung ganz gleich ist. Eine im grossen Ganzen übereinstimmende (*c* und *b* Achse) krystallographische Orientierung finden wir bei dem Amphibol und dem daraus entstandenen Augit, in den Gesteinen des Zuges Vörös-Marnon.

In dem Falle, wenn die Hypersthenbildung von einer Vererzung eingeleitet wird, beginnt die Umwandlung in den meisten Gesteinen im Inneren der Krystalle. Alsdann sind die im Amphibole befindlichen Resorptionsgeoden die Ausgangsorte, welche in den Krystallen häufig, aber besonders gross im erzumrahmten Amphibole sind. Bei genauer Beobachtung können wir im grössten Teil dieser Einbuchtungen einen sehr schmalen Augit- oder Hypersthenrand bemerken. Die den Rand bildenden Pyroxenkrystalle enden gewöhnlich idiomorph gegen die Resorptionsseintiefung und reichen manchmal in dieselben ebenso hinein, wie die Krystalle der wirklichen Geoden in die von ihnen umgebene Höhlung.

Aber bei der Bildung des Erzmantels kommt es vor, dass die Pyroxenisierung am äusseren Teile des Erzmantels beginnt, wann die Continuität des Rahmens von kleineren Augitkrystallen unterbrochen wird. Die Augitkrystalle überschreiten im weiteren Laufe der Umwandlung ebenso die Grenzen der Pseudomorphose, wie ich es beim Magnetit erwähnte.⁴⁾ Die Amphibolgestalt ist aber infolge des Erzrahmens immer gut bemerkbar.

Aus resorbierendem Amphibol bildete sich in einzelnen Fällen hauptsächlich Hypersthen, in anderen Fällen vorherrschend Augit. Seltener bildet sich aus ein und demselben Amphibolkrystalle Hypersthen und Augit. In einzelnen Gesteinen der Sásaskuppe (südlich vom Dorfe Kemence), in welchen der Amphibol auffallend dunkel gefärbt, aber dabei stark pleochroistisch ist, bildete sich aus Amphibol neben einander stark pleochroistischer Hypersthen und sehr blassgrünlicher Augit. Im

⁴⁾ In keiner Weise könnte ich also die Hypothese KÜCHS (Reiss-Stübel: Geol. Stud. in der Republ. Columbia. Bd. I. pag. 56) und WASHINGTONS (Journal of Geology 1896), laut welchen die Umwandlung des Amphibols zu Magnetit und Pyroxen in gleicher Weise mit der paramorphen Umlagerung in den bereits starren Krystallen von statten geht, überhaupt nicht bestätigen, besonders verallgemeinern.

Innern des sich umwandelnden Amphibols ist Hypersthen, hie und da mit Amphibolstreifen, welchen ein aus kleinen Krystallen bestehender Augitkranz umgibt. Oft begleitet eine Erzausscheidung diese Pyroxene auch im Inneren des Amphibols. In eben dieser Gesteinsmasse kommt auch vor, dass der innere Teil des Amphibols gänzlich vererzt ist, der frische oder nur ein wenig frischere Teil sich auf einen äusseren, schmalen Streifen beschränkt, welcher wieder ganz aussen zu pyroxenisieren beginnt.

Wenn sich Hypersthen bildet, entwickeln sich gewöhnlich einzelne grössere Krystalle. Der Augit bildet sich aber gewöhnlich in feinkörnigen Anhäufungen oder wenigstens mehrere zusammen aus und mit der fortsetzender Bildung von neuen Körnchen nimmt er endlich das Innere des ganzen ursprünglichen Amphibolkrystalls ein. Aber auch daraus gibt es eine ziemliche Menge von Ausnahmen. In den Gesteinen der sich an der Westseite des Csarnabrunnen erhebenden Felsmassen erscheint der Hypersthen in feinkörnigen Anhäufungen im Inneren des Eisenerzrahmens in Gesellschaft von Magnetit und sehr kleinen Biotitblättchen. Die Pseudomorphosen werden in einzelnen seltenen Fällen äusserlich von einem Augitkranze umgeben. In den Andesiten des Vörös Marnon — Grates entwickelte sich der neugebildete Augit in grossen Krystallen.

