

ÜBERREICHT VOM VERFASSER.

SEPARAT-ABDRUCK

AUS

TSCHERMAKS

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

MITTEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

F. BECKE.

A. DANNENBERG, BEITRÄGE ZUR PETROGRAPHIE DER
KAUKASUSLÄNDER.

Tschermaks Mineralogische und petrographische Mitteilungen,
XXIII. Band, 1. Heft, 1904.

WIEN

ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
I., ROTENTURMSTRASSE 13.

I. Beiträge zur Petrographie der Kaukasusländer.

II. (Schluß.)

(Aus dem Mineralogischen Institut der Technischen Hochschule zu Aachen.)

Von **A. Dannenberg.**

Hierzu 1 Tafel und eine Textfigur.

Nachdem in einer früheren Mitteilung¹⁾ über den gleichen Gegenstand Beschreibungen verschiedener vulkanischer Gesteine des Kaukasus (Elbrus, Kasbek, Mleti) sowie der Araratgruppe geliefert worden sind, erübrigt nunmehr noch die Besprechung des aus dem eigentlichen armenischen Hochlande südlich des Kaukasus und nördlich des Araxes vorliegenden Materiales. Es lassen sich die hierin vertretenen Eruptivgesteine auf zwei petrographisch, und anscheinend auch geologisch, wohl geschiedene Gruppen verteilen, wobei zunächst von den gerade in diesem Gebiete in weiter Verbreitung und großer Mächtigkeit auftretenden Tuffen abgesehen wird.

Die eine Gruppe wäre die der (sauerer) andesitischen Gesteine. Hierher rechne ich die Hornblendeandesite und Dacite, einschließlich Obsidiane, sowie saure Pyroxenandesite, nebst den als Pyroxen-amphibolandesite, hornblendeführende Pyroxenandesite etc. zu bezeichnenden Zwischengliedern.

Die zweite Gruppe würde die basaltischen Gesteine umfassen; dazu gehören außer echten Basalten auch Gesteine, die mit diesen petrographisch wie geologisch aufs engste verknüpft sind und die als (kieselsäurcarne) Augitandesite oder auch als olivinfreie Basalte bezeichnet werden können.

¹⁾ Diese Zeitschr., Bd. XIX, pag. 218 und 257.

Geologisch scheint diese Einteilung insofern begründet, als die Gesteine der ersten Gruppe — soweit mir bekannt — ausschließlich höhere Bergkuppen, deutlich individualisierte Vulkanberge bilden, während die basaltischen Gesteine überwiegend horizontal ausgebreitet, also in Decken- und Stromform, erscheinen und in dieser Form, zusammen mit den Tuffen, ganz wesentlich zum Aufbau des armenischen Hochlandes beitragen. Außerdem dürften beide Gruppen, wenigstens in der Hauptsache, auch dem Alter nach verschieden sein, und zwar scheinen die basischen Ergüsse im allgemeinen das jüngste Eruptionsprodukt darzustellen, abgesehen vielleicht von den Obsidianen.¹⁾

Es liegen Gesteine der ersten Gruppe, also Andesite verschiedener Art mit Ausschluß der basischen, basaltähnlichen Glieder, außer den schon früher besprochenen nun noch vor: vom Aragatz (Alagös), vom Pambakgebirge und aus der Umgegend von Borjom im oberen Kurtale; ihnen schließen sich als glasige Ausbildungsform gleichen oder verwandten Magmas die Obsidiane der Umgegend von Eriwan (Berg Hadis und Kötun Dagh) an. Einzelne dieser Gesteine, namentlich hornblendeführende, nähern sich gewissen Vorkommen des Kaukasus, z. B. solchen von Kasbek in gleichem Maße wie sie sich von den normalen, pyroxenandesitischen Laven des Ararat entfernen, andere stellen sich als durchaus selbständige Gesteinstypen dar, die zu keinem der bisher besprochenen nähere Verwandtschaft erkennen lassen.

I. Aragatz (Alagös).

Die Gesteine dieses merkwürdigen Berges, der wohl einen ziemlich komplizierten Bau besitzen dürfte, sind meines Wissens noch nicht eingehender untersucht und beschrieben worden. Abich hat auf den betreffenden Kartenblättern die Gipfelpartie dieser umfangreichen vulkanischen Erhebung mit derselben Farbe bezeichnet wie auch den Gipfel des großen und den des kleinen Ararat, d. h. der Farbenerklärung zufolge als „Andesit und Quarztrachyt“. Im Text²⁾ wird ein sehr zusammengesetzter Bau des Ganzen mehr angedeutet als eigentlich beschrieben. Insbesondere wird auf den petrographischen

¹⁾ Cf. Abich, Geol. Forsch. II, 32.

²⁾ Geol. Forsch. II, 37.

Gegensatz hingewiesen zwischen der Kern- und Gipfelpartie, die nach Abich „echt quarztrachytischer Natur“ ist, auf der einen Seite und den Gesteinen der tieferen Gehänge andererseits; in letzteren erblickt Abich „einen Wechsel von Oligoklas- und Sanidintrachyt und von kieselreichen Hornblende- und Pyroxenandesiten“. Da außerdem der Fuß des Berges zum großen Teil von basaltischen Ergüssen bedeckt wird, so ergibt sich schon aus diesen Andeutungen die petrographische Mannigfaltigkeit im Aufbau des Berges, der wohl auch geologisch und genetisch nicht als einheitliches Gebilde zu betrachten ist. Vermutlich sind die Verhältnisse bis zu einem gewissen Grade analog denen, die wir am großen Ararat kennen gelernt haben.

Die mir vorliegenden Stücke wurden von Professor Arzruni gesammelt. Zwei davon tragen nur die Fundbezeichnung „Aragatz“, bei den übrigen ist der Fundort genauer angegeben als „östlicher Karagöll am Aragatz“. Der Name Karagöll (tartarisch = schwarzer See) findet sich auf der russischen Karte bei einer Anzahl kleiner Wasserbecken nahe dem Gipfel des Berges. Ob nun aber diese Proben schon dem, nach Abich „quarztrachytischen“ Kern des Aragatz entstammen oder ob sie seinen „Oligoklas- und Sanidintrachyten“ (vgl. o.) entsprechen, muss dahingestellt bleiben. Da sich die beiden anderen Stücke (ohne nähere Fundortangabe) von diesen in keinem wesentlichen Punkte unterscheiden, ist wohl anzunehmen, daß auch sie annähernd demselben Gebiete angehören. Die Mehrzahl aller dieser Stücke zeigen sowohl im Handstück wie im Schliß die vollkommenste Übereinstimmung untereinander: es sind ziemlich hellgraue Gesteine, zumeist völlig kompakt (nur die beiden bloß „Aragatz“ bezeichneten Stücke sind etwas porös) und deutlich porphyrisch durch zahlreiche Einsprenglinge von Plagioklas — meist nicht über 5 mm, höchstens 10 mm lang — und dunkelgrünem Pyroxen. Ebenso ist das mikroskopische Bild bei allen wesentlich dasselbe. Die Grundmasse ist nahezu vollkrystallin entwickelt und besteht in erster Linie aus meist recht gut ausgebildeten Plagioklasleistchen, daneben mehr oder weniger reichlich Pyroxen, gewöhnlich in Form unvollkommener säuliger Kryställchen, wozu sich dann noch eine mäßige Quantität Magnetit gesellt. Außer diesen Hauptbestandteilen der Grundmasse bemerkt man in den meisten Schlißen noch feine, ziemlich unregelmäßig gestaltete Leistchen, die zwischen gekreuzten Nikols

zunächst durch ihre lebhaften Polarisationsfarben, bei gerader oder nahezu gerader Auslöschung auffallen. Ferner nimmt man dann einen nicht sehr kräftigen, aber deutlichen Pleochroismus wahr: die Nadelchen erscheinen hell gelblichbraun bei Schwingungen, die sie in der Längsrichtung durchsetzen, nahezu farblos bei dazu senkrechten Schwingungen. Diese Flitterchen könnten als Hornblende oder Biotit gedeutet werden. Ich möchte mich eher für ersteres entscheiden, zumal nach Beobachtung eines etwas größeren Individuums mit deutlicher Zwillungsteilung und beiderseits annähernd symmetrischer Auslöschung von zirka 13—15°. Im Vergleiche mit den früher erwähnten Hornblendemikrolithen der Elbruslaven erscheinen die hier auftretenden weit unvollkommener ausgebildet und daher auch weniger sicher erkennbar und bestimmbar.

Als Einsprenglinge liegen in der so zusammengesetzten Grundmasse Plagioklase und Pyroxene, rhombische und monokline, ganz vereinzelt auch Hornblenden, deren Dimensionen aber stets klein bleiben. Ebenso sporadisch ist auch das Auftreten des Biotits. Beide Minerale tragen hier lediglich akzessorischen Charakter und erscheinen stets stark korrodiert, oft in völliger Auflösung begriffen. Akzessorisch treten ferner auf Apatit und Zirkon. Von Quarz fand sich keine Spur. Die Gesteine sind somit als fast reine Pyroxenandesite zu bezeichnen.

Über die Ausbildung der einzelnen Gemengteile wäre etwa noch folgendes zu bemerken.

Plagioklas. Die Einsprenglinge sind nur teilweise kristallographisch gut begrenzt; namentlich die größeren erscheinen meist stark verrundet und korrodiert. Sie unterscheiden sich darin von der meist ideal scharfen und regelmäßigen Ausbildung in der Mehrzahl der Araratlaven. Auch sind sie im Inneren meist stark durch eingeschlossene oder eingedrungene Grundmasse verunreinigt. Um die größeren dieser Grundmassepartien im Inneren eines Plagioklas-kristalles bemerkt man oft einen abweichend auslöschenden Saum. Für alle derartigen Säume eines Krystalls ist jedoch die Auslöschung gleichzeitig und, wie öfter zu beobachten, übereinstimmend mit der äußeren Rinde desselben Krystalls. Es hat also im Schlußstadium des Krystallwachstums ein Ansatz gleichartiger Mineralsubstanz nicht nur auf den äußeren Grenzflächen stattgefunden, sondern auch überall im Inneren an den Einbuchtungen (die ja auch Teile der Oberfläche

sind, wenn sie auch im Schliß wie Einschlüsse erscheinen) und vielleicht auch an wirklichen Einschlüssen von Grundmasse. Man kann aus diesem Verhalten wohl den Schluß ziehen, daß diese Einbuchtungen von Grundmasse, die vielfach den Krystall wie zerfressen erscheinen lassen, doch keine Korrosionen darstellen, sondern lediglich der unvollkommenen, unterbrochenen Raumerfüllung des wachsenden Krystalls ihr Dasein verdanken.

Die Auslöschungsschiefen, durchschnittlich 30° bei Differenzen von 15 — 17° in den Hälften der Karlsbader Zwillinge, weisen im allgemeinen auf einen Labrador von mittlerer, zuweilen auch wohl ziemlich basischer (Maximum 35°) Mischung. Zonenbildung ist meist wenig ausgeprägt, ebenfalls ein Unterschied gegenüber den Plagioklaseinsprenglingen der Araratlaven, welche das Zonenwachstum in hervorragender Schönheit zeigen.

Die in der Regel gut leistenförmig ausgebildeten mikrolithischen Plagioklase der Grundmasse pflegen mit 25° — 30° Schiefe auszulöschen; einzelne größere Individuen erreichen auch höhere Maxima, bis zu 35° oder 36° . Eine durchgreifende Verschiedenheit gegenüber der älteren Generation ist also nicht zu konstatieren.

Der Pyroxen der vorliegenden Aragatzgesteine ist, wie gesagt, teils rhombisch, teils monoklin. Da das Quantitätsverhältnis beider wechselt — im allgemeinen dürften sie sich so ziemlich das Gleichgewicht halten — erscheint auch hier wie beim Ararat eine Rubrizierung als Augitandesit oder Hypersthenandesit nicht tunlich.

Als Einsprenglinge finden sich die Pyroxene selten in gut ausgebildeten Krystallen. Fast stets erscheinen sie unvollkommen entwickelt, stark gerundet, oft von Einbuchtungen und Einschlüssen der Grundmasse durchsetzt, wie zerfressen aussehend. Von Mineral-einschlüssen enthalten sie besonders Magnetit und Apatit, zuweilen Biotit. Die Farbe des Augits ist blaß-grünlich, der Pleochroismus der rhombischen Pyroxene meist schwach.

Mannigfach sind die Wachstums- und Verwachsungsformen der Grundmasse-Individuen. An den Enden gabelförmig eingebuchtete Krystallskelette sind häufig und namentlich beim Hypersthen schön zu sehen. Die gewöhnliche Parallelverwachsung von Augit und Hypersthen ist auch hier eine allverbreitete Erscheinung. Nicht selten findet sich dabei ein mehrfacher Wechsel, derart daß der rhombische

Pyroxen nicht nur von einem Augitsaum umgeben ist, sondern auch seinerseits eine Augitleiste als Kern umschließt.

Beim Augit, sowohl in der Grundmasse wie bei den Einsprenglingen, finden sich neben der gewöhnlichen Form der Zwillingbildung auch häufig Durchkreuzungszwillinge, wie solche von Herz¹⁾ aus südamerikanischen Andesiten beschrieben wurden. Auch hierbei kann im Kern wieder Hypersthen auftreten, so daß die entsprechenden Zwillingshälften im Schnitt völlig getrennt erscheinen.

Eine abweichende Ausbildung desselben Gesteins repräsentieren zwei weitere Stücke vom gleichen Fundorte (östliche Karagöll). Das eine dunkelgrau, fast schwarz mit zahlreichen etwa 2—5 mm großen Feldspateinsprenglingen und spärlichen Augiten erinnert an einzelne Vorkommen vom großen Ararat; die andere Probe, von roter Farbe, stellt offenbar nur eine verwitterte Partie desselben dar. Unter dem Mikroskop erkennt man, daß die Grundmasse des schwarzen Gesteins zum großen Teil aus einem dunkelgraubraunen Glase besteht, in dem reichlich Plagioklasmikrolithen — oft in skelettartiger Ausbildung — nebst spärlicheren Augiten enthalten sind. Sonst stimmt das Gestein in Zusammensetzung und in der Ausbildung der einzelnen Minerale mit den vorher beschriebenen überein. Die erwähnte rote Varietät zeigt sich, wie zu erwarten, unter dem Mikroskop ziemlich stark zersetzt, reichlich mit braunen und rostroten Eisenoxiden durchtränkt. Namentlich tritt dies bei dem stets leichter zersetzbaren Hypersthen hervor, der oft völlig undurchsichtig geworden ist, während der Augit nur eine schmutzig gelbbraune oder grünlichgelbe Farbe angenommen hat. Es liegt also in diesen Stücken — im frischen, wie im verwitterten Zustande — eine mehr vitrophyrische Ausbildung desselben Gesteins vor, dessen nahezu vollkrystalline Ausbildung sich in den zuvor beschriebenen Stücken darstellt. Auf den Hohlraumwandungen des einen der beiden nur mit „Aragatz“ ohne nähere Fundortangabe bezeichneten Stücke sitzen winzige, noch nicht stecknadelkopfgroße kugelige Aggregate von weißer Farbe vergesellschaftet mit dünnen haarförmigen Krystallnadeln, jedenfalls von Amphibol, ähnlich wie in einem früher erwähnten Gestein des Kasbekgebietes. U. d. M. erkennt man deutlich

¹⁾ Gesteine der ecuatorischen Westkordillere vom Pululagua bis zum Guagua Pichincha, 41 und 44.

den Aufbau der kugeligen Gebilde aus hexagonalen Täfelchen, also wohl sicher Tridymit. Es erinnert dies an ein gleiches von Blaas¹⁾ beschriebenes Vorkommen. Äußerlich ähnliche Bildungen werden später bei Augitandesit des Pambaktales zu erwähnen sein.

Den Gesteinen des Ararat stehen die hier beschriebenen des Aragatz offenbar sehr nahe, doch sind in den meisten Fällen deutliche, wenn auch nicht gerade sehr erhebliche Unterschiede zu bemerken. Von den gewöhnlichen dunklen Augitandesitlaven des Araratsystems unterscheiden sich unsere Aragatzgesteine (abgesehen von der zuletzt besprochenen vitrophyrischen Varietät) durch die hellere Farbe, auch bleibt dementsprechend der Gehalt an farbigen Gemengteilen (Pyroxen) unter dem der meisten Araratlaven. Ein weiterer Unterschied liegt in dem, wenn auch vereinzelt Auftreten von Hornblende und Biotit, die den typischen Pyroxenandesitlaven des Ararat durchaus fehlen, während umgekehrt gegenüber den hellen, als Hornblendeandesit bzw. Dacit beschriebenen Gesteinen des großen Ararat das hier in Rede stehende Vorkommen durch größeren Pyroxengehalt bei zurücktretendem Amphibol (und Biotit) unterschieden ist. Es nehmen also unsere Aragatzgesteine gewissermaßen eine Mittelstellung ein zwischen den beiden am Araratsystem unterschiedenen Haupttypen. Dem scheint auch die chemische Zusammensetzung zu entsprechen.

Ich beschränkte mich auf eine Kieselsäurebestimmung und erhielt 62·8% $Si O_2$ für das graue Aragatzgestein, während bei den Pyroxenandesiten des kleinen Ararat der entsprechende Wert durchschnittlich 60—61%, bei jenen des Großen Ararat 64—66% beträgt und beim Dacit sogar auf 68—69% steigt. Die am Schlusse des dritten Bandes von Abichs Geol. Forschungen etc. (pag. 154, Nr. IX) mitgeteilte Analyse des Gipfelgesteins, also wohl des „Quarztrachyts“, zeigt sogar noch einen erheblich niedrigeren Kieselsäuregehalt als ich gefunden; es ist danach dessen Zusammensetzung: SiO_2 59·117; Al_2O_3 20·338; Fe_2O_3 5·518; FeO 0,514; CaO 3·444; MgO 3·375; K_2O 2·806; Na_2O 4·144; P_2O_5 0·194.

Eine durchgreifende Verschiedenheit zwischen den Gesteinen des Ararat und vorliegenden Proben der zentralen oder Gipfelpartie des Aragatz ist jedenfalls nicht vorhanden; bei Untersuchung eines

¹⁾ Diese Mitt., VII, 479.

vollständigen Materiales würden sich vermutlich die jetzt noch zu konstatierenden Unterschiede mehr und mehr verwischen.¹⁾

2. Pambakgebirge.

In dem das Plateau von Alexandropol im Nordosten begrenzenden Pambakgebirge, dessen nördliche Begrenzung von dem Tale des gleichnamigen Flusses gebildet wird, treten neben älteren krystallinen Gesteinen (Granite, Syenite und „Grünsteine“) auch jüngere Eruptivgesteine, zur Andesitfamilie gehörig, auf, die sich zum Teil durch einen eigenen Habitus von allen mir sonst aus Hocharmenien bekannt gewordenen Vertretern dieser Gruppe unterscheiden.

Es sind vorwiegend echte Hornblendeandesite, vielleicht teilweise mit Hinneigung zum Dacit. Dagegen liegt mir von den sonst so verbreiteten Pyroxenandesiten aus diesem Gebiete nur ein Stück vor. Proben dieser Gesteine sammelte ich an dem von der Hochebene von Alexandropol in das Pambaktal hinüberführenden Passe von Djadjur sowie an verschiedenen Punkten des oberen Pambaktales.

Andesit von Djadjur. Den Teilnehmern der armenischen Exkursion des internationalen Geologenkongresses bot sich in dem gerade damals — Herbst 1897 — nahezu vollendeten, zirka 1700 *m* langen Tunnel, mit welchem die Bahnlinie Tiflis-Kars hier die Pambakkette durchbricht, eine ausgezeichnete Gelegenheit zum Sammeln dieser Gesteine. Der Andesit von Djadjur stellt sich zumeist als ein kompaktes, rötlichgraues oder auch lichtrotes Gestein dar, an dem besonders der Reichtum an Hornblendeinsprenglingen von durchschnittlich etwa 1 *cm* Länge auffällt, denen gegenüber die nicht gerade spärlichen, aber meist kleineren Plagioklase in der Regel eine mehr untergeordnete Rolle spielen. Von sonstigen makroskopischen Ausscheidungen sind nur ganz vereinzelt hin und wieder Biotitblättchen zu beobachten.

Der Habitus ist entschieden trachytisch und es erinnert das Gestein sehr an die typischen Hornblendeandesite des Siebengebirges,

¹⁾ Dieses Ergebnis der näheren petrographischen Untersuchung widerspricht zum Teil der früher (diese Mitt., XIX, 220) von mir geäußerten Ansicht über die relative Bedeutung der beiden großen Eruptivzentren. Ich kannte damals nur die basaltischen Gesteine vom Fuße des Aragatz. Jedenfalls ist diese Bergmasse, noch weniger als die beiden Ararat, ein einheitlicher Vulkanbau; zu seiner Bildung müssen nacheinander ganz verschiedene Eruptivperioden mitgewirkt haben.

von denen es jedoch mikroskopisch nicht unwesentlich verschieden ist. Unter dem Mikroskop lassen die Vertreter dieses Typus eine sehr charakteristische Struktur ihrer Grundmasse erkennen. Diese ist ausgezeichnet pilotaxitisch entwickelt. In einer Art Basis, die aber anscheinend völlig individualisiert ist, wenngleich sie nur schwach auf das polarisierte Licht einwirkt und die wohl am besten als mikrofelsartig bezeichnet wird, liegen reichlich schön entwickelte Plagioklasleistchen, oft typische Skelettformen zeigend. Ihre Auslöschungsschiefe übersteigt kaum 25° , in einzelnen Schlifften bleiben auch die absoluten Maxima noch unter diesem Werte mit etwa 20° . Bei Zwillingen höherer Ordnung nach dem Karlsbader Gesetz und einem Auslöschungsmaximum von 25° beträgt die Differenz 13° ; es wäre diesen Mikrolithen demnach ihre Stellung beim (sauren) Labrador, größtenteils aber wohl noch beim Andesin anzuweisen. Außer Plagioklas tritt zuweilen — aber nicht in allen Schlifften beobachtet — Hypersthen in dünnen, nadelartigen Prismen als Grundmassebestandteil auf, daneben Magnetit in ziemlich geringer Menge sowie hin und wieder schmutzig graubraunes Glas in unregelmäßiger Verteilung.

Unter den Einsprenglingen zeigt der meist reichlich vorhandene Plagioklas bald vollkommene Krystallbegrenzung, bald mehr fragmentarische Gestalt. Seine Substanz ist meist ziemlich rein; an Interpositionen findet man neben Glaspartikeln am häufigsten Hornblende oder deren Umwandlungsprodukte. Die Auslöschung stimmt im allgemeinen mit der für die Mikrolithen angegebenen überein, wenn schon hier gelegentlich auch höhere Werte — bis zu 33° — beobachtet wurden; diese dürften jedoch nur bestimmten, besonders basischen Zonen entsprechen, wie geeignete Schnitte erkennen lassen, so daß daraus noch nicht auf eine allgemein größere Basizität der Einsprenglinge geschlossen werden darf. Die Zwillinglamellen sind meist wenig zahlreich und fehlen oft ganz, doch ergibt sich bei Anwendung der Beckeschen Methode stets eine beträchtlich stärkere Lichtbrechung als die des Balsams, so das Sanidin als ausgeschlossen gelten darf.

Neben den Plagioklasen erscheint als Einsprengling Hornblende stets reichlich, oft geradezu massenhaft, von brauner Farbe mit starkem Pleochroismus: a blaß strohgelb, b braungelb, c tief rotbraun. Die Doppelbrechung ist ebenfalls sehr beträchtlich, wie die lebhaften, in Rot, Grün und Gelb spielenden Interferenzfarben zeigen, die

geradezu an Biotit erinnern. Die Auslöschung ist meist nahezu gerade, als größte Schiefe wurde $4-5^{\circ}$ gemessen. Zuweilen ist durch Farbenunterschiede oder Interpositionen ein Zonenbau angedeutet. Von der früher beschriebenen Hornblende des Elbrus-Dacits unterscheidet sich dieses Vorkommen somit durch die entschieden braune Farbe, die auch nicht die geringste Andeutung eines grünen Tones zeigt, stärkeren Pleochroismus und geringere Auslöschungsschiefe. Die Formentwicklung ist in der Regel vollkommen. Zuweilen allerdings zeigen sich tiefe Einbuchtungen von Grundmasse, so daß der ganze Innenraum von einem Gemenge von Plagioklas und Augit erfüllt ist, was dann schon makroskopisch sichtbar wird. Auch der Erhaltungszustand ist meist ein ziemlich guter. Säume von Opacit oder neugebildetem Plagioklas, Augit und Magnetit sind nur wenig entwickelt. Kleine Krystalle sind allerdings nicht selten ganz in Opacit oder, bei hinzutretender Verwitterung, in braunes Hydroxyd verwandelt. Auch das Auftreten faseriger, serpentinöser Massen sowie mehr oder weniger vollständige Opalisierung mancher Querschnitte zeigt unverkennbar die Wirkung der Verwitterung. Als Mineraleinschluß findet sich am häufigsten Apatit.

Neben dem großen Reichtum an Hornblende muß das fast gänzliche Fehlen anderer Bisilikate umsomehr auffallen. Pyroxene (Augit und Hypersthen) wurden nur ganz vereinzelt beobachtet, Biotit in der Mehrzahl der Stücke gar nicht angetroffen.

Die Gesteine sind somit als reine Hornblende-Andesite zu bezeichnen, fast ohne jede Beimengung sonstiger farbiger Gemengteile. In diesem unbedingten Dominieren der Hornblende unterscheiden sich die Djadjurgesteine, wie gesagt, von allen anderen mir persönlich aus diesem Gebiet bekannt gewordenen. In der Literatur finde ich vergleichbare Vorkommen aus der kaukasischen Region erwähnt von Becke¹⁾ und von Lacroix, l. c. 744.

Von anderwärts verbreiteten Typen wären in erster Linie, wie vorher angedeutet, wohl die Hornblende-Andesite des Siebengebirges zum Vergleich heranzuziehen, umsomehr, als auch die geologische Erscheinungsweise eine analoge sein dürfte. Doch unterscheiden sich

¹⁾ In Abich, Geol. Forsch., Bd. III, Nr. 30 „Gipfelgestein des Gr. Abul“ und 31 „rosafarbener Trachyt von Tschingerlydag“, beide jedoch mit Augit in der Grundmasse.

unsere Gesteine von den bekannten Vorkommen der Wolkenburg oder des Stenzelbergs etc. immerhin in mehreren Punkten, vor allem durch die Ausbildung der Grundmasse, sowie das Fehlen des Pyroxens und Biotits, von denen namentlich der letztere in den entsprechenden Siebengebirgsgesteinen stets eine erhebliche Rolle spielt und nicht selten sogar die Hornblende an Menge überwiegt. Andererseits ist eine weitgehende Ähnlichkeit mit manchen Porphyriten, z. B. dem bekannten Gestein von Waldböckelheim an der Nahe, nicht zu verkennen, doch möchte ich angesichts der völligen Frische der Plagioklase die Djadjurgesteine lieber der jüngeren Gruppe zurechnen.

Diesen charakteristischen Gesteinen aus dem Djadjurtunnel schließt sich ein benachbartes Vorkommen vom Dorfe Agbulagh in oberen, als Tschitschchantal bezeichneten Teile des Pambaktales ¹⁾ in jeder Beziehung aufs engste an. Äußerlich ein rötlich-graues Gestein von trachytischem Habitus mit Einsprenglingen von Plagioklas und Hornblende, sowie vereinzelt Biotittäfelchen, zeigt es u. d. M. eine ausgeprägt „bimagnetisch“ entwickelte Grundmasse, indem eine feinfilzige, die dritte Generation repräsentierende Basis reichlich größere, schön entwickelte Plagioklasmikrolithen zweiter Generation umschließt. Die Einsprenglinge werden fast ausschließlich von Plagioklas und Hornblende in ähnlicher Ausbildung wie in den Gesteinen des Djadjur gestellt. Auch die Mischung der Plagioklase beider Generationen (die Individuen der dritten Generation sind zu winzig für sichere Messungen) ist dieselbe hier wie dort, da die Auslöschungsverhältnisse auch hier vorwiegend auf Andesin, allenfalls noch auf sehr sauren Labrador, hinweisen.

Akzessorisch erscheinen unter den Einsprenglingen Biotit und Hypersthen. Auch ein einzelnes größeres Quarzkorn, ohne Augitsaum oder sonstige Korrosionserscheinungen, fand sich vor; ob dem Gestein selbst angehörig oder als Einschluß zu betrachten, bleibe dahingestellt. Alle diese letztgenannten Gemengteile sind jedoch in ihrem Auftreten so untergeordnet, daß das Gestein gleich jenen von Djadjur als reiner Hornblendeandesit bezeichnet werden muß.

Eine stärkere Abweichung von diesem Typus macht sich bei einem weiter abwärts im Pambak- bzw. Tschitschchantale gefundenen

¹⁾ Pambaktal im engeren Sinne heißt nur der verhältnismäßig kurze mittlere Teil zwischen Karakilissa und der Mündung der Kamenka. Der obere Abschnitt wird Tschitschchan, der untere Debeda oder Bortschala genannt.

Gestein geltend, das gewissermaßen als Bindeglied zwischen jener Gruppe und den gewöhnlichen Pyroxenandesiten gelten kann, und das ich deshalb als hornblendeführenden Pyroxenandesit oder Amphibol-Pyroxenandesit bezeichne. Es ist ein schönes, ziemlich hellgraues Gestein mit kleinen eckigen und verästelten Hohlräumen ohne makroskopische Krystallausscheidungen. In den Poren sitzen massenhaft weiße, kugelige, radialfaserige Krystallaggregate von etwa Stecknadelkopfgröße, die im Aussehen an die oben erwähnten Tridymitkügelchen in einem Pyroxenandesit vom Aragatz erinnern, aber hier wahrscheinlich aus einem anderen Mineral bestehen.

Das Gestein selbst zeigt sich im Schliiff nahezu holokrystallin mit deutlich fluidaler Anordnung der im Gegensatze zu den vorigen gleichmäßig großen, nicht „bimagmatisch“ differenzierten Plagioklasleisten. Diese scheinen nach der vorwiegend geringen, wenn auch selten genau bestimmbareren Auslöschungsschiefe ziemlich saurer Natur zu sein, keinesfalls basischer als Andesin. Augit in kleinen blaßgrünen Krystallnädelen spielt eine mehr untergeordnete Rolle im Aufbau der Grundmasse. Magnetit ist reichlicher darin enthalten, als man nach der hellen Farbe des Gesteines erwarten sollte.

Unter den Einsprenglingen fehlt der Plagioklas; es herrschen die Pyroxene, Augit und Hypersthen, letzterer mit ziemlich kräftigem Pleochroismus. Mehr untergeordnet erscheint Hornblende in zwar ziemlich großen, aber völlig opacitisierten Querschnitten. Als akzessorischer Gemengteil ist Apatit zu erwähnen.

Neben diesen, das eigentliche Gesteinsgewebe bildenden Mineralen sieht man auch im Schliiff allenthalben die Schnitte der erwähnten kugeligen Aggregate als sphärolithische Büschel, oft an ein größeres Magnetitkorn angeheftet, das dann zunächst von einem mit gelbem Hydroxyd imprägnierten Hofe wie von einer Aureole umgeben ist, während nach außen die Substanz des Aggregats rein und farblos erscheint. C. Riva, l. c. 24, der das gleiche Vorkommen untersuchte, hat eine eingehende Beschreibung dieser Gebilde geliefert. Er unterscheidet daran drei Zonen: im Zentrum eine graue, amorphe Substanz, sodann eine feinfasrige Schicht mit paralleler Auslöschung der Fasern, deren Längsrichtung Achse der kleineren Elastizität ist, und schließlich eine äußere, breiteste Zone. Die ziemlich breiten Krystallfasern oder -leisten der letzteren zeigen eine Auslöschungsschiefe von ca. 30°, in benachbarten Lamellen oft in entgegengesetztem

Sinne. Diese Auslöschung entspricht der Achse der größeren optischen Elastizität.

In Flußsäure lösen sich die Kügelchen ohne Rückstand auf.

Riva kommt zu den Schluß, daß ihre Substanz mit keiner der bekannten Kieselsäuremodifikationen: Chalzedon, Quarzin, Luteцит, denen sie sich in vieler Beziehung nähern, identifiziert werden könne, wegen des geringen spezifischen Gewichtes, das er zu 2·315—2·36 fand; er gibt allerdings zu, daß dieses möglicherweise durch beigemengte amorphe Substanz herabgedrückt werde. Mir scheint es, daß die breiten Fasern der äußeren Zone, die mir allein eine genauere Prüfung gestatteten, doch wohl mit Luteцит übereinstimmen dürften. Ähnliche sphärolithische Aggregate fand ich mehrfach in verwandten Gesteinen derselben Gegend bei Durchsicht einer größeren mir von Herrn Professor Karakasch freundlichst zur Untersuchung überlassenen Suite.

3. Oberes Kuratal (Umgegend von Borjom).

Den zuletzt besprochenen Gesteinen des Pambakgebirges reihen sich einige der mir vorliegenden Stücke aus der Umgegend von Borjom — der Arzrunischen Sammlung entstammend — naturgemäß insofern an, als sie ebenfalls als Hornblende und Pyroxen führende Andesitgesteine zu bezeichnen sind. Daneben ist auch reiner, hornblendefreier, Pyroxenandesit in verschiedener Ausbildung vertreten.

Die Herkunft dieser Gesteine ist dieselbe wie die eines Teiles der von Lacroix beschriebenen (Umgegend von Borjom und Abastuman) und es zeigen dementsprechend in der Tat meine Stücke und Schlitze manche Ähnlichkeit mit jenen, ohne jedoch mit einem einzelnen völlig übereinzustimmen.

Voran stelle ich einen olivinführenden Pyroxen-Amphibolandesit, ein ziemlich hellgraues Gestein, in dessen homogener, völlig dichter Grundmasse als Einsprenglinge schwarze Hornblendeprismen von nahezu 1 cm Länge am auffälligsten hervortreten; daneben bemerkt man kleinere, nur etwa 1 mm messende Krystalle eines grünen Pyroxens — wahrscheinlich Hypersthen — sowie einzelne Körner von Olivin. Auch ein einzelnes Quarzkorn wurde gefunden. Dagegen sind makroskopische Ausscheidungen von Feldspat nicht vorhanden.

Der Schliff zeigt ein gut individualisiertes Gemenge von Plagioklasleisten und Pyroxensäulchen, zwischen denen höchstens eine geringe Menge Basis vorhanden sein kann, in deutlich fluidaler Anordnung.

Der Plagioklas ist nach seinen kaum 30° erreichenden Auslöschungswerten als Andesin bis saurer Labrador zu betrachten. Unter den Pyroxenen der Grundmasse herrscht der rhombische entschieden vor.

Unter den Einsprenglingen fehlt auch mikroskopisch der Feldspat. Am auffälligsten sind, wie auch makroskopisch, die Hornblenden allerdings nur im Zustande opacitischer Pseudomorphosen. Ihr Inneres wird vielfach von Grundmasse erfüllt, was sich schon dem bloßen Auge durch einen hellen Kern verrät. Außerdem umschließen sie öfter ziemlich große Biotitblättchen, die zuweilen fast den ganzen Querschnitt ausfüllen. In ähnlicher Weise treten auch ziemlich große Hypersthenkrystalle auf. Es dürfte kaum möglich sein, zu entscheiden, ob hier ursprüngliche Einschlüsse vorliegen oder vielleicht beim Zerfall der Hornblende eingetretene Neubildungen.

Von Pyroxenen ist auch unter den Einsprenglingen der rhombische durchaus überwiegend, in gut ausgebildeten meist ziemlich kleinen Individuen, die selbst durch Entwicklung (Skelettformen) und Größe in die Grundmasseindividuen übergehen. Der Pleochroismus ist sehr schwach, so daß kaum eigentlicher Hypersthen vorliegen dürfte.

Über den spärlich auftretenden Augit ist nichts besonderes zu bemerken.

Olivin erscheint in gut ausgebildeten Krystallen nahezu völlig frisch, jedoch nicht eben reichlich. Biotit tritt selbstverständlich nicht auf, ein Unterschied gegenüber ähnlichen von *Lacroix* beschriebenen Gesteinen von *Borjöm*. Auch Quarz wurde im Schliff nicht gefunden.

Dem soeben beschriebenen äußerlich ziemlich ähnlich ist ein weiteres Gestein derselben Gegend, das sich jedoch bei näherer Untersuchung als wesentlich verschieden herausