

64969

Die
Andesite des Kaukasus.

Eine
zur Erlangung des Grades
eines

Magisters der Mineralogie und Geognosie

bei der
physiko-mathematischen Facultät der Kaiserlichen Universität in Dorpat

eingereichte Schrift.

Tartu Riikliku Ülikooli

Rektoriatsis

70834

Von

Alexander Lagorio,
Assistent am mineralogischen Cabinet.

Dorpat.

DRUCK VON H. LAAKMANN.

1878.

Gedruckt mit Genehmigung Einer Hochverordneten physiko-mathe-
matischen Facultät der Kaiserlichen Universität in Dorpat.

Dorpat, den 27. November 1878.

Nr. 105.

Prof. Dr. L. Schwarz,
d. Z. Decan der physiko-math. Facultät.

Indem ich diese Blätter der Oeffentlichkeit übergebe, fühle
ich mich gedrungen meinem hochverehrten Lehrer Herrn
Prof. Dr. C. Grewingk für die freundliche Förderung
meiner Arbeiten den wärmsten Dank auszusprechen.

437370

Einleitung.

Das Studium der echt vulkanischen Gesteine gehört, weil dieselben das unzweideutige Gepräge ihrer Entstehung in unveränderter Art und Weise an sich tragen, zu den interessantesten und wichtigsten Gebieten der Geologie. Die basischen Glieder dieser grossen Gesteinsgruppe haben sich von jeher der besonderen Beachtung der Forscher erfreut, während den saueren Repräsentanten derselben diese Gunst in viel geringerem Maasse zu Theil geworden ist, und unter Letzteren, namentlich denjenigen, welche als sogenannte Andesite, die Combination Plagioklas-Augit, -Hornblende oder -Glimmer vertreten. Die vorliegenden Blätter sollen einen Beitrag zur Kenntniss dieser Andesite abgeben.

Der Name „Andesit“ rührt von L. v. Buch her ¹⁾. Humboldt ²⁾ erklärt den Andesit für eine „Mythe“, nachdem man erkannt habe, dass die Gesteine der Cordilleren von Süd-Amerika, für die man diese Bezeichnung gebraucht, nicht „Albit mit Hornblende, sondern Oligoklas mit Augit“ seien. Seit dieser Zeit haben sich die Geologen dieses Namens ungern bedient, bis

1) L. v. Buch in Pogg. Ann. XXVII. p. 188.

2) Kosmos IV. p. 636.

Roth denselben für die oligoklashaltigen, sanidinfreien, trachytartigen Gesteine wieder einführt.

Abich verdankt man hauptsächlich die nähere Kenntniss der mineralogischen, namentlich aber der chemischen Constitution der Andesite im Allgemeinen und speciell derjenigen Süd-Amerika's und des Kaukasus. Zahlreiche Analysen, nebst genauer Charakteristik dieser Gesteine legte er in seinen Abhandlungen „Ueber die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen, Braunschweig 1841“ und „Ueber die geologische Natur des Armenischen Hochlandes, Dorpat 1843“ nieder. Seitdem gelten die kaukasischen Gesteine der Andesitgruppe für typisch und haben demgemäss auch Abich's Analysen in allen werthvolleren Lehrbüchern der Geognosie und Petrographie Platz gefunden³⁾. In späterer Zeit ist die Kenntniss dieser Gesteine des Kaukasus nur durch die kurzen Angaben Tschermak's⁴⁾ erweitert worden. Umsomehr schien es daher geboten, dieselben einer eingehenderen Prüfung zu unterziehen, und mit Hilfe des Mikroskops ihre mineralogische und structurelle Beschaffenheit klar zu legen. Dieser speciellen Aufgabe sind die nachfolgenden Untersuchungen gewidmet und am Schluss der Abhandlung knüpfen sich an dieselben kurze Schlussfolgerungen über die Genesis einiger Gesteine dieser Gruppe⁵⁾.

3) Cf. Bischof, G., Lehrbuch der chem. und phys. Geologie 1861. Zirkel, F. Lehrbuch der Petrographie 1866 etc.

4) Tschermak's Min. Mitthg. 1872 p. 108. Die in seiner 2. Abhandlung (ebendaselbst 1875. p. 131). „Felsarten aus dem Kaukasus“ angeführten Ortschaften liegen alle in der Krym.

5) Abich führte seine Untersuchungen an den kaukasischen Andesiten als Prof. der Mineralogie an der Universität zu Dorpat aus. Das Material dazu lieferten ihm die von Parrot von seiner Reise nach Transkaukasien mitgebrachten Handstücke der geognostischen Sammlung der Universität. Die von Abich analysirten Stücke in einer Abhandlung (cf. Ueber die geol. Natur des Arm. Hochlandes) tragen Nummern, durch welche die Originalstücke sich leicht nachweisen liessen und es dadurch möglich

Was die in dieser Arbeit angewandte specielle Classification der Andesitgruppe betrifft, an deren allgemeiner mineralogischer Abgrenzung ich aus weiter unten zu entwickelnden Gründen nicht gerüttelt habe, so basirt sie auf dem einfachsten Princip der verschiedenen texturellen Verhältnisse. Bei unzweifelhaft vulkanischen Gesteinen ist dieses Eintheilungsprincip ein auf natürlicher Grundlage ruhendes. Die Textur einer Felsart hängt von der fortgeschritteneren oder minder entwickelten Individualisirung der einzelnen constituirenden Mineralien ab. Die mehr oder weniger vollkommene Spaltung des ursprünglich homogenen Gesteinsmagmas wird durch das zum Aufbau individualisirter Verbindungen, d. h. Mineralien, verwerthete Quantum des amorphen Magmas und die im Gestein nachbleibende nichtindividualisirte Glasbasis bezeichnet. Den verschiedenen Texturausbildungen ein und desselben Gesteins entsprechen also ebenso viele Bildungsstufen und Entwicklungsstadien desselben. Daraus folgt, dass die Verwerthung der Quantität der Glasbasis als Grundlage der Eintheilung der Hauptfamilien der geflossenen, aus dem Glasfluss erstarrten Gesteine eine durchaus natürliche und deshalb auch richtige ist. Es ist freilich dagegen eingewandt⁶⁾ worden, dass die allmähigen Uebergänge eine solche Classification inopportun machen und eine Gliederung der Gesteine vereiteln. Der Einwand ist jedoch, wie bald gezeigt werden soll, nicht stichhaltig. Fassen wir zunächst die übliche Classification der massigen Gebirgsarten überhaupt in's Auge, so erkennen wir nämlich, dass sie durchaus an demselben vermeintlichen Fehler, der dem texturellen Princip vor-

machten die mikroskopische Untersuchung an dem analysirten Material selbst vorzunehmen. Diesem Umstand ist aber besonderer Werth beizulegen, nachdem neuere chemische und mineralogische Forschungen bewiesen haben, dass ein und dasselbe Gestein auf kurze Strecken sowohl in chemischer als auch mineralogischer Beziehung bedeutend zu variiren vermag.

6) Rosenbusch, H. Pysiographie der massigen Gesteine. Stuttgart. 1877.

geworfen wird, leidet. Denn obgleich die Eintheilung in jüngere und ältere Gesteine insofern keine willkürliche ist, als nicht gelengnet werden kann, dass die in älteren geologischen Epochen zu Tage geförderten Gesteine sich structurell bedeutend von denen der jüngsten Perioden unterscheiden, so giebt es auch hier ganz allmähliche Uebergänge. Dies lehren beispielsweise die sogenannten Grünsteintrachyte Siebenbürgens (Zirkel's⁷⁾ Propylite), welche die Andesite mit den Dioriten verknüpfen und das Ziehen einer Grenze unmöglich machen. Die Ursachen, warum in älterer Zeit Granite und Diorite und in neuerer Trachyte und Andesite zu Tage getreten sind, bleiben uns bis jetzt unbekannt. Wir wissen kaum etwas darüber, welche Rolle hydrochemische metamorphosirende Processe bei Herausbildung des abweichenden Habitus der oft mineralogisch mit den jüngeren fast identisch zusammengesetzten älteren Gesteine gespielt haben. Es ist uns auch noch vollkommen unbekannt, ob die sogen. älteren Gesteine sich noch gegenwärtig in der Tiefe bilden können oder nicht. An dem eruptiven Charakter der zu älteren Epochen gehörenden Felsarten, wie z. B. des Granits, werden noch erhebliche Zweifel laut. So lange man aber die Ursachen der Verschiedenheit der abweichenden Beschaffenheit älterer und jüngerer Gesteine nicht erkannt hat, ruht das Eintheilungsprincip nach dem Alter gewiss auf schwankender Basis.

Nicht viel besser sind wir bei der Classification der Gesteine nach Mineralien, d. h. nach dem Vorherrschen einzelner derselben in einem Gestein, daran. Die Beziehungen, welche zwischen der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der sich aus dem Magma ausscheidenden Mineralien und derselben Beschaffenheit der sie beherbergenden Matrix sind uns

völlig unbekannt. Der Einfluss der Erhaltungsdauer, des Druckes auf die Ausscheidung der einzelnen Mineralien ist noch äusserst wenig oder so gut wie garnicht studirt. Es fehlen uns sogar Erfahrungen und aus diesen gefolgerte empirische Regeln über die Vergesellschaftung von Mineralien, namentlich aber der verschiedenen Feldspathe mit den anderen Gesteinsgemengtheilen. Die Beziehungen, welche man hier früher entdeckt haben wollte, existiren de facto nicht. Der Labradorit kommt nicht allein mit Angit vergesellschaftet vor; der Orthoklas beschränkt sich nicht nur auf das Zusammenvorkommen mit Glimmer und Hornblende, er tritt auch in augithaltigen Gesteinen (in Monzonit etc.) auf; der Quarz meidet nicht die Augite und die glasigen Gesteine. Seitdem man zur Ueberzeugung gekommen ist, dass die Feldspathe als Verbindungen einiger stabiler Silicate in allen möglichen Verhältnissen anzusehen sind, musste auch die Eintheilung in Oligoklas und Labradorgesteine fallen. Man weiss jetzt, dass in ein und demselben Gestein verschiedene Feldspatlmischungen zugleich vorkommen können, aber eine Gesetzmässigkeit in diesem Zusammenvorkommen und die Beziehungen der verschieden constituirten Feldspathe zu den anderen Gemengtheilen und zum Gesteinsmagma ist nicht erkannt worden. Dass die Scheidewand zwischen Orthoklas- und Plagioklasgesteinen dereinst ebenso fallen wird, ist höchst wahrscheinlich. — Die Uebergänge zwischen den Gruppen der Gebirgsarten, bei ihrer Eintheilung nach dem mineralogischen Princip sind sehr allmähliche. Die Andesitgruppe ist ein gutes Beispiel dafür. Die Gesteine derselben gehen einerseits durch Aufnahme von Sanidin in Trachyte, andererseits durch Hinzutreten des Olivins in Basalte über, und zwar so unmerklich, dass man häufig in Verlegenheit geräth, ein fragliches Gestein in die eine oder andere Kategorie zu verweisen. Und obgleich es scheint, als seien gewisse Mineralcombinationen stabiler und in Folge dessen auch häufiger, so ist die Classification nach dem mineralogischen

⁷⁾ Ueber die krystallinischen Gesteine längs des 40. Breitengrades in Northwest-Amerika. Berichte d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. Januar 1877. p. 187.

Princip doch nicht gerechtfertigt, so lange es nicht als erwiesen gilt, dass sämtliche constituirende Mineralien, sowie die Felsarten eine gemeinsame gleiche Entstehung haben. Von diesem Beweise sind wir aber noch weit genug entfernt und ist deshalb eine im wahren Sinne des Wortes natürliche Classification der Gesteine überhaupt augenblicklich so gut wie unmöglich. Aus demselben Grunde ist auch in dieser Arbeit an der allgemeinen mineralogischen Abgrenzung der Andesitgruppe, wie sie von Rosenbusch⁸⁾ vorgeschlagen wird, festgehalten worden. Dagegen ist die willkürliche zeitliche Abgrenzung derselben, welche ein tertiäres oder recentes Alter für sie beansprucht, vermieden und sind die Andesite an Vulkane gebunden worden. Dadurch wird die Grenze dieser Gesteinsfamilie nicht verschoben, sie gewinnt aber an wirklich natürlicher Grundlage. Die Entstehung und das Auftreten der vulkanischen Berge in ihrer jetzigen Erscheinungsform reicht nicht weiter als bis zum Beginn der Tertiärperiode⁹⁾, folglich werden Gesteine, die ihre Entstehung denselben verdanken, ein tertiäres oder recentes Alter haben, somit fällt die Gruppe mit derjenigen von Rosenbusch vorgeschlagenen zusammen. Sollte nachgewiesen werden können, dass Vulkane in identischer Ausbildung mit den jetzigen schon früher existirt haben, so wird es auch ältere Andesite geben können, die in diese Gruppe gehören, es sei denn, dass es sich erweise, dass dieselben durch hydrochemische metamorphosirende Prozesse in ihrem ganzen Habitus stark verändert worden seien¹⁰⁾.

8) Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. Stuttg. 1877.

9) C. Fuchs, Vulkanische Erscheinungen der Erde. Wien 1865. p. 157 sqq. Palmieri ed Scacchi. Della regione del Monte Vulture. Napoli. 1852.

10) Die „Propylite“ Richthofen's und Zirkel's? (Ueber die krystallinischen Gesteine längs des 40. Breitengrades in NW-Amerika. Berichte d. kön. sächs. Gesells. d. Wiss. Sitz v. 22. Jan. 1877).

Innerhalb der Andesitfamilie habe ich es, den obenentwickelten Prinzipien gemäss für durchaus richtig und nothwendig erachtet, die unnatürliche Schranke zwischen Hornblende- und Augitandesiten fallen zu lassen. Inconsequent ist es die hornblende- und glimmerhaltigen Andesite zusammenzufassen und die Augitandesite als eine selbstständige Abtheilung davon abzutrennen. Augit und Hornblende sind doch wohl mehr mit einander verwandt, als mit den Glimmermineralien¹¹⁾. Man erinnere sich nur der Thatsache, die Berthier und Mitscherlich beobachteten, dass die thondefreie Hornblende (Tremolit) nach dem Schmelzen im Porzellanofen sich in der Krystallform des Augits, mit dessen Spaltbarkeit ausscheidet. Dasselbe berichtet Rammelsberg¹²⁾ vom Tremolit von Gullsjö und vom Fichtelgebürge. Es wandelt sich folglich die Hornblende unter Umständen, die auch bei den eruptiven Gesteinen obwalten, durch einfache Molekularumlagerung in Augit um. Weiter erinnere ich an die häufigen Verwachsungen und Umwachsungen¹³⁾ der beiden Bisilicate und die Umwandlung des Augits in Hornblende, wie man sie an den Uraliten kennt. Worin liegt der durchgreifende Unterschied zwischen den Amphibol- und Pyroxengesteinen dieser Gruppe? Doelter¹⁴⁾ protestirt z. B. gegen ein Zusammenwerfen „so ganz verschiedener Felsarten, wie Amphibol- und Pyroxengesteine,“ leider ohne anzuführen, worin sie so verschieden seien. Es besteht aber zwischen hornblende- und augitführenden einerseits, und glimmerhaltigen Andesiten anderseits ebenfalls keine Kluft. Sowohl die Hornblende, als auch der Augit werden mit Glimmer verwachsen gefunden. Umwandlungen des ersteren Minerals

11) Cf. Rosenbusch, l. c. p. 435.

12) Handbuch der Mineralchemie 1875. Th. II. p. 391.

13) Cf. z. B. Tschermak, Felsarten aus dem Kaukasus, in seinen Mitth. 1872. p. 110.

14) Doelter, C. Zur Kenntniss der quarzführenden Andesite in Siebenbürgen und Ungarn. T. M. M. 1873. p. 64.

in Glimmer sind durch Bischof, Fergus, Kenngott und Weybie längst bekannt geworden. Dass der Augit ebenfalls einer Umwandlung in Glimmer fähig, ist von Bischof¹⁵⁾, Blum¹⁶⁾ und anderen beobachtet worden. Die drei Gruppen der Hornblende-, Augit- und Glimmerandesite gehen ebenfalls in einander über. Es giebt in der That wenig Vorkommnisse, die anschliesslich das eine oder das andere der drei Mineralien enthalten. Weitans die grösste Mehrzahl der Augitandesite führt Hornblende, während die Hornblendeandesite häufig glimmer- und augithaltig sind. Die Eintheilung in Hornblende- und Augitandesite ist offenbar der Durchführung der beiden entsprechenden Reihen der älteren Gesteine, der Diorit- und Diabasreihe, bei den jüngeren Gebirgsarten zu Liebe vorgenommen worden. Es ist nicht zu leugnen, dass die Classification dadurch sehr viel an Einheitlichkeit gewinnt, doch ist es kaum statthaft über solchen ästhetischen Bedürfnissen die natürlichen Verhältnisse zu vernachlässigen.

Sollte daher der Einwand, dass die Uebergänge die Anwendung der Texturverhältnisse auch zur specielleren Eintheilung der Gesteine unmöglich machen, ein stichhaltiger sein, dann müsste man es überhaupt aufgeben Gebirgsarten zu classificiren.

Die in dieser Arbeit aufgestellte Eintheilung der Andesitgruppe ist folgende:

- I. **Vollkrystallinische Andesite.** (pleokrystalline Ausbildung).
- II. **Halbglasige Andesite.** (mikrystalline Ausbildung).
 1. Mit einer Glasbasis.
 - a) Die Basis ist reines Glas.
 - b) Die Basis ist entglast.
 2. Mit einer Mikrofelsitbasis¹⁷⁾.

15) Bischof, G., Lehrbuch d. chem. und. phys. Geologie 1864. Th. II. p. 643.

16) Blum, Pseudomorphosen. 1. Nachtrag. p. 30.

17) In Bezug auf die Bezeichnungen Mikrofelsit, Mikrolithe, Krystal-

III. **Glasige Andesite** (oligokrystalline Ausbildung) mit den entsprechenden **Gläsern** (hyaline Ausbildung).

Die erste Kategorie umfasst alle Andesitgesteine, in denen die Gemengtheile zur vollkommensten Entwicklung gelangt sind und die keine Spur von zurückgebliebener Glasbasis enthalten. In den Gesteinen der zweiten tritt eine solche in verschiedener Ausbildung in beschränkter Weise auf, um schliesslich in den glasigen Andesiten das Uebergewicht zu erlangen. Die letzteren repräsentiren also die niederste Entwicklungsstufe der Gesteinsfamilie. Es ist nun jedesmal leicht zu entscheiden, ob Glasbasis vorhanden oder nicht und ob dieselbe überwiegend sei. Ebenso ist es nicht schwer Glasbasis von mikrofelsitischer zu trennen, und bei ersterer zu constatiren, ob das Glas rein oder durch Trichite, Krystallite, Bellonite etc. entglast sei. Soviel mir die verschiedenen Vorkommnisse aus Beschreibungen und durch Autopsie bekannt sind, lässt sich diese Scheidung der Gesteine der Andesitfamilie überall ohne Schwierigkeit durchführen. Zirkels¹⁸⁾ speciellere Eintheilung der Basaltfamilie ist, wie auch Rosenbusch¹⁹⁾ constatirt, deshalb undurchführbar, weil dieselbe viel zu weit geht und er unmerkbare Unterschiede statuirt, wie z. B. in der Abtheilung b und c, wo eine Trennung zwischen Glasbasis mit „reichlichen“ und „massenhaften“ Auscheidungen gemacht wird. Fasst man die gegebenen Andeutungen zusammen, so ergibt sich folgende Definition der Andesitgruppe. Unter dem Namen Andesit werden alle Ge-

lite, Trichite, Bellonite, kryptokrystallin etc., verweise ich auf die diesbezüglichen Ausführungen von H. Rosenbusch in der mikroskopischen Pliysiographie d. mass. Gesteine. Stuttgart 1877.

18) Zirkel, F. Untersuchungen über die mikrosk. Zusammensetzung u. Structur d. Basaltgesteine. Bonn, 1870.

19) Rosenbusch, a. a. O. p. 436 und Borický, E., Petrogr. Studien an den Basaltgesteinen Böhmens. Arbeiten der geol. Abth. der Landesdurchforschung Böhmens. II. Prag, 1873.

steine begriffen, die neben Plagioklas Hornblende, Augit oder Glimmer einzeln oder alle drei Mineralien zusammenführen und deren Entstehung an vulkanische Thätigkeit im heutigen Sinne geknüpft ist.

I. Allgemeines über die kaukasischen Andesite.

Das grossartige vulkanische Gebiet des Kaukasus, Armeniens und Nordpersiens ist der Verbreitungsbezirk der hier abgehandelten Andesite und der Trachyte. Vom Nordabhange der den kaukasischen Isthmus durchziehenden Bergkette ausgehend, begegnen wir zunächst dem Trachyt der isolirten Beschtau-Gruppe bei Pjätigorsk. Derselbe ist nicht näher untersucht. In südlicher Richtung davon, in der Hauptkette selbst, treten echte Andesite an den beiden Vulkankegeln des Elbrus und Kasbek auf, ebenso bei Kobi und Gudaur in der Nähe des Letzteren. In Transkaukasien werden von Abich und anderen Forschern folgende Punkte angeführt, an denen trachytische Gesteine zur Entwicklung gelangt sind: Im thrialitischen Gebirge in Karthalinien — echte Andesitlaven;²⁰⁾ der grosse Abul nordwestlich von Achalkalaki soll hauptsächlich aus einem „phonolithartigen Trachtyporphyr gebildet sein, dem dunkle pechsteinartige Modificationen und rothbraune Verschlackungen in der Nähe des obsolet kraterartigen Gipfels nicht fremd sind.“²¹⁾ Am Taporavan-See, östlich vom Abul. Trachyt- und Glasgesteine sollen weiterhin in Armenien auftreten, — am Alagöz und Ararat, am Duly-Dagh, in der Pambak-Kette, am Chalabdagh auf dem Plateau von Orty (mit den Obsidian-

bergen Schachjöll und Ali-begh, der Kammhöhe von Schachsuar, dem Sydorly-Gebirge, auch das Gebirge von Daratschitschak genannt), dem Akmangan-Plateau, von der Gebirgsumwallung des Goktschui-See's, vom Arachly-Gebirge, vom Kukidagh und vom Plateau von Karabagh am Basartschui; flussabwärts von der Festung Askeran, am Hatly-Dagh. Bei der Stadt Kajazid in Türkisch-Armenien sollen Trachtyporphyre den Kalkstein durchbrochen haben; domförmige Trachtyberge erscheinen beim Dorfe Kilissa-Kent im persischen Gebiet.²²⁾ Der Kern des Sachendgebirges besteht aus Trachtyporphyr; auf dem Damirdagh kommt Andesit am Gipfel vor, tiefer erscheinen an demselben Trachyte. Am Sawalan-Dag treten Perlstein, Pechstein (?) und Andesit, von gleicher Beschaffenheit mit denen vom Kasbek, beim Dorfe Jegdschach auf. Trachtytische Laven, gran und perlsteinartig bis roth, bilden Decken am Flusse Gedilink, 8 Werst süd-östlich vom Savalan; weiter hinauf am Berge, oberhalb Sardawar Andesite; Perlstein und Obsidian sind hier auch vertreten; bei Herron am Kaspi-See porphyrische trachyt-ähnliche Gesteine. Beim Dorfe Gir, nicht weit vom Alamud-Berge, tritt Trachyt zu Tage. Am Alamud (Albars-Berge) selbst sind echte Andesite zur Entwicklung gekommen. Im Nordwesten des Demavend-Vulkans am Sefid-Ab und bei Jolu ziehen zum Demavend, Trachyt- und Quarztrachtytgrate hin. Schliesslich am Demavend selbst — Trachyte und Andesite. Das sind die bis jetzt bekannt gewordenen Punkte des kaukasisch-armenisch-persischen Vulkangebiets, an denen Andesitgesteine mit Sicherheit beobachtet worden sind.

Was nun die Art und Weise des Auftretens der Gesteine dieser Gruppe in dem erwähnten Gebiet anbetrifft, so ist zunächst hervorzuheben, dass nach den übereinstimmenden Aussagen sämmtlicher

20) Abich, II., Das thrialitische Thermalquellensystem in Karthalinien vom geol. Standpunkte aus betrachtet. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. B. XXIX. 1877. p. 820.

21) Abich, II., Geolog. Beobachtungen auf Reisen in den Gebirgs-ländern zwischen Kur und Araxes. Tiflis 1867.

22) Cf. Grewingk, Dr. C., Die geognostischen und orographischen Verhältnisse des nördlichen Persiens. Mit einer Karte. Verhandl. d. Miner. Gesellsch. in St. Petersburg. Jahrgang 1852 und 1853. p. 97 sqq.

Forscher, die diese Gegenden geognöstisch untersucht haben, das Auftreten der „echten Andesite“ sich meist auf die Gipfel der Kegelberge beschränkt. So geht aus Kupffer's²³⁾ Beschreibung des Elbrus und seiner Gesteine hervor, dass die bekannte von Abich²⁴⁾ analysirte, den Andesiten der Andes so ähnliche Felsart nur am Gipfel des Berges vorkommt, oder, richtiger, denselben zusammensetzt. Die von Parrot gesammelten, in der Universitätsammlung befindlichen Repräsentanten der Andesitgesteine werden mit wenigen Ausnahmen als „Gipfelgesteine“ des Kasbek, Ararat etc. bezeichnet. Grewing²⁵⁾ hebt ausdrücklich hervor, dass der 11545' hohe Damir-dagh nur 800' abwärts vom Gipfel aus einem mit dem Gipfelgesteine des grossen Ararat identischen Andesit besteht; am Savalan und Demavend bilden ähnliche Gesteine den Gipfel. Diese Art und Weise des Auftretens ist besonders betont worden, weil sie, wie aus dem Weiteren ersichtlich ist, im Verein mit der mikroskopischen Untersuchung eine eigene Entstehung eines Theils dieser Gesteine höchst wahrscheinlich macht. — Von anderen Erscheinungsformen wäre die sehr häufige Entwicklung der Andesite als Lavaströme (thraletisches Gebirge, Ararat, Aehalzieh etc.) und Domberge²⁶⁾ zu erwähnen.

Die hier befindlichen und von mir untersuchten Repräsentanten der Andesitgesteine des Kaukasus sind schon bei flüchtiger Betrachtung leicht von anderen eruptiven Gesteinen (makroskopisch) zu unterscheiden. In der Regel sind dieselben im Handstück einerseits licht bis dunkelgrau, andererseits aber

röthlich oder rothbraun; die grauen Varietäten, meist ziemlich dicht, mit rauhen Bruchflächen; die Rauhigkeit letzterer ist jedoch nicht so stark ausgeprägt, als bei den echten Trachyten; die Grundmasse der rothen (bis violettgrauen) Gesteine ist dagegen ganz analog derjenigen der Trachyte, resp. Domite ausgebildet, auch häufig verschlackt und mit Lagen dunkeln Glases abwechselnd. Beide Varietäten enthalten fast ausnahmslos porphyrische Einsprenglinge von glasigem triklinem Feldspath (Mikrotiu).

Die chemische Zusammensetzung der kaukasischen Andesite ist eine typische. Die Gesteine charakterisiren sich als saure und sauerste Glieder²⁷⁾ der an vulkanische Thätigkeit gebundenen Felsarten. Der SiO_2 Gehalt schwankt zwischen 77.40 (sehr glasreiche Andesite und Andesitgläser) und 61.33 %. Bei den vollkrystallinischen Andesiten muss daher, wenn sie saurer als die sie zusammensetzenden Mineralien sind, ein Theil der SiO_2 als freie Kieselsäure d. h. als Quarz oder Tridymit ausgeschieden sein. Man übersieht in einem feinkörnigen Gemenge den Quarz und namentlich den Tridymit gar leicht, zumal wenn er sehr spärlich im Gestein vertreten ist. In diesem Falle giebt die chemische Analyse die wichtigsten Andeutungen. Unter den kaukasischen Andesiten enthalten die wenigsten reiche SiO_2 , sei es als Quarz oder Tridymit. Der Eisengehalt schwankt beträchtlich, je nach der Menge des vorhandenen Magneteisens. Schwefeleisen ist in manchen glasigen Varietäten in Form von Eisenkie; vertreten. Als Zeichen der vollkommenen Frische der untersuchten Gesteine, kann der immer unter einem Procent stehende H_2O Gehalt (0.20 bis 0.67% nur der „Besobdalporphyr“ hält 1.12% H_2O) angeführt werden.

23) Voyage aux environs du Mont-Elbrouz. St. Petersbourg. 1830, p. 65.

24) Ueber die geologische Natur des armenischen Hochlandes. Dorpat. 1843.

25) a. a. O. pp. 148, 164, 199 und 326. —

26) Abich beschreibt Trachytberge von dieser Form von mehreren Punkten Armeniens (Geol. Beob. auf Reisen in den Gebirgsländern zw. Kur und Araxes. 1867.) — Mir waren leider Handstücke von solchen Orten nicht zugänglich.

27) Abich. Ueber die geol. Natur des arm. Hochlandes, Dorpat. 1843. Anhang. Das unter Nr. 12 in dieser Arbeit angeführte Gestein mit 51.83% SiO_2 gehört nicht zu den Andesiten und ist stark verändert, wie auch der hohe Wassergehalt beweist (3.82% H_2O).

Die Feldspathe erscheinen in den meisten der untersuchten Felsarten, in ein und demselben Vorkommnisse in zweierlei Ausbildungsweisen; einerseits als makroskopisch eingesprengte, glasige, bis über 5 Mm. grosse Krystalle, andererseits als oft äusserst winzige, schmalleistenförmige Mikrolithe. Beide Arten gehören dem triklinen System an, doch sind es wahrscheinlich Vertreter zweier verschiedener Mischungen innerhalb der Kalk-Natronfeldspatitreihen. Dieses scheint auch aus dem optischen Verhalten derselben hervorzugehen. Während die grösseren Plagiogläse meist eine Auslöschungsschiefe von 21° besitzen, variiren die kleinen in dieser Beziehung in ein und demselben Gesteine auffallend. Die chemische Analyse, welche zur Feststellung der Natur des makroskopisch ausgeschiedenen glasigen Plagioklasses unternommen wurde, ergab mir folgende Resultate:

SiO ₂	60.27
Al ₂ O ₃	24.23
Fe ₂ O ₃	0.14
CaO	6.16
MgO	Spur
Na ₂ O	6.79
K ₂ O	1.03
H ₂ O	0.60
	<u>99.21</u>

Berücksichtigt man die Tschermak'sche Theorie, so entspricht 1.03 K₂O 6.04 Procent Orthoklas (3.90 SiO₂, 1.12 Al₂O₃, 1.02 K₂O) von der Zusammensetzung K₂AlSi₆O₁₆. Bringt man den Orthoklas in Abzug und berechnet den Rest auf 100, wobei der H₂O Gehalt in Abzug kommt, so ergibt sich

nach der Analyse:	Die Theorie verlangt für Ab ₂ An ₁ :	
SiO ₂	60.90	59.7
Al ₂ O ₃	25.12	25.6
CaO	6.65	6.9
Na ₂ O	7.33	7.7
	<u>100.00</u>	<u>100.0</u>

Daraus ist ersichtlich, dass der Feldspath in die Reihe des Andesins gehört und zwar ein solcher von der Mischung Al₂ An₁ ist. Derselbe stammt aus einem halbglasigen Andesit des Kasbek. †

Es wäre für die Aufklärung der Spaltungsvorgänge im *Gesteinsmagma von Wichtigkeit die chemische und physikalische Natur der Feldspathe in Gesteinen gleicher Zusammensetzung, aber verschiedener Texturausbildung, wo es angeht, möglichst genau festzustellen. Die Untersuchungen müssten natürlicherweise an Gliedern einer genetisch, wie mineralogisch zusammengehörigen Gruppe von Gebirgsarten vorgenommen werden. Daraus müssten sich wenigstens empirische Regeln über die Beziehungen der Durchglasung eines Gesteins und der Natur der ausgeschiedenen Feldspathe ergeben. Ebenso interessant sind die zu erforschenden Relationen des Feldspatidgehalttheils zu der verschieden chemisch zusammengesetzten Glasbasis verschiedener Gesteine. Es müssten dazu Vorkommnisse benutzt werden, in denen nur Glas und Feldspath anwesend und die beiden leicht isolirbar wären. Solche giebt es, wie man aus den späteren mikroskopischen Untersuchungen erschen kann, unter den glasigen Andesitgesteinen.*

Das Volumgewicht der Andesite schwankt zwischen 2.3 und 2.8 und zwar nimmt es mit steigender Durchglasung ab, um schliesslich bei den Gläsern die geringsten Werthe zu erlangen. Folgende Tabelle macht dies anschaulicher: ²⁸⁾

28) Die chemischen Analysen sind nach Abich; die Volumgewichte sind von mir unbestimmt worden, wobei sich aber nur geringe Abweichungen von Abich's Zahlen ergaben, cf. Ueber die geolog. Natur des arm. Hochlandes. Dorpat 1843.

Ausbildungsweise des Gesteins.	V. G.	Chemische Zusammensetzung.									
		Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ca O	Mg O	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O		
1. Branner Obsidian, reines Glas	2.352	77.27	11.85	2.55	1.31	Spur	2.44	4.15	0.51		
2. Obsidian von Kiotandag, zum Theil englast	2.360	77.42	12.08	3.05	2.73	„	1.32		0.57		
3. Porphyrischer Obsidian v. gr. Ararat	2.381	77.60	11.17	2.17	1.40	„	2.30	4.21	0.61		
4. Andesit v. Elbrus, glasig	2.519	69.37	14.44	5.32	4.38	2.23	3.82		0.60		
5. Andesit v. Ararat, halbglasig	2.580	69.47	14.98	3.35	4.68	0.98	1.46	4.46	0.35		
6. Andesit v. Kasbek, halbglasig	2.625	70.25	13.49	4.95	4.20	1.52	5.01		0.67		
7. Andesit v. Kasbek, vollkrystallinisch	2.650	69.25	13.35	4.79	5.09	1.64	1.81	3.32	0.65		
8. Andesit v. Ararat, glasig	2.630	65.26	15.31	7.26	7.39	2.99	1.56		0.30		
9. Andesit v. gr. Ararat, halbglasig	2.611	65.46	15.36	6.65	4.21	2.11	1.33	4.30	0.34		

Aus dieser Tabelle lässt sich leicht erschen, dass die Durchglasung für die Grösse des Volumgewichts von ausschlaggebender Bedeutung ist. Man vergleiche z. B. die Nummern 8 und 9. Trotz des bedeutend höheren Gehalts des glasigen Gesteins vom Ararat an schweren Basen (Fe₂O₃ und CaO) erreicht sein Volumgewicht dasjenige des krystallinisch entwickelteren Andesits nicht. Die Thatsache, dass krystallinische Gesteine und krystallisirte Mineralien beim Schmelzen bedeutend aufgelockert werden, ist bereits vor längerer Zeit von Magnus²⁹⁾, Deville³⁰⁾, Bischof³¹⁾ und Delesse³²⁾ constatirt worden; es muss auch das Umgekehrte stattfinden, d. h. ein Glas beim Krystallisiren schwerer erscheinen, was auch hier, beim directen Erstarren des Glasmagnas in verschiedenen Texturausbildungen, wirklich geschehen ist.

29) Pogg. Ann. B. XX 1820 pg. 477 und B. XXII p. 391.

30) Diminution de densité dans les roches en passant de l'état cristallin à l'état vitreux. Comptes rendus 1843, XX, 1453. 1855, XI, 769.

31) G. Bischof, N. Jahrb. f. Min. 1841 p. 566 und Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. 1853. V p. 616.

32) Delesse, Recherches sur les verres provenants de la fusion des roches. Ann. des mines (2) 1847. 1380.

II. Specielle Beschreibung der kaukasischen Andesite.

Die mikroskopische Untersuchung erweist, dass die Gesteine der drei Abtheilungen innerhalb der Andesitgruppe, die vollkrystallinischen, halbglasigen und glasigen Andesite durch allmähliche Uebergänge mit einander verknüpft sind. Bei Weitem die häufigste Verbreitung besitzen die Gesteine der zweiten Abtheilung mit nicht allzureichlicher Basis, die glasigen sind schon seltener, die vollkrystallinischen die seltensten. An die glasigen schliessen sich die echten Gläser an, die manchmal durch makroskopische Einsprenglinge von Plagioklas, sich als hierher gehörig documentiren in den meisten Fällen aber sich nur durch die chemische Zusammensetzung und die geognostische Verknüpfung mit den Andesiten als andesitisch charakterisiren.

I. Vollkrystallinische Andesite (pleokrystallin.)

Im Handstück meist graue Gesteine, dicht, mit nicht allzu rauhem Bruch. Die untersuchten Vorkommnisse stammen vom Kasbek, wo sie zum Theil als Gipfelgesteine, zum Theil als Trümmergesteine, auf secundärer Lagerstatt, gesammelt worden sind. Hierher gehört auch das Gestein von Besobdaluücken³³⁾, der einzige quarzreiche Andesit unter den mir zugänglich gewesen kaukasischen Vorkommnissen.

Andesite von Kasbek. Unter dem Mikroskope löst sich die dichte Grundmasse in ein krystallinisches Gemenge von äusserst kleinen Feldspathleisten und kleinen unregelmässig begrenzten grünlichgelben Augitsänlehen und -körnchen auf. Magnet-eisen ist in winzigen, unregelmässigen Körnern nicht allzureichlich in der Grundmasse vorhanden. Die Feldspathe der Basis sind sämtlich triklin, wenn auch nicht alle die Zwillingstreifung

33) „Dioritähnlicher Porphyr“ bei Abich. Ueber die geol. Natur d. arm. Hochlds. Dorpat. 1843.

deutlich gewahren lassen. In welche Feldspattheile sie gehören, lässt sich nicht entscheiden. Es sei hier gleich bemerkt, dass die optischen Merkmale gar keine sicheren Anhaltspunkte für Erkennung der Mischlingsfeldspath abgeben. Man kann wohl häufig sagen, es sei kein Labradorit oder Oligoklas, weil die Lage der optischen Axen bei denselben genau bekannt ist, weiter lässt sich aber auch nicht gehen. Nach den bisherigen Forschungen in dieser Richtung hat sich kein positives Resultat ergeben. Es ist nicht zu erwarten, dass die optische Orientirung der Axen einer Mischlingsverbindung zweier isomorpher Substanzen in einer einfachen Relation zu der relativen Menge derselben steht, wie dieses auch klar aus Des-Clouzeaux's Untersuchungen an den beiden Normalfeldspathen, dem Anorthit und Albit und deren Mischlingsfeldspath, dem Oligoklas, hervorgeht. Daher scheinen Schlussfolgerungen auf die Natur der Mischlinge, welche zur Prämisse die Lage der optischen Axen haben, nicht statthaft³⁴⁾. Man kann entweder einen Feldspath als Labradorit oder Oligoklas oder gar nicht bestimmen. — Die Feldspathleisten sind klar und durchsichtig und beherbergen selten Interpositionen, die aus kleinen opaken Körnchen bestehen, Glaseinschlüsse sind nie darin gefunden worden. Die Quantität des Feldspathgemengtheils der Grundmasse variiert beträchtlich. In manchen Gesteinen scheinen dieser fast allein die ganze Grundmasse zusammenzusetzen, während in anderen die mikroskopischen Augite ihm das Gleichgewicht halten. Der Augit der Grundmasse von gelblicher Farbe ist fast immer ohne jeglichen Pleochroismus. Häufig tritt er in kleinen gegliederten und, wie schon erwähnt, in kleinen, unregelmässig begrenzten Säulchen und Körnchen auf, und hat zum Theil die optische Orientirung eines rhombischen Minerals, jedoch lässt sich die Lage der optischen Axen im

34) Rosenbusch, H., Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. Stuttg. 1877. p. 419.

Verhältniss zu den krystallographischen der Unregelmässigkeit und geringen Dimensionen der einzelnen Individuen wegen in den meisten Fällen nicht constatiren. Die Krystalle sind sehr rein und umschliessen selten Magnetitkörner. Während die Anordnung der Feldspathleisten der Basis in vielen dieser Andesite eine ausgezeichnete Mikrofidialstructur hervorbringt, sind die Augite ganz regellos in der Grundmasse zerstreut und durchkreuzen sich nach allen Richtungen. Meist sind sie zerbrochen, geknickt. Dieses Verhalten spricht für eine spätere Auskrystallisirung des Augits aus dem Gesteinsmagma. Jedenfalls hat er sich später gebildet, als die kleinen schön gebildeten Plagioklasleisten der Grundmasse. Der Magnetit ist regellos in der letzteren zerstreut und scharf sich selten zu kleinen Anhäufungen zusammen, die dann fast immer von sechsseitigen Apatitnadeln durchspickt werden. Letzteres Mineral tritt auch noch gern in den von opakem Körnerstaub erfüllten grösseren Augiten, die weiter unten zur Besprechung kommen werden, und in einigen der grösseren porphyrisch ausgeschiedenen Plagioklase auf, hier in den dünnen, spiesigen, charakteristischen Nadeln. Was nun zunächst die anderen Gemengtheile der granen Andesite des Kasbek anbetrifft, so sind in erster Linie die weissen, vollkommen durchsichtigen, bis 8 Mm. messenden, glatten Plagioklase zu nennen. Dieselben sind von auffallend reiner Beschaffenheit der Substanz; die einzigen Einschlüsse sind Magnetit, sehr selten Partien der sie umgebenden krystallinischen Grundmasse oder farblose Glas-tropfen mit anhängendem Dampfbläschen. Nur in vereinzelt Andesitvarietäten dieser Gruppe trifft man Plagioklase mit einer stauberfüllten, grauen, in äusserst kleinen, zusammenhängenden Tröpfchen auftretenden Glassubstanz verunreinigt. Sie pflegt dann entweder einen Kranz, den Krystallumrissen entsprechend, zu bilden oder das Innere der Individuen bis auf einen schmalen, klaren Rand zu erfüllen. Das Ungewöhnlichste ist an den Plagioklasen, dass sie äusserst selten deutlich entwickelte Be-

grenzungsflächen besitzen, sondern es zeigt die Mehrzahl der Vorkommnisse abgerundete Körner, ähnlich denjenigen der Quarze in den Felsitporphyren. Die Krystalle haben das Aussehen, als ob sie an den Rändern angeschmolzen wären. Dieser Rand wird in der Regel von einer Zone gebildet, welche im polarisirten Lichte keine oder undeutliche Zwillingsstreifung gewahren lässt und sich gegen dasselbe viel indifferenter verhält, als die umschlossene Feldspaths substanz mit schöner Zwillingsstreifung. Der Plagioklas der vollkrystallinischen Kasbekandesite gehört, dem optischen Verhalten und der Mikrostruktur nach zu urtheilen, zu derselben Species, deren Analyse oben mitgetheilt worden ist.

Der porphyrisch ausgeschiedene Augit steht in der Korngrösse den Plagioklasindividuen bedeutend nach und überschreitet selten die Grösse von 2 Mm. Nach seiner Texturbeschaffenheit lassen sich zweierlei Arten des Aufbaus der Individuen beobachten. Einerseits bildet er grössere, stark rissige, häufig zerbrochene und vielfach verschobene Krystalle der Combination $\infty P.P. \infty P \infty. \infty P \infty$ von schöner klarer Beschaffenheit der Substanz, mit wenig Einschlüssen; andererseits findet man Individuen, aus gesetzmässig parallel der Vertikalaxe angeordneten Mikrolithen aufgebaut und am Rande oder im Innern mit einer opaken körnigen Substanz und mit Magnet Eisen erfüllt. Die Farbe, die Mikrostruktur, sowie das Verhalten gegen das polarisirte Licht lassen sie als identisch mit dem Augitgemengtheil der Grundmasse erkennen. Die klaren, einheitlichen Krystalle haben dagegen eine mehr in's Röthliche ziehende hellgelbe Farbe. Pleochroismus ist jedoch auch an diesen kaum wahrnehmbar. Darin scheinen sie von den Augiten der Andesite der Eruptionsherde anderer Länder abzuweichen. Zirkel, Rosenbusch und andere Forscher schildern den Augitgemengtheil als einen bluthroth- bis braungefärbten, mit auffallend kräftiger Lichtabsorption. In der Nähe der wohl ausgebildeten Augite hält sich gern der seltene Olivin auf.

Auf die Anwesenheit von Quarz, da Glassubstanz fehlt, deutet schon der SiO_2 gehalt (69 %). Er ist spärlich in kleinen rundlichen Körnern in den meisten Gesteinen dieser Abtheilung vertreten. Dieselben sind ohne Ausnahme von einem Hof eines schwach pleochroitischen, monoklinen Minerals in undeutlicher radialfaseriger Anordnung umgeben.

Olivin in runden, mikroskopisch kleinen Körnern von schwachgelblicher Färbung, an seiner Löslichkeit in Salzsäure und der auch in den dünnsten Schlitzen energischen Wirkung auf das polarisirte Licht kenntlich, ist ebenfalls äusserst spärlich vorhanden. Bei grösserem Augitgehalt scheint er an Quantität zuzunehmen.

Tridymit wurde in einem wenig quarzhaltigen Vorkommnisse vom Gipfel des Kasbek, in der Nähe der aus Mikrolithen aufgebauten Augite und der grösseren Feldspathindividuen beobachtet.

Sanidin und Hornblende scheinen gänzlich zu fehlen.

Schliesslich bedarf noch ein accessorischer Gemengtheil, der spärlich aber constant in diesen Gesteinen auftritt der Erwähnung. In kleinen bis zu 0,5 Mm. grossen, scheinbaren Drusenräumen treten radial angeordnete Aggregationen eines in schiefen spiesigen Säulchen krystallisirenden Minerals auf. Mit Salzsäure gelatinirt dasselbe, besitzt den monosymmetrischen Typus und eine Neigung der Bisectrix zur krystallographischen Vertikalaxe von 47° (Mittel aus 10 Messungen an verschiedenen Krystallen). Demnach wäre es Wollastonit, welcher auch von Fouqué³⁵⁾ in den Santorinlavas beobachtet worden ist.

Die Anwesenheit eines Zeoliths ist mit Rücksicht auf den Wassergehalt der Gesteine (grösster Werth 0.65 %) ausgeschlossen. Das Mineral, welches die Quarze umgibt, ist wahrscheinlich identisch mit diesem in Concretionen vorkommenden.

Die Anwesenheit des Quarzes und des Wollastonits in ein

³⁵⁾ Citirt in Rosenbusch's Phys. d. mass. Gesteine. Stuttg. 1877.

und demselben Gestein steht voraussichtlich in einem genetischen Zusammenhang. Daubrée³⁶⁾ erhielt bekanntlich beim Behandeln eines kalkhaltigen Glases mit glühenden Wasserdämpfen bei hohem Druck Quarz und Wollastonit. Dieselben Verhältnisse wiederholen sich hier an dem beim Erstarren aus dem Schmelzfluss mit Wasserdampf durchtränkten Gesteinsmagma; damit sind auch die Bedingungen zur Entstehung beider Mineralien aus dem ursprünglichen Glase gegeben.

Die Gesteine dieser Gruppe sind nicht verbreitet, haben auch nicht viele Repräsentanten unter den Andesiten Ungarns³⁷⁾, des Siebengebirges³⁸⁾ etc. aufzuweisen. Ich hatte Gelegenheit dieselben mit einigen echten, in gleicher Weise als „Gipfelgesteine“ der Aleuten-Vulkane und der Berge auf den Inseln an der Westküste N-Amerikas auftretenden Andesitlavet zu vergleichen. Unter diesen fand sich eine vom Vulkan Edgcombe auf der gleichnamigen Insel, die, vollkommen krystallin, gleichsam die Texturverhältnisse der Kasbekgesteine in vergrössertem Maassstabe besass. Dieselbe Plagioklas-Augit-Magnetit-Grundmasse, nur die einzelnen Körner und Feldspatheisten fast makroskopisch gross; dieselbe Mikrostruktur der porphyrisch ausgeschiedenen grossen Plagioklase und Augite, sogar dasselbe Verhältniss von Quarz und Olivin zu den anderen Gemengtheilen fanden sich in diesem Gestein wieder. — Quarzreicher Andesit von Besobdai. Das Gestein ist hell gelblich-grau, besitzt eine dichte Grundmasse und führt grössere Plagioklase und Quarzkörner. In der Mikrostruktur weicht es von den eben beschriebenen Kasbekgesteinen bedeutend ab. Die Grundmasse ist kryptokrystallin³⁹⁾, besitzt lebhaft Aggregatpolarisation und ist von sphärolitischen

36) Etudes et expériences synthétiques sur le métamorphisme et sur la formation des roches krystallines. Paris, 18.0. (Aus den Mem. de l'Acad. des sciences.

37) Rosenbusch a. a. O.

38) Rosenbusch a. a. O.

39) Cf. Rosenbusch a. a. O. p. 70.

Gebilden vollständig erfüllt. Dieselben sind sehr fein radialfaserig, scheinbar aus kaum wahrnehmbaren Körnchen aufgebaut und characterisiren sich als Felsosphärite⁴⁰⁾. Sie besitzen büschelförmige Aggregatpolarisation. Die Quarzkörner werden immer von diesen Gebilden umsäumt, um die Feldspathe vermisst man dieselben. Hier und da findet man achteckige und längliche Augitdurchschnitte, meist mit opakem Staube erfüllt. Auch ein schmutziggrünes, stark pleochroitisches, faseriges, monoklines Mineral (wahrscheinlich aus der Augitgruppe) in Fetzen und Lappen stellt sich spärlich ein.

Der Plagioklas ist auch hier glasig, doch nicht so rein wie derjenige in den Gesteinen der Kasbekvorkommnisse. Manchmal ist er, zumal an den Rändern der Krystalle, mit einer schuppigen, stark doppelbrechenden Substanz erfüllt, die vielleicht einer beginnenden Zersetzung ihren Ursprung verdankt. Glaseinschlüsse sind sehr selten. Die Quarze sind in runden und eckigen Körnern, die oft an hexagonale Formen erinnern und bis 3 Mm. gross werden, recht häufig. Die Durchschnitte derselben sind sehr rein und fast völlig frei von Einschlüssen, nur hin und wieder trifft man Magnetitkörnchen darin, deren Verbreitung auch in der Grundmasse eine spärliche ist. Epidot in Nadeln, der sich in und an mikroskopischen Spältchen in den Plagioklasen angesiedelt hat, ist der Kündiger beginnender Umwandlung. Hornblende ist nicht vertreten.

Zersetzungserscheinungen an den grauen Kasbekandesiten konnten nur in sehr beschränktem Maasse beobachtet werden; die Untersuchung derselben hat nur Werth, wenn das zersetzte und frische Gestein erwiesenermaassen dasselbe ist und dieses konnte in den seltensten Fällen an Handstücken constatirt werden. — Der Zersetzung unterliegt, soweit meine Erfahrungen reichen, zuallererst der augitische Gemengtheil der Grundmasse und die grösseren aus Mikrolithen aufgebauten Augite, indem sich die

40) Rosenbusch, a. a. O. p. 81.

Substanz derselben entfärbt, wobei amorphes Eisenoxyd und Eisenglanzschüppchen gebildet werden. Der Feldspath widersteht am längsten der Zersetzung.

An dem Gestein v. Besobdal konnte die Epidotisirung⁴¹⁾ desselben in der das Handstück umgebenden Rinde nachgewiesen werden, wobei die Kieselsäure aber offenbar weggeführt und nicht wie in anderen Gesteinen (Felsitporphyre v. Hochland) aufgespeichert wird. Auch die chemische Prüfung deutet darauf hin.

2. Halbglasige Andesite (mikrokrystallin.)

In diese Gruppe sind alle Vorkommnisse zusammengefasst, in deren Grundmasse eine irgendwie geartete amorphe Glasbasis vorhanden ist, aber den krystallinischen Ausscheidungen gegenüber quantitativ eine untergeordnete Rolle spielt. Die hierher gehörigen Gesteine besitzen ebenfalls einen porphyrischen Habitus. Die Grundmasse (nicht die Glasbasis) überwiegt fast durchgängig die übrigen Gemengtheile an Quantität. Dieselbe ist in diesen Gesteinen einer zwiefachen Ausbildung fähig, einer krystallin-glasigen und einer krystallin-mikrofelsitischen. Demnach lassen sich alle Andesite mit einer amorphen Basis in der Grundmasse in zwei natürliche Abtheilungen sondern.

a. Andesite mit einer krystallinisch-glasigen Grundmasse. Die hierhergehörigen Gesteine stammen von den Gipfeln des Kasbek, Ararat und der Gebirgsumwallung der Araxesebene. Ein Handstück aus dem Karabagh. Sie sind entweder grau, braungrau bis schwarz (letztere glasreich

⁴¹⁾ Zirkels Versuch, die Bildung des Epidots auf alleinige Zersetzung der Hornblende zurückzuführen, ist wohl als misslungen zu betrachten, weil eine Epidotisirung von Gesteinen beobachtet worden ist, in denen gar keine Hornblende vorkommt, so z. B. der Felsitporphyre v. Hochland cf. Lemberg. Die Insel Hochland, chemisch-geogn. untersucht. Dorpat, 1867 und meine Analyse ostbaltischer Gebirgsarten. Dorpat. 1876.

und mit dem solchen Gesteinen, z. B. den Magmabasalten, eigenen Fettglanz) oder hellröthlich bis rothbraun, rauh, damit-ähnlich. — Die vollkrystallinen Andesite des Kasbek, gehen durch das Auftreten von Glassubstanz in halbglasige über. Die Gesteine sind geognostisch eng verknüpft. Es sollen deshalb in der Folge, um Wiederholungen zu vermeiden, die wesentlichsten Veränderungen, die sowohl in der Grundmasse, als auch an den porphyrisch ausgeschiedenen Gemengtheilen mit dem Erscheinen der amorphen Basis vor sich gehen, hervorgehoben werden. Die Basis ist entweder rein glasig oder entglast.

a. Die Basis ist reines Glas. Bei dieser Beschaffenheit, ist dieselbe eine structurlose, auf das polarisirte Licht gar nicht einwirkende Substanz von wasserheller, gelber bis tiefbrauner Färbung. Sie ist frei von jeglichen Entglasungsproducten. Dieselbe umhüllt die einzelnen Gemengtheile der Grundmasse entweder in reichlicher Menge, so dass dieselben darin wie in einen Teig eingeknetet erscheinen, oder bildet nur dünne Häutchen zwischen ihnen. Letztere Erscheinung ist weitaus die häufigste. Mit dem Auftreten dieser Basis gehen Veränderungen in der Grundmasse der Kasbekandesite vor sich. Die kleinen leistenförmigen Plagioklase sind in unverändertem Zustande auch hier reichlich vorhanden, dagegen nimmt die Häufigkeit der Augitmikrolithe mit der quantitativen Zunahme des Glases sichtlich ab; dabei geht ihre Farbe aus dem Gelb in's Schmutzigbraune und Röthlichbraune über und werden sie von körnigen und staubigen, opaken Aggregaten überzogen. In glasreichen Andesiten verschwindet schliesslich der Augitgemengtheil der Grundmasse gänzlich. Versuche, die unternommen wurden, um das Verhalten der vollkrystallinischen Andesite nach dem Glühen zu zeigen und die Feststellung der Schmelzbarkeit der einzelnen Gemengtheile zu bezwecken, haben folgendes Resultat ergeben. Dünngeschliffene Plättchen, die während einiger Minuten im Platintiegel der hellen Rothgluth ausgesetzt wurden, zeigten unter dem Mikroskop genau

dasselbe Bräunlichwerden der Augitmikrolithe, begleitet von Ausscheidungen opaker Substanz an der Oberfläche. Die porphyrisch ausgeschiedenen Augite und sämtliche Plagioklase waren ganz unverändert. Die Plättchen wurden hierauf vor dem Löthrohre an einzelnen Stellen bis zur Weissgluth gebracht. Es erwies sich, dass an diesen Stellen, das Gestein seine graue Farbe in eine bräunliche verändert hatte, welche unter dem Mikroskope sich als von einem Glase herstammend beurkundete, welches seine Entstehung dem Schmelzen der Augite verdankte. Dasselbe war von der Glasbasis braungrauer Kasbekandesite keineswegs zu unterscheiden; die porphyrisch ausgeschiedenen Gemengtheile waren nach wie vor unverändert. Diese Versuche zeigen, dass das Verschwinden des Augits in der Grundmasse mit zunehmender Glasbasis seinen natürlichen Grund hat. Wahrscheinlich wurde bei langsamer Erkaltung oder auch bei grösserer Durchtränkung, nach der Ausscheidung der anderen krystallinen Gesteinselemente, die übriggebliebene Matrix zum Aufbau der Augitmikrolithe verwandt oder aber es erstarrte die Letztere bei rascher Abkühlung und ungenügender Durchtränkung als Glas, und wurde auf diese Weise den Molekülen die Möglichkeit benommen, sich gesetzmässig zu Augitmikrolithen zu gruppiren. Es ist auch ein anderer Grund des Verschwindens der Augite der Grundmasse denkbar — das Gestein konnte nach dem Erstarren sekundär einer Gluth ausgesetzt worden sein, bei welcher dieser Gemengtheil zu Grunde gehen musste. Dieses ist nicht so unwahrscheinlich, wie es beim ersten Male klingt, weil wir es meist mit Gesteinen zu thun haben, die auf den Gipfeln vulkanischer Berge sich entwickelt haben.

Die grösseren Mikrotine enthalten in den halbglasigen Andesiten in der Regel mehr Glaseinschlüsse als diejenigen der vollkrystallinen. Im Uebrigen ist die Mikrostruktur der Feldspathe jenen analog.

Die porphyrischen Augite sind zum Theil dunkler ge-

färbt, zum Theil finden sie sich hier ganz unverändert wieder. Die ersteren sind in den Gesteinen, die viel Glas halten, von einem opaken, schwarzen, verhältnissmässig breiten Rand umgeben, der aus kleinen, unregelmässig gestalteten Körnern zusammengesetzt wird. Auch trifft man im Innern auf Spalten in wenigen Individuen dieselbe Substanz. Die unreinen, aus Mikrolithen aufgebauten Augite treten immer mehr zurück. In den bräunlichgrauen Andesiten des Kasbek erscheinen zwei neue Gemengtheile die den vollkrystallinen gänzlich fehlen, — grünlich braune bis rothbraune Hornblende und brauner bis blutrother Glimmer. Die Hornblende ist im Ganzen selten und es sind nur wenige Vorkommnisse in denen sie den Augit überwiegt. Sie besitzt nicht immer wohlansgebildete Krystallform, tritt meist in kurzen Säulen und in sechseckigen Durchschnitten, aber auch in unregelmässigen Krystallkörnern auf. Die Grösse der Individuen übertrifft in der Regel diejenige der Augite. Sie kennzeichnet sich durch die prismatische Spaltbarkeit, den starken Pleochroismus und die optische Orientirung. Sowohl die rothbraune, als auch die gewöhnliche zeigt die Farbenwandlung in hohem Maasse. Die Hornblendeindividuen sind immer von einem opaken Rande umgeben. Der braune bis blutrothe Glimmer in unregelmässigen Lappen und hexagonalen Tafeln gesellt sich meist zum Augit in Begleitung der Hornblende. Derselbe ist schon makroskopisch bei genauerer Betrachtung in kleinen, bronzefarbenen Blättchen zu entdecken. Er besitzt auf den zur Spaltrichtung senkrecht geschnittenen Flächen recht kräftigen Pleochroismus, der aber nicht die Farbenwandlung der Hornblende erreicht. Die Krystalle führen constant eine opake Randsäumung, die häufig so breit ist, dass nur im Innern noch die Glimmersubstanz zur Geltung kommt. Weder Hornblende noch Glimmer führen Glaseinschlüsse, die in den Augiten nicht selten sind. Rosenbusch's⁴²⁾

42) A. a. O. p. 299.

und Zirkel's⁴³⁾ Beobachtung, dass in Gesteinen, in welchen Magnesiaglimmer und Hornblende entweder beide zugleich oder einzeln mit Augit associirt sind, die beiden ersten stets, der letztere nie von einem Magnetitkranz umgeben wird, darf nicht als Regel aufgestellt werden. Es liegen mir Präparate einiger Kasbekandesite vor, in denen alle drei Mineralien den opaken Rand besitzen, allerdings ist er beim Augit weniger stark entwickelt, wie an den beiden anderen Gemengtheilen. Zirkel⁴⁴⁾ trifft wohl das Richtige, wenn er diese Erscheinung der „kaustisch-chemischen Einwirkung der umgebenden, noch halbgeschmolzenen Masse auf die schon ausgeschiedenen Hornblende-krystalle“ zuschreibt. Nun ist nicht einzusehen, warum dieselbe Einwirkung sich nicht auch auf Augite, die leicht schmelzbar sind, ausdehnen sollte. Die oben angeführten Versuche besagen, dass es solche Augite giebt und dass dieselben sich mit opaken Ausscheidungen umgeben, ehe sie der zerstörenden Wirkung der Wärme erliegen. — Sanidin, Olivin und Quarz sind in diesen Gesteinen nicht vertreten.

β. *Andesite, deren Glasbasis entglast ist.* Die Entglasung wird durch Trichite, kleine opake Körnchen und Fäserchen, sowie einen nicht näher zu definirenden Staub bewirkt. Die Gesteine dieser Gruppe sind ebenso häufig, wenn nicht häufiger, als diejenigen, deren Grundmasse reines Glas enthält. Sie erscheinen auf dem Gipfel des Kasbek, Ararat und in der Umgegend von Kobi. Die röthlichen und rothbraunen domitähnlichen Varietäten von Kasbek gehören zum Theil hierher⁴⁵⁾. Die Gesteine vom Ararat und von Kobi⁴⁶⁾ sind grau, scheinbar dicht, von rauher Oberflächenbeschaffenheit, häufig mit winzigen

Poren, deren Umgebung verschlackt ist, erfüllt. Man vermisst an ihnen makroskopisch die porphyrische Ausbildung, doch offenbart sich dieselbe unter dem Mikroskop. In der Grundmasse treten die kleinen leistenförmigen Plagioklaskrystalle zurück. Augitmikrolithe sind nur in der Grundmasse der rothen Andesite vom Kasbek vertreten. Sie liegen hier wirtt durcheinander und sind rothbraun, meist säulenförmig gestaltet und durch opaken, anhängenden Körnerstaub verunreinigt. Die glasige Basis der letztangeführten Gesteine ist keine so reichliche und auch nicht so stark entglast, wie diejenigen der grauen Araratgesteine. In der Grundmasse sind die Plagioklasleisten sehr spärlich.

Die makroporphyrischen Mikrotine sind in sämtlichen Gesteinen von klarer, reiner Substanz und führen prachtvolle Einschlüsse farblosen oder braunen Glases mit dunkelumrandeten Dampfsporen. Letztere sind auch in der Glasbasis, aber von viel geringeren Dimensionen und von weniger regelmässiger Gestaltung, häufig. Die Plagioklase der Kasbekandesite zeichnen sich besonders durch die Schönheit dieser Gäste aus. Die grösseren Augite sind in den letztangeführten Gesteinen meist schwarzumrandet, dunkler gefärbt, braunröthlich mit kräftigem Pleochroismus. Daneben findet sich blutrother Glimmer in Blättchen und deutlich prismatisch (124° gemessen) spaltende gelbgrünliche Hornblende von derselben Beschaffenheit wie der Augit. Sanidin ist selte nachweisbar; Magnetit reichlich, Apatit sehr spärlich, Tridymit und Quarz in keinem Vorkommnisse vorhanden. Die grauen Andesite haben eine von dieser abweichende Mikrostructur. Abgesehen von der makroskopisch, meist scheinbar dichten Structur, fehlen ihrer Grundmasse constant der Augitgemengtheil und manchmal auch die Feldspathleisten. In diesem Falle besteht die nicht allzureichliche Grundmasse aus Magnetit und Glasbasis, in einigen Vorkommnissen vom Ararat sind die Plagioklasleisten auch recht zahlreich. Die Glasbasis enthält Trichite, Fasern, Körnchen

43) Ueber die kryst. Gesteine längs des 40-Breitgrades in NW-Amerika. Ber. d. k. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 1877. p. 198.

44) A. a. O. p. 197.

45) Abich, H., Ueber die geol. Natur d. arm. Hochlandes. Dorpat, 1843. p. 58. No. 8.

46) Abich, H., a. a. O. p. 56. No. 13.

und Globulite. Die grösseren Plagioklase sind glasig, oft schön polysomatisch aufgebaut und sämmtliche von ausgezeichnet schön entwickelter Krystallform; meist nach allen drei Axen gleichmässig entwickelt, so dass quadratische Durchschnitte häufig sind. Sie führen häufig braune Glaseinschlüsse, denen die Entglasungserscheinungen der Glasbasis der Grundmasse fehlen. Der Augit ist in Gesteinen, die viel Glasbasis enthalten, spärlich. Die Magnetitumfüllung fehlt fast überall. In manchen Andesiten, so z. B. in einem, der sich durch Absouderung in dünne Platten auszeichnet und zwischen Abaran-Pol und Etschmiazin anstehend vorkommt, sinken die Augite bis zu mikroskopischer Kleinheit herab, wobei sie aber überraschend schön ausgebildete Krystallformen zeigen, die an nicht mehr als 0.05 Mm. messenden Individuen die Flächen ∞P , ∞P^1 , ∞P^2 , P deutlich gewahren lassen. Diese Bildung der Augite wiederholt sich in einem Andesit vom grossen Ararat. Interessant ist die Erscheinung in diesen beiden Gesteinen, sowie in einigen anderen vom letzten Fundort⁴⁷⁾, dass die Plagioklase häufig Augitkrystalle ganz oder theilweise umschliessen, während im Ganzen der umgekehrte Fall in den übrigen Vorkommnissen häufiger ist. In einem Krystall, an dem die Pinakoide ∞P^2 stark entwickelt waren, erschien ein achteckiger, regelmässiger Augit seitlich eingekittet, ohne dass der Feldspath zerbrochen oder die Zwillinglammellirung gestört worden wäre. Hornblende und Glimmer in der bereits beschriebenen Ausbildungsweise war nur in einem Andesit aus der Nähe des Kasbek vertreten; hier wurde auch ein Quarzkorn gefunden. Magnetit in kleineren und grösseren Körnern bildet einen wesentlichen Gemengtheil. Olivin erscheint nur in dem feinkörnigen Andesit v. Kobi (SiO₂ gehalt 61.13 %⁴⁸⁾), doch auch sehr spärlich. Apatit ist nicht zu

47) Abich, II., a. a. O. p. 47. No. 5.

48) Abich, II., a. a. O. p. 56. No. 13.

entdecken. Tridymit konnte in einem glasreichen Andesit aus der Umgebung des Kasbek inmitten eines grossen Mikrotins beobachtet werden. Allen übrigen Vorkommnissen fehlt derselbe, ebenso der Quarz.

An den grauen Araratandesiten wurden Umwandlungsvorgänge auf hydrochemischem Wege beobachtet. Dieselben neigen in hohem Maasse zur Opalbildung. Dieser Vorgang ist übrigens auch schon früher an den Ungarischen Andesiten⁴⁹⁾ beobachtet worden. Die dabei vor sich gehenden Veränderungen bestehen darin, dass sich im Beginn der Umwandlung kleine Ströme der Opalmasse durch die Grundmasse, die Plagioklase und Augite durchwinden und Alles auf ihrem Wege zerstören. Diese Zerstörung scheint sich auf alle Bestandtheile des Gesteins gleichmässig auszudehnen, wobei das Eisen (wahrscheinlich als Eisenoxyd oder Oxyduloxyd) in Gestalt opaker Körnchen sich an der Grenze zwischen Opal und unangegriffener Substanz abgelagert, und dunkle Ränder bildet. Bei weitererschreitender Zerstörung scheinen die grösseren Plagioklase und Augite im Opal quasi zu schmelzen, wobei aber die Opalsubstanz immer scharf an den in der Umwandlung begriffenen Mineralien absetzt. Wo sie in die Feldspathe Eingang gefunden hat, vermisst man die opaken Körnchen, was mit dem geringen Eisengehalt des Plagioklases auch übereinstimmt. Die Structur der Opalmasse ist die bekannte concentrisch schalige an den Rändern, eine rissige im Innern grösserer Partien; sie ist vollkommen pellucid und isotrop.

b. Die Andesite mit einer krystallin-mikrofelsitischen Grundmasse sind unzweifelhaft seltener, als die Gesteine mit der glasigen Modification derselben. Mir sind nur Vorkommnisse vom Ararat bekannt geworden. Es sind scheinbar dichte oder auch porphyrisch-grobkrystallinische Ge-

49) Rosenbusch, II., a. a. O. p. 413.

steine; meist von grauer oder hellbräunlicher Farbe, und rauher Oberflächenbeschaffenheit. Die nicht allzureichliche Grundmasse dieser Vorkommnisse besteht häufig ausschliesslich aus Mikrofelsit, zu dem sich kryptokrystalline Partien gesellen; oft sind Plagioklasleisten, aber nie Augitmikrolithe in der Grundmasse der mir bekannt gewordenen Gesteine zu finden. Die Mikrofelsitbasis besteht aus einer wasserhellen Substanz, in der durchsichtige Bänder, Körnchen, Scheibchen und Schlieren eingebettet sind, doch sämtliche ohne jegliche Wirkung auf das polarisirte Licht. Der Plagioklas dieser Andesite pflegt reichliche Glaseinschlüsse zu führen, auch vollkommen von der Plagioklassubstanz eingehüllte Partien werden häufig angetroffen. Die Feldspathmasse ist rein glasig, polarisirende Einlagerungen, wie bei den vollkrystallinen Andesiten mit kryptokrystalliner Grundmasse kommen nicht vor. Der Augit entweder hellgrünlich oder hellröthlich, und dann ohne Pleochroismus, oder rothbraun, mit starker Farbenwandlung, ist überall vorhanden. Magnetit immer reichlich vertreten, Hornblende und Glimmer selten. Quarz, Olivin und Sanidin fehlen in den von mir untersuchten Gesteinen⁵⁰⁾.

3. Glasige Andesite und entsprechende Gläser (oligokrystallin und hyalin).

Hierher gehören alle Andesite, deren Grundmasse aus einem irgendwie gearteten Glase besteht und welches den anderen Gemengtheilen gegenüber quantitativ im Gestein überwiegt.⁵¹⁾ Statt der meist aus Mineralmikrolithen und

50) Dass die Grundmasse der nur Hornblende führenden Andesite derselben Ausbildung wie diejenige der hier beschriebenen augitreichen Varietäten, fähig ist, konnte an den Gesteinen vom Awatschavulkan in Kamtschatka, die neben prachtvollen grünen Hornblendenglasigen Plagioklasen und sowohl reinen, als auch trichitisch und globulitisch entglaste Grundmasse beherbergten, beobachtet werden.

51) Ungefähr wie in den ungarischen Rhyolithen.

Glasbasis gemengten Grundmasse der vorhergehenden Abtheilung, ist hier also eine gleichförmige, in verschiedenen Gesteinen natürlicher Weise auch verschieden geartete, nicht individualisirte Substanz getreten, in der die Plagioklasen, Augite und andere Gemengtheile nicht allzureichlich porphyrisch eingebettet sind. Die Gesteine repräsentiren demnach eine unvollkommene Entwicklungsstufe der Andesite, die unmittelbar in die niedersten Vertreter derselben, die entsprechenden Gläser übergehen.

Ausserlich besitzen die glasigen Andesite einen verschiedenen Habitus. Es giebt hellröthliche bis violettgraue, domitähnliche, dichte Varietäten (Kasbek), graue, schlackige (Ararat), rothbraune, sehr feste (Elbrus) und schliesslich pechschwarze, den Magmabalten täuschend gleichende (Kasbek und Ararat), aber durch makroskopisch Ausgeschiedene, porphyrische Mikrolithe und durch das Fehlen von Olivin von diesen wohl unterschiedene Vorkommnisse.

Die glasige Grundmasse dieser Gesteine ist im durchfallenden Licht entweder graubraun, gelb oder roth gefärbt, seltener farblos. Sie wird durch zahlreiche, wirt durcheinander liegende Trichite, Globulite, schwarze opake Körnchen und winzige Bellonite entglast. Am meisten Aehnlichkeit besitzen diese Entglasungserscheinungen mit denjenigen der sogenannten halbverglasten Trachyte von Podrad (wahrscheinlich auch glasige oder halbglasige Andesite, da der Feldspath durchgängig triklin zu sein scheint) und mancher Pechsteine. Meist besitzt die Basis ausgezeichnete Mikrofluidalstructuren, doch ist sie kein constantes Attribut derselben. Wo dieselbe auftritt, ist die Grundmasse gewöhnlich schlierig, wobei die Schlieren durch abweichende Färbung oder Farblosigkeit gekennzeichnet sind. Plagioklasmikrolithe sind äusserst selten und dann spärlich in vereinzelten leistenförmigen Krystallen; Augitmikrolithe fehlen. Die Glasbasis ist auch einer mikrofelsitischen Ausbildung fähig. Der Plagioklas tritt meist in bis 5 Mm. grossen

Krystallen auf. Augit in den Dimensionen seiner Einsprenglinge sehr variirend, wird im Vergleich zu der Häufigkeit der Plagioklase in den sehr glasreichen Varietäten zu einem seltenen Gast. Magnetit ist reichlich vorhanden, auch Eisenglanz in seltenen Flitterchen gesellt sich manchmal zu ihm. Quarz, Olivin und Sanidin fanden sich in keinem der untersuchten Andesite. Hornblende scheint mitunter in den dunkeln Varietäten vorzukommen; Eisenkies hin und wieder. In erster Linie ist unter diesen schönen typischen Gesteinen das vielbesprochene Gestein vom Gipfel des Elbrus zu erwähnen. Die mikroskopische Untersuchung wurde an dem von Abich analysirten⁵²⁾ Originalstück und anderen mit demselben ganz gleich beschaffenen ausgeführt und verweise ich daher in Bezug auf die chemische Zusammensetzung und das Aussehen auf dessen und Kupffers⁵³⁾ Beschreibung. Die Grundmasse ist ein graubraunes, durch eine Menge winziger Ausscheidungen in Nadel- und Körnchenform erfülltes Glas, mit ausgezeichneter Mikrofnidalstruktur, die aber weniger durch die Entglasungsproducte, als durch Schlieren hellgelben und blutrothen Glases, die besonders schön um die verschlackten makroskopischen, kleinen Poren des Gesteins erscheinen, hervorgebracht wird. In diesem, die anderen Bestandtheile weit an Quantität überwiegenden Glase, liegen ausser vereinzelt Plagioklasmikrolithen einige Millimeter grosse glasige trikline Feldspathe, häufig wellig begrenzt, scheinbar angeschmolzen, oft aber auch wohlausgebildet und immer mit schöner Zwillingsstreifung versehen. Es kommen auch doppelte Zwillingsbildungen vor, bei denen sich zwei polysynthetische Krystalle nahezu unter 90° kreuzen. Schöne, unregelmässig gestaltete Einschlüsse der Basis werden häufig angetroffen. — Der Augit hell grünbrüunlich, mit äusserst schwachem Pleochroismus, ist in

52) Abich, H., a. n. O. p. 49. No. 6.

53) Kupffer, a. n. O. p. 66.

0,5—1 Mm. messenden, ungesetzmässig zu mehreren gruppirten Individuen, recht verbreitet. Die Flächen der Krystalle sind auch die gewöhnlich vorkommenden. Die beiden verticalen Pinakoide, das Prisma und die Hemipyramide. Die Krystalle sind stets von einem blutrothen, scheinbar aus winzigen ebenso gefärbten Augitsäulchen zusammengesetzter Rande, der in einen breiten opaken Übergelt, umsäumt. Glaseinschlüsse sind im Pyroxen etwas gewöhnliches. Die Spaltbarkeit ist sehr gut entwickelt. Tschermak⁵⁴⁾ muss jedenfalls bei seinen Untersuchungen an den kaukasischen Gesteinen ein anderes Elbrusgestein, welches von diesem sehr verschieden ist, vorgehabt haben. Dies ergibt sich aus der ganzen Beschreibung des Aussehens und aus dem von ihm angeführten Quarzgehalt. Die von mir untersuchten Handstücke und Schlitte enthielten, trotz des hohen SiO₂gehalts (69,73%), keine Spur von Quarz. Auch erwähnt weder Abich noch Kupffer⁵⁵⁾ denselben bei der Kennzeichnung des Gesteins. Magneteisen ist verbreitet, Glimmer, Hornblende und Olivin fehlen vollständig.

Die Andesite dieser Entwicklungsform, welche den Gipfel des kleinen und grossen Ararats zusammensetzen helfen und zum Theil auch auf dem Kasbek vorkommen, haben eine ganz analoge Mikrostruktur. Meist ist die Basis grau oder graubraun und dann auch häufig um die grösseren Einsprenglinge wasserhell. Die Entglasungserscheinungen sind dieselben, wie im Elbrusgestein. Der Plagioklas zeichnet sich durch ungeheuren Reichthum an Glaseinschlüssen aus. Noch ist zu er-

54) In seinen Min. Mitth. 1872. Felsarten aus dem Kaukasus. p. 108.

55) Kupffer spricht allerdings von quarzhaltigen Vorkommnissen: Les laves feldspathiques poreuses à cristaux de feldspath vitreux, dont j'ai parlé tout à l'heure, enveloppent rarement des parties de quartz hyalin; ses petits morceaux sont très transparent et souvent fendillés de sorte qu'ils se séparent en plusieurs grains lorsqu'on les touche avec la pointe d'un canif: ces grains cependant ont conservés la dureté ordinaire du quartz. A. n. O. p. 67.

wähnen dass in diesen Gesteinen der Augit manchmal fehlt und durch einige kleine, unregelmässig begrenzte Körner eines braunen Minerals, oder aber durch ein schmutziggrünes, faseriges pleochroitisches Mineral ersetzt erscheint. Die Annahme, es seien dies Zeretzungsproducte des Augits, wird durch den geringen Wassergehalt (0.20—0.34 %) ausgeschlossen. Hierher gehört auch eine Lava, welche an der Nordseite des Ararat 30—40 Kilometer lange Ströme bildet.

Schliesslich sind hier noch einige eigenthümliche Gesteine von den drei grössten Vulkanen des kaukasisch-armenischen Eruptionsgebiets von (mikroskopisch) glasiger Beschaffenheit anzuführen. Es sind die domitähnlichen, röthlichen bis violett-grauen Gesteine von den von Parrot erreichten höchsten Punkten des Kusbek und Ararat. Hier, auf dem letzteren bilden sie auch das herrschende Trümmergestein⁵⁶). Im Dünnschliff bieten dieselben einen überraschenden Anblick dar. In einer mikroskopisch binsteinartig porösen, zum Theil entglasten, zum Theil aber noch rein glasigen Grundmasse liegen eine Menge von sehr kleinen Bruchstücken fremder Gesteine⁵⁷), die alle möglichen Varietäten der oben geschilderten glasführenden und glasigen Andesite bis zu fast reinem gelbem Glase repräsentiren. Ausser diesen sind noch massenhafte Bruchstücke von Augit, Hornbleude und Plagioklas, und Körnchen von Magnetit von der Grundmasse umschlossen. Die Verknüpfung dieser fremden Gemengtheile des Gesteins mit der sie umhüllenden Grundmasse ist eine innige, auf Verschmelzung beruhende (der Wassergehalt dieser Gesteine schwankt zwischen 0.53 und 1.10% H₂O. Derselbe wurde in zehn Varietäten be-

56) Abich, H., a. a. O. p. 57.

57) Manchmal kommen dieselben auch grösser vor und dann sind sie auch schon makroskopisch sichtbar; doch oft fehlen sie gänzlich, so dass ein und dasselbe Gestein in verschiedener Art ausgebildet und zusammengesetzt erscheint.

stimmt). Dieselben verfliessen ganz allmählig in die Glasbasis. Ausser diesen Gästen sind in der Grundmasse noch grössere glasige Plagioklase, die eine andere optische Orientirung besitzen und offenbar indigen sind. Sie umschliessen Partien von ganz identischer Beschaffenheit mit dem Glaskitt des Gesteins⁵⁸). Es bleibt mir noch kurz die der Gruppe der Andesitgesteine entsprechenden Gläser zu schildern⁵⁹). Als solche dürften nur diejenigen betrachtet werden, in denen neben dem Plagioklas kein Orthoklas (Sanidin) auftritt. Weil aber die echten Repräsentanten dieser Entwicklungsstufe gar keine individualisirten Bestandtheile, also auch keinen Plagioklas führen, so entscheidet nur die geognostische Verknüpfung mit Andesiten oder Uebergänge in solche. Die chemische Zusammensetzung kann nicht als Unterscheidungsmittel gebraucht werden, weil sie mit derjenigen der anderen sauren Gläser (z. B. der Trachytfamilie) übereinstimmt.

Ein Glasgestein, welches die reichlichsten Auscheidungen an Plagioklas sowohl in leistenförmigen Mikrolithen, als auch in bis zu 1 Mm. grossen Körnern führt, ist der schwarze „Obsidianporphyr“ vom grossen Ararat. Glaseinschlüsse sind in den Feldspatmikrolithen nie, in den makroskopischen selten beobachtet worden. Schmutziggrüner, deutlich pleochroitischer Glimmer in hexagonalen Blättchen und Magneteisen in ver-

58) Dass es wirkliche Einschlüsse sind, lässt sich besonders gut an dicken Schliffen nachweisen, wo man sich überzeugen kann, dass über und unter der umhüllten Partie noch Feldspatsubstanz vorhanden ist.

59) Mit der Bezeichnung Glas für die hyaline, geflossene Modification einer Gesteinspecies oder -familie, dürften nur die echten, unzweifelhaft vulkanischer Thätigkeit ihren Ursprung verdankenden Producte belegt werden. So kann man von Trachygläsern, Andesitgläsern etc. sprechen, wenn aber z. B. der 4—10% H₂O haltende Felsitpochstein als Repräsentant der glasigen Ausbildungsweise der Granitfamilie immerwährend angeführt wird, so ist das, weil man seine Entstehung noch nicht kennt, ganz unstatthaft. Mit demselben Recht könnte man den Serpentin als glasige oder aphanitische Modification der Olivingesteine anführen. (Cf. L. v. Buch, Magaz. d. naturf. Freunde IV. 142. 148.)

schiedener Ausbildung sind spärlich vorhanden. Dafür wimmelt aber das Glas von kleinen, unmessbar dünnen Trichiten, die sich meist um opake Körnchen gruppieren. Man trifft unter den kaukasischen Obsidianen überhaupt alle möglichen trichitischen, krystallitischen und körnigen Entglasungsproducte. Plagioklas- und Augitmikrolithe und wohlensgebildete braune oder blutrothe hexagonale Glimmertäfelchen sind, mit Ausnahme der grünen, seidenglänzenden Varietäten, überall vertreten. Die gelbbraunen Partien in manchen geflammtten schwarzen Obsidianen (Kiofandagh, Borshom) werden durch gewundene und gekrümmte gelbrothe, mikroskopische Schlieren in einem farblosen Glase hervorgebracht. Die schwarzen Partien in den Obsidianen sind meist durch Trichite von kurzer Nadelform und opake Körnchen erfüllt, während hellgrau gefärbte, grössere Schlieren darin durch das Auftreten von Belloniten und spinnenartig gruppirter, unmessbar dünner trichitischer Fäden bedingt werden.

Die bimsteinartige Modification der Andesitgläser wird durch ein Vorkommniß vom grossen Ararat repräsentirt. Die Dünnschliffe lassen in einer tief gelb gefärbten Masse, in der einzelne rothbraune, sehr kleine, lebhaft polarisirende Nadeln stecken, grosse, mehrere Millimeter messende Krystalle von Plagioklas und Augit, mit schönen, farblosen Glascinschlüssen, häufig quer durch eine Pore gelagert, ohne dieselbe vollständig auszufüllen, gewahren. Diese beiden Gemengtheile sind jedenfalls ihrer Entstehung nach älter, als die blasige Auftreibung des sie umhüllenden Glases.

Schlussbetrachtungen.

Es ist unzweifelhaft, dass uns nur das allseitige Studium der vulkanischen Vorgänge und ihrer Producte zur richtigen Erkenntniß der Entstehung und Bildungsweise sämtlicher Gesteine führen kann. Gesteine, die noch augenblicklich unter uns zum Theil bekannten Umständen, fast vor unseren Augen sich bilden, müssen der Erkenntniß ihrer Genesis mehr Wahrscheinlichkeit bieten, als Gebirgsarten älterer geologischer Epochen. Ueber die letzteren sind wir vorläufig nicht im Stande auszusagen, wie weit sie durch Umwandlungsvorgänge modificirt worden sind. Bei den sogenannten alten Gesteinen combiniren sich zwei Reihen äusserst complicirter physikalisch-chemischer Vorgänge, nämlich die vielleicht modificirten eruptiven Prozesse, mit den kaum erkannten, beim Erscheinen eines Gesteins sofort beginnenden metamorphosirenden Einflüssen der wässerigen Lösungen. Bei den noch jetzt erumpirenden Gesteinen hat man es dagegen nur mit einem dieser beiden gestaltenden Prozesse zu thun. Freilich bleibt auch hier das Meiste unbekannt; der grösste Theil der Fragen in Bezug auf die Bildung der rein eruptiven Gesteine ist ungelöst. Völlig unerklärt erscheint es, warum aus einem seiner chemischen Zusammensetzung nach identen Magma, einmal ein Rhyolith und dann wieder ein glasiger Andesit sich herausbildet oder, um ein viel einfacheres Beispiel zu wählen,

weshalb in einem gleich elementar zusammengesetzten Obsidian bald Orthoklas, bald Plagioklas erscheint. Mit allgemeinen Theorien, die Alles erklären sollen, ist hier nichts gethan. In diesen spielen bei der Erklärung der verschiedenen Texturausbildungen der Gebirgsarten in erster Reihe der Druck und die langsame Erkaltung die wichtigste Rolle. Die Eruptionsproducte in der Tiefsee und Tiefganggesteine sollen in Bezug auf ihre Texturausbildung, d. h. Mineralindividualisirung vollkommener ausgebildet sein, als die, subaërlen Ausbrüchen ihren Ursprung verdankenden. Thatsächliche, auf Experimente gestützte Beweise dafür lassen sich aber kaum anführen. Ueber die Ausbruchproducte der Tiefseevulkane hat man gar keine Gelegenheit gehabt, Beobachtungen anzustellen. Dass hier dem Druck der darübergelagerten Wassermasse keine grosse Rolle zukommt, ist höchst wahrscheinlich. Bei der unterseeischen Eruption von Laven muss sich immer ein dem Druck entsprechendes dickes Binsteingewölbe bilden, welches dann den Druck paralyisiren wird. Dabei muss der Lava eine ungleich grössere Wärmemenge entzogen werden, als bei einem subaërlen Ausbruch, und muss sie demnach auch rascher erkalten, was zu Ungunsten einer vollkrystallinischen Ausbildung zu deuten wäre. Dass das langsame und rasche Erstarren eines Glasmagmas auf die Entwicklung der Krystalle innerhalb desselben einen wesentlichen Einfluss hat, ist nicht zu leugnen. Doch wie und in welchem Maasse solches geschieht, darüber ist nichts bekannt. An den eruptiven Gesteinen sieht man deutlich, dass der Vorgang kein so ganz einfacher ist. Erstarren doch häufig sehr mächtige Ströme und Gänge zu glasigen und solche von geringem Umfang zu grobkrystallinischen Massen. Die in neuerer Zeit geistvoll von Reyher⁶⁰⁾ verfochtene und erweiterte Theorie der schlierigen Durchtränkung erklärt uns auch nur theil-

60) Reyher, Ed. Dr. Beitrag zur Physik der Eruptionen und Eruptiv-Gesteine. Wien, 1877.

weise die verschiedenen Texturausbildungen in den Gesteinen; ein wesentlicher Fehler derselben ist jedoch der, dass sie von vornherein annimmt, es lägen uns auch die „alten“ Gesteine in der ursprünglichen Ausbildungsweise vor. Aber sie erklärt auch nicht sämtliche Erscheinungen der Texturausbildung der noch crumpirenden Gesteine. Es kommen an Vulkanen, die meist saure Eruptionsproducte liefern oder geliefert haben (wie diejenigen von Kamtschatka⁶¹⁾, den Aleuteninseln⁶²⁾, Südamerika, Santorin, Kaukasus etc.), rothbraune, schlackige Laven vor, die häufig nur einige Millimeter mächtige Flasern eines schwarzen Glases schichtenweise, oder auch unregelmässig eingelagert, in geringen Abständen von einander führen⁶³⁾. Diese Ausbildungsweise ist nun durch eine ungleichmässige schlierige Durchtränkung nicht zu erklären. Man kann schwerlich, ohne den natürlichen Verhältnissen Zwang anzuthun, annehmen, dass das geschmolzene Magma auf so geringe Entfernungen in dermassen verschiedener Weise von Gasen oder Dämpfen imprägnirt worden sei. Es liessen sich noch eine Menge Fälle anführen, wo man mit der Anwendung der landläufigen, allgemeinen Theorien zur Erklärung der Textur in Verlegenheit kommen würde. Das folgerichtige Verfahren ist jedenfalls das umgekehrte, nämlich die Beobachtung und Erklärung der vorkommenden Einzelfälle. Ein solcher Einzelfall liegt hier bei den kaukasischen Andesiten auch vor. Die im letzten Abschnitt abgehandelten domitähnlichen Gesteine sind, wie die mikroskopische Analyse klar beweist, ursprünglich klastisch.

61) Ditmar, C. von, Ein Paar erläuternde Worte zur geognostischen Karte Kamtschatka's, mit einer Karte. Melanges physiques et chimiques T. II 1855. Petersbourg.

62) Cf. Grewingk, C. Beitrag zur Kenntniss der orogr. und geogn. Beschaffenheit der NW-Küste Amerikas mit den anliegenden Inseln. (Verh. d. Miner. Gesellsch. zu St. Petersburg. J. 1848 und 1849.)

63) Cf. Kupffer, a. a. O. p. 67. „J'ai encore rencontré des échantillons dans lesquels ont voit alterner en couches très minces, le trachyte noir à base d'obsidienne avec une scorie rouge et très poreuse!“.

Das bezeugen insbesondere die eingeschlossenen fremden Gesteins- und Mineralbruchstücke. Dieselben sind also offenbar bei der Eruption des Vulkans anfänglich durch Aufschüttung des zertrümmerten und zerstäubten Lavamaterials entstanden. Da aber ungeachtet dessen die Gesteine in der Regel fest und dicht sind, wie die Domite und keineswegs brüchliche und lose Anhäufungen bilden, so müssen sie secundär auf irgend eine Weise verfestigt worden sein. Hydrochemischen Processen darf hierbei keine Rolle zugeschrieben werden, schon einfach der allzu grossen Jugend der Gesteine und auch ihres geringen Wassergehalts wegen. Es bleibt also noch die Annahme der Einwirkung der hohen Temperatur und hierüber geben uns die mikroskopischen Verhältnisse die gewünschte Auskunft. — Wie erwähnt, führen diese Gesteine in der Grundmasse, die aus einem blasigen Glase besteht, secundäre Plagioklase; ferner sind die fremden Einsprenglinge auf das Innigste mit der sie umhüllenden, ursprünglich klastischen Masse verbunden. Die eingekitteten Plagioklasbruchstücke zeigen noch eine Abnormität, die sich nur auf eine Weise erklären lässt. Einige derselben, die dergestalt stark angeschmolzen sind, dass von einem fast 2 Mm. langen Einsprengling nur eine schmale, stark eingebuchtete Leiste nachbleibt, werden bei gekrenzten Nicols in keiner Lage vollständig dunkel, wobei die Polarisationserscheinungen denjenigen der rasch gekühlten Gläser sehr ähnlich sind. Versuche, die ich in dieser Richtung anstellte, ergaben beim Glühen des glasigen Plagioklases bis zur beginnenden Frittung dasselbe Phänomen. Die Mikrotine blieben dabei vollständig klar, wenn sie auch bereits angeschmolzen waren und zeigten nach dem Glühen keinerlei rissige Beschaffenheit, wie die Adulare. Demnach wäre die an den eingeschmolzenen Plagioklasen der Grundmasse beobachtete Erscheinung auf Einwirkung hoher Temperatur zurückzuführen. Die rothbraunen Lavaschlacken mit den Obsidianeinlagerungen, welche mikroskopisch ein ähnliches Bild darbieten, scheinen

demselben Process ihren Ursprung zu verdanken. Hier tragen zunächst die rothen und schlackigen Partien unter dem Mikroskop den Charakter eines gelbrothen, mit Eisenoxyd reichlich imprägnirten glasigen Bimsteins. Die Poren sind sehr klein daher im Handstück kaum sichtbar. Aus diesem Zustande geht die Masse allmählig durch Schlieren verschieden gefärbten, minder porösen Glases in ein compactes, mit ausgezeichneter Fluidalstructur begabtes, braunes und schwarzes von verschiedenen Entglasungsproducten erfülltes Glas über. Letzteres führt dieselben angeschmolzenen Plagioklase und ausserdem ebenso beschaffene Augite. Die betreffenden Vorkommnisse von Teneriffa, Kamtschatka, Sitcha und dem Kaukasus sind sich in dieser Beziehung merkwürdig ähnlich. — Diese Gesteine treten, wie schon mehrmals betont, auf den Gipfeln der vulkanischen Berge des Kaukasus und Armeniens auf, und setzen mit Laven abwechselnd die Eruptionskegel zusammen. Fasst man nun die Resultate der mikroskopischen Untersuchung mit dem geognostischen Verhalten derselben zusammen, so ergibt sich, dass die losen Aufschüttungen vulkanischen Trümmermaterials durch wiederholtes oder anhaltendes Erhitzen bis nahe an den Schmelzpunkt eine Molekularumlagerung erfahren haben, und durch Frittung verfestigt worden sind. Durch Einwirkung dauernder hoher Temperatur konnten auch Krystallisationen innerhalb des Gesteins bewirkt werden. Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Gesteine der Hohöfen eine Umlagerung ihrer kleinsten Theilchen durch fortgesetzte Einwirkung der Glühhitze erfahren. Die rothen Schlacken wurden wahrscheinlich ebenfalls als ursprünglich klastische Anhäufungen bis zu einem Temperaturgrade erhitzt, bei welchem die ganze Masse sich aufblähte, und nur die leicht schmelzbaren eingeschlossenen Partien wirklich in Fluss geriethen und nach dem Erstarren die dunkeln Schlieren bildeten. — Die Wärmequelle ist hier im Vulkan selbst gegeben. Es ist bekannt, dass

bei heftigen Eruptionen die ganze Umgebung des Kraters in Gluth geräth. Th. Wolff⁶⁴⁾ führt an, dass der ganze Eruptionskegel des Cotopaxi am 9^{ten} September 1877, also mehrere Monate nach der Eruption, noch durchwärmt erschien.

Wenn sich nun eine aus losen Auswurfsproducten bestehender Eruptionskegel durch Zusammensintern und theilweises Umkrystallisiren, oder richtiger Krystallisiren, seiner Bestandmassen verfestigt, so ist es auch verständlich, wie Boussingault beim Anblick der Andesvulkane, auf deren Gipfel er keine Lava fand, auf den Gedanken verfiel, dieselben seien in festem Zustande, als riesige Andesitblöcke, aus dem Erdinnern heraufgeschoben worden. Ob die Domite und ähnliche Gesteine unzweifelhaft vulkanischen Ursprungs ihre Entstehung solchen Processen verdanken, wage ich nicht zu behaupten⁶⁵⁾. Dies wären übrigens Verallgemeinerungen, die, wenn sie auch nicht unwahrscheinlich sind, doch nur mit Vorbehalt ausgesprochen werden dürfen. Der Gedanke an eine derartige Entstehung vieler Trachyt- und Domitgesteine, deren Beschaffenheit und Auftreten sich weder durch Durchtränkung, noch durch Zählflüssigkeit des ursprünglichen Magmas erklären lässt, liegt eigentlich sehr nahe, ist aber bis jetzt nicht ausgesprochen worden. Wenn ich aber hier auf die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit solcher Bildungen aufmerksam machte, so geschah es in der Hoffnung, dadurch zu Beobachtungen in der Natur anzuregen.

64) Geogn. Mitth. aus Equator. 5. Der Cotopaxi und seine letzte Eruption am 26. Juni 1877. N. Jahrb. f. Miner. 1878. p. 157.

65) Die Domform kann sich bei diesem Prozesse auch herausbilden. Die zuerst aufgeschütteten Massen eines Vulkankegels, d. h. diejenigen, die seinen unteren und inneren Theil um den Eruptionskanal zusammensetzen werden durch die Einwirkung der hohen Temperatur im letzteren schon verfestigt sein, bevor die aus losen Auswurfsproducten bestehende äussere Decke von dem Process überhaupt erreicht werden kann; erlischt nur die eruptive Thätigkeit, so wird diese Decke von den Tagesgewässern fortgewaschen und es muss ein domförmiger Berg entblösst werden.

Unter den Fragen, die bei der Erforschung der unzweifelhaft eruptirten Gesteine in Betracht kommen, steht diejenige nach der Art und Weise der chemischen und mineralogischen Spaltungsvorgänge innerhalb eines geschmolzenen Gesteinmagmas in erster Reihe da. Sie kann nur auf dem Wege des Versuchs gelöst werden. Die Gesteine müssen geschmolzen und die Erhaltungsdauer variirt werden, wobei das Hauptgewicht auf die sichere chemische und mineralogische Bestimmung der Ausscheidungsproducte zulegen ist⁶⁶⁾. Die Schwierigkeiten, mit denen man hier zu kämpfen hat, erscheinen vorläufig noch als unüberwindlich, doch bleibt der Weg des Experiments der einzige und wird man sich schliesslich doch entschliessen müssen, denselben zu betreten. Ueber die hydrochemischen Prozesse, sowie Mineral- und Gesteinsumwandlungen durch Salzlösungen liegen bereits werthvolle, auf experimenteller Basis ruhende exacte Mittheilungen vor⁶⁷⁾; es wäre zu wünschen, dass dieses Beispiel auch auf dem Gebiete der Erforschung der Pyrogenesis der Mineralien und Gesteine Nachahmer fände. Es gilt eigentlich dort anzuknüpfen, wo Hall und Watt aufgehört haben.

66) Die Absicht in dieser Richtung Experimente anzustellen, konnte ich aus von mir unabhängigen Gründen nicht durchführen.

67) Lemberg's Untersuchungen in verschiedenen Jahrgängen der Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellsch.

THESEN.

- 1) Die äussere Form ist das unwesentlichste Attribut des Krystalls.
- 2) Unerwiesen ist die Annahme, dass die Moleküle in den amorphen Körpern gesetzlos angeordnet sind.
- 3) Die Variabilität einer Gesteins- oder Mineralspecies bedingt auch deren Seltenheit.
- 4) Die Domite sind klastischen Ursprungs.
- 5) Ein starres Glasgestein wird nicht nur durch hydrochemische Prozesse entglast werden können.
- 6) Ausser der sich augenblicklich vollziehenden Eiszeit, kann es in vergangenen geologischen Epochen nur noch eine solche gegeben haben.
- 7) Es ist wahrscheinlich, dass die Erde an edlen Metallen ebenso reich ist, wie an anderen.
- 8) Dem Druck darf kein Einfluss auf die Texturverhältnisse eines Gesteins zugeschrieben werden.
- 9) Die mikroskopische Petrographie hat keine Zukunft.