Der um den umlagernden Amphibol auftretende Erzmantel ist nicht immer von Dauer. Wenn sich z. B. Hypersthen bildet, ist er in mehreren Fällen nur im Anfangsstadium der Umlagerung in der Form eines stetigen Mantels zu finden. Um den etwas grösseren Hypersthen zerreist der Mantel in Stücken und wenn der Hypersthen sich bereits zu einem grossen Krystalle entwickelte, ist er nur mehr in einzelnen grösseren Körnchen oder in körnigen Anhäufungen zu sehen. Wegweiser ist natürlich auch in solchen Fällen die von den Erzanhäufungen gezeichnete ursprüngliche Amphibolgestalt. Hingegen aber umgürtet an einzelnen Stellen, so in den Gesteinen des Peröcsényer Marononzuges, ein Eisenerzrahmen auch die grösseren Hypersthen Krystalle.

Wenn sich aus Amphibol Augit bildet, verbleibt der Erzmantel gewöhnlich bis zum Ende, wenn auch manchmal nicht in der Form einer stetigen Hülle.

Die neugebildeten Augitanhäufungen vereinigen sich fast immer mit Feldspatkrystallen und mit dem Fortschreiten oder gar der Vervollständigung der Umwandlung entstehen Augit-, Feldspat-, (seltener auch Hypersthen), Magnetitanhäufungen mit wirklicher Tiefgesteinsstruktur.

Beim Lösen dieses eigentümlichen Umstandes, dass im Inneren einer so grosskörnigen Pseudomorphose sich auch Feldspatkrystalle befinden, müssen wir in Betracht nehmen, dass Feldspat im Inneren des Amphibols bereits im Anfangsstadium der Augitisierung erscheint. So ist am wahrscheinlichsten, dass der Amphibol bereits vor der Augitisierung stark corrodirt war und aus der schmelzflüssigen, in diese Resorptionshöhlungen eingedrungenen Magma scheidete sich der Feldspat aus. Diese Hypothese bringt auch das mit sich, dass *die Ausscheidung des Feldspates der Grundmasse an einzelnen Orten sich auch nach der gänzlichen Umwandlung des Amphibols fortsetzte*, dass sich also der Amphibol bereits vor der endgültigen Erstarrung ganz umlagerte.

Die magmatische Umwandlung des Amphibols beeinflusste auch die Grundmasse in der unmittelbaren Nähe der Umlagerungsstelle. Nämlich bei vielen Gesteinen habe ich die Erfahrung gemacht, dass die umgelagerten Amphibolkrystalle ein lichter Kranz von Plagioklasmikrolithen umgibt, in welchem die einzelnen Kryställchen manchmal radial gelagert sind. Dieser, manchmal ziemlich dicke, lichte Mantel (er ist manchmal mehr als das doppelte breiter als der primäre Amphibol) lässt darauf schliessen, dass die Bildung des sich aus den in Lösung gegangenen Bestandteilen des Amphibols ausgeschiedenen Magnetit, Hypersthen, Augit u. s. w. einen solchen Einfluss auf die Magmateile der unmittelbaren Nähe ausübte, dass sie die femischen Bestandteile so anzogen, dass in der unmittelbaren Nähe nur die feldspatbildenden Elemente blieben.

In einzelnen Gesteinen ist zwischen der Amphibolpseudomorphose und dem lichten Feldspatkranze noch eine dünne Plagioklasaugitzone, was für obige Hypothese ein noch stärker beweisführender Umstand ist.

Ausser den angeführten und unzähligen anderen Beispielen, welche sich auf zweifellos secundären Pyroxen beziehen, geraten wir auf zahlreiche solche Daten, deren Lösung spätere

Untersuchungen notwendig macht. Von den vielen erwähne ich das, dass in den Gesteinen des Magasfadach, wo die Amphibolkrystalle gänzlich vererzt wurden, in der Grundmasse sehr viel Hypersthen in idiomorphen Krystallen enthalten ist. In den Gesteinen ist weder porphyrischer Hypersthen, noch porphyrischer Augit vorhanden. In solchen Fällen ist es schwer zu entscheiden, ob wir mit primärem oder sekundärem Hypersthen zu tun haben, da wir die Sache auch so auffassen können, dass die gelöste Substanz des umgelagerten Amphibols sich mit dem schmelzflüssigen Magmateile vermengte und dies leitete in der Grundmasse zwischen den gewissen physico-chemischen Verhältnissen⁵⁾ die Hypersthenbildung ein. Ich konnte zwar keinen Zusammenhang zwischen dem umgewandelten Amphibol und den Hypersthenmikrolithen beobachten, aber jedenfalls ist es sonderbar, dass der Hypersthen nur in der Grundmasse erscheint, und dass er in diesen absolut nicht basischen Gesteinen, deren durchschnittlicher Plagioklaseinsprengling Ab_{60} ist, in so grosser Menge vorkommt.

Auf Grund detaillierter Untersuchungen stellte sich heraus, dass in den amphibolhaltigen Andesiten neben den sekundären Pyroxenen auch **primäre Pyroxene** vorkommen, manchmal herrschen sogar die primären über die sekundären vor, ja sogar hie und da kommen die primären allein von den Pyroxenen vor. Aber auch in diesen Gesteinen sind die Verhältnisse sehr verschieden.

Von diesen zähle ich einige charakteristische Beispiele auf:

Sowohl Augit, wie auch Hypersthen kommen auch dort vor, wo der Amphibol keine Spur von Umwandlung zeigt, es ist also sicher, dass diese nicht vom Amphibole stammen. Ein sehr gutes Beispiel dafür ist das Gestein des grossen Steinbruches des Peröcsényer Hanselberges, in welchem sich neben ganz frischen, dunkelbraunen, mächtigen Amphibolkrystallen weniger, mikroporphyrischer Augit und Hypersthen befindet,⁶⁾

⁵⁾ Becke in T. M. P. M. Wien 1897 p. 337.

⁶⁾ Um Missverständnissen vorzubeugen, betone ich, dass es in dem durchforschten Gebirgsteile auch solche Andesite gibt, in denen die originalen Pyroxene sogar über die Amphibole herrschen, ja es gibt sogar solche, natürlich in geringer Anzahl, in welchen Pyroxen das einzige femische Mineral ist.

deren Grösse sich bis zu den Mikrolithen verringert. In den Gesteinen der sich in dem mittleren Teile des Csöresölye-Baches erhebenden grossen Felswand sind neben grünlich-braunem, frischem Amphibol Hypersthen von gleicher Grösse und bedeutend kleinere Augitkrystalle zu finden.

An einzelnen Orten des Gebirgsteiles blieb die ursprüngliche Lavaoberfläche wohlbehaltener, grösstenteils dort, wo sie vom Anfange an von Tuff- oder Breccianschichten zugedeckt wurde. In den Gesteinen dieser Plätze, ferner auch in den zwischen den Agglomeraten oft vorkommenden vitrophyrischen Andesitstücken finden wir neben Amphibol Pyroxen, ja, dieser herrscht stellenweise sogar vor, auch dort noch, wo der Amphibol frisch ist. Diese Verhältnisse können wir am besten in den Laven des mittleren Teiles des Drinóbaches studieren, wo unter den Pyroxenen der Hypersthen herrscht. *Die Pyroxene dieser Gesteine charakterisiert der grosse Reichtum an Gas und Flüssigkeitseinschlüssen, welche ich in sekundären Pyroxenen nicht nachweisen konnte.*

In den Gesteinsmassen des Kónyagipfel (von Kemence S. 50) kommen neben dem mikroporphyrischen frischen Amphibole, welcher meist lichtgrün oder grünlichbraun gefärbt ist, auch bedeutend grössere porphyrische Hypersthenkrystalle vor. Eben dasselbe ist auch in den Gesteinen des neben Királyháza befindlichen Cukorhátberges.

In einem Cukorhát vitrophyrischen Lavagestein sind sehr viele Einschlüsse. Eines derselben ist von holokrystallinisch porphyrischer Struktur und darinnen bildeten sich aus beinahe vollständig resorbiertem Amphibole Augitkrystalle. In dieser Gesteinsmasse sind aber auch solche dioritische, grosskörnige Tiefengesteinseinschlüsse, in welchen neben frischem Amphibol reichlich Hypersthen- und Augitkrystalle zu finden sind. Es ist klar, dass die holokrystallinisch porphyrischen Einschlüsse nahe zur Oberfläche erstarrten, wo mit der Druckverminderung die physikochemischen Verhältnisse für den Amphibol nicht mehr günstig waren. Dem entgegen zur Zeit der Bildung der zahlreichen Tiefengesteinseinschlüsse waren aber die Bestandsbedingungen des Amphibols vorhanden, also das Magma stand lange in der Erstarrungstemperatur unter

entsprechendem Druck, so, dass Entwässerung u. s. w. nicht eintreten konnte.

In den Gesteinen der Rédligegegend sind die ungefähr gleich grossen porphyrischen Amphibol- und Pyroxenkrystalle ausnahmslos frisch, es besteht also im oben erwähnten Sinne kein genetischer Zusammenhang zwischen ihnen. Hier ist unter den quantitativ untergeordneten Pyroxenen der Augit vorherrschend, während im nahen Waldteile Gátolla Hypersthen vorherrscht. In den einzelnen Gesteinen dieser letzteren Felsmasse ist aber das Verhältnis zwischen dem Amphibol und Hypersthen nicht ganz klar. *Einzelne Zeichen weisen darauf hin, dass es auch Hypersthen sekundärer Abstammung gibt.* Südlich von hier, in den Andesiten der Macákgya-Gegend ist in den frischen Krystallen des braunen Amphibols nach n_{α} die Absorption der Lichtstrahlen vollkommen. Der daraus abstammende Hypersthen zeigt einen stärker als normalen Pleochroismus.

Nahe zur Quelle des Rákosbaches, also in den Andesiten der Csoványos-Gegend ist an vielen Orten der Hypersthen und der ganz frische Amphibol in grossen Krystallen mit einander verwachsen, an anderen Orten wieder umgeben den frischen Amphibol etwas kleinere Hypersthenkrystalle. In derselben Amphibolpyroxenandesitmasse kommt auch vor, dass *der eine Teil des mit den grossen Hypersthenkrystallen parallel verwachsenen Amphibols noch frisch ist, während sich der andere Teil hauptsächlich zu Magnetit umwandelte, zwischen dessen sich eng aneinander reihenden Körnchen auch kleine Augitkrystalle vorhanden sind.*

Es gibt auch solche Gesteinsmassen, (Marnongrat, Malomfels, Bacsinafelsen, u. s. w.) in deren Gesteinen viele Zeichen darauf weisen, dass der Hypersthen primär ist, der Augit aber nachträglich aus Amphibol entstand. In diesem Falle kommt es vor, dass der Augit ziemlich stark gefärbt ist und auch ein wenig Pleochroismus besitzt, während der Hypersthen eine sich gegen den Bronzit neigende Abart mit grossem Achsenwinkel und schwachem Pleochroismus ist.

Der primäre und sekundäre Hypersthen und Augit kommen auch zusammen vor. So z. B. in den Felsmassen des oberen Teiles des Hanselbergzuges, in dessen Gesteinen bald die primären, bald die sekundären Pyroxene vorherrschen. Auch in

den Felsenmassen des mittleren Teiles des Drinóbaches können wir hie und da Pyroxen zweierlei Abstammung unterscheiden, deren Färbung sogar manchmal verschieden ist. In diesen Gesteinen finden wir in inneren Teile der grossenteils vererzten, zum kleinen Teile pyroxenisierten mächtigen Amphibolkrystalle sonderbare, in Umlagerung befindliche Amphibolrelikte, welche nicht mehr pleochroitisch sind.

Hier stehen wir einer wahren Legion von Beispielen gegenüber, welche wir oft nur sehr schwer auf gleiche Ursache zurückführen können.

Was die Altersverhältnisse des primären Pyroxen und Amphibol beriff, dafür ist die nach BECKE⁷⁾ allgemein angenommene Norm, dass aus der bis zum Erstarrungsgrad ausgekühlten Magma sich zuerst Pyroxen ausscheidet, dem die Auskrystallisierung des Amphibols folgt, wenn das Magma längere Zeit auf der Erstarrungstemperatur bleibt. Später, beim Sinken der Temperatur hört die Pyroxenausscheidung auf und nur die des Amphibols setzt sich fort. Wenn der Druck und die Temperatur sehr nieder sinken, kann sich nur mehr Augit bilden.

Diese Reihenfolge der Ausscheidung kann ich für die Börzsönyer Gesteine nicht verallgemeinern, weil ich zu viele Ausnahmen erfahren habe. Die zuverlässigen Daten, welche ich in diesen Gesteinen fand, weisen teils darauf hin, dass der Amphibol älter ist, als der Pyroxen. Zu bemerken ist aber, dass man allgemein nur in sehr wenigen Fällen das Verhältnis des Amphibols und des primären Pyroxen ganz sicher entscheiden kann. *Die Reihenfolge der Ausscheidung ist also in mehreren zuverlässigen Fällen eine solche, dass unter diesen femischen Mineralien das Älteste der Amphibol ist, jünger als er, oder in einzelnen Fällen gleichalterig mit ihm ist der Hypersthen, der jüngste ist der Augit.*

In den Felsenmassen längs des Csörösölyebaches, auf der Spitze des Godóvár und beim Gyeplosbrunnen und in der Umgebung der Mündung des Drinóbaches fand ich auch dafür Beweise, dass der Hypersthen älter ist: nämlich hie und da scheint es sicher zu sein, dass nach dem Zusammenwachsen

⁷⁾ Tschermak's Min. Petr. Mitteilungen. Wien 1897 p. 337.

des Amphibol und des Hypersthen der Amphibol weiter gewachsen ist. In diesen Fällen ist der Hypersthen sozusagen in den Amphibol eingedrungen. In vielen Gesteinen dieser Gesteinsmassen fand ich aber im Hypersthen auch Amphiboleinschlüss.

Was das Verhältnis des sekundären Hypersthen und des sekundären Augit zu einander betrifft, so sprechen alle Daten dafür, dass wenn in derselben Gesteinsmasse sich aus dem Amphibole Hypersthen und Augit ausscheidete, der Hypersthen älter ist.

Aus dem Amphibole bildete sich neben dem Pyroxen auch biotitartiger Glimmer, was ich bereits früher erwähnte. Dieser Biotit ist von sehr verschiedener Erscheinung. Z. B. in den Gesteinen am Fusse des Zöldbükk bei Királyháza sind die kleinen *Biotit*plättchen am äusseren Teile des grösstenteils vererzten Amphibols, zusammen mit winzigen Augitkörnchen. Ihre Farbe ist blass rotbraun. Im mittleren Teile von Drinó ist der sekundäre Biotit grünlichbraun. In einzelnen Gesteinen des Vörös Marnon (auf dem Grate) sind die sekundären Biotitplättchen mit Haematitplättchen zusammengewachsen. Manchmal scheint es so, als ob dieser rot gefärbte Biotit stufenweise in lebhaftrot gefärbte, hoch doppelbrechende Haematitplatten stufenweise überginge. In einzelnen Gesteinen des Hanselberges bilden um den zerfallenen Amphibol winzige blassbraune Biotitblättchen einen breiten Hof. In den Agglomeraten des Rédli-Steinbruches erscheint neben dem primären Biotit ein blass grünlichbrauner sekundärer Biotit in winzigen, zerrissenen Blättchen.

Der sekundäre Biotit unterscheidet sich im Allgemeinen von den primären Biotiten derselben Andesite in seiner Erscheinungsform, in seiner viel blasserer Färbung und in etwas grösseren optischen Axenwinkel.

Nach HUGO von BÖCKH⁸⁾ begann in den Andesiten des südlichen Teiles des Gebirges früher die Ausscheidung des Biotits als des Amphibols. Auf die von mir durchforschten Andesite kann man diese Feststellung nicht anwenden, da, wo ich auch einen was immer für einen Zusammenhang zwischen

⁸⁾ Jahrbücher d. kgl. ung. Geol. Reichsanstalt. Bd. XIII. pag. 48—49.

Biotit und Amphibol bemerkte, dieser immer das Entgegengesetzte zeigte. Nach meinen Forschungen ist der primäre Biotit in einzelnen Fällen ein noch jüngerer Gebilde als der grösste Teil des primären Hypersthen. Die Ausscheidung des Biotits dauerte sehr lang und auch sich wiederholte. Ich erwähne noch, dass der primäre Biotit in mehreren Fällen stark resorbiert ist. Eine Hypersthenbildung aus Biotit, was von BÖCKH erwähnt,⁹⁾ habe ich in meinen Gesteinen noch nicht beobachtet. Die Resorptionsverhältnisse des Biotits werde ich aber in einer anderen Abhandlung besprechen.

Was aber den Biotit sekundärer Abstammung betrifft, so weisen viele Zeichen darauf hin, dass er für ein älteres Gebilde als der sekundäre Hypersthen gehalten werden kann, und mit sekundären Magnetit sehr oft innig verwebt ist.

Aus dem primären Amphibole entstammte neben dem Magnetit, Pyroxen und Biotit auch *Amphibol*, und zwar zum Teile Uralit, zum Teile Aktinolith. Die nachträgliche Bildung aus Amphibol ist an mehreren Orten zweifellos zu konstatieren u. zwar in den Gesteinen von Magasfa, Tamásvár, Varjas, Dorotyin, u. s. w., wo keine Spur von postvulkanischen Wirkungen ist. In diesen Gesteinen ist der primäre Pyroxen ganz frisch.

Von diesem sekundären Ursprung des Amphibols muss man jene Fälle unterscheiden, in den der Amphibol in zwei Generationen auftritt, wie in den Gesteinen von Pócik, Gátolla, u. s. w., wo die ältere Generation gewöhnlich dunkelbraun und fast immer zu resorbieren begann, die jüngere ist (in der Grundmasse) lichtbraun oder grünlichbraun und ganz frisch.

Die neueren diesbezüglichen Untersuchungen habe ich mit der Hilfe des „Ungarischen Naturwissenschaftlichen Landesfond“ („Országos Magyar Természettudományi Alap“) durchgeführt, wofür ich der Präsidentschaft dieser Foundation einen aufrichtigen Dank sage.

⁹⁾ Jahrbücher d. kgl. ung. geol. Reidesanstalt. Bd. XIII p. 49.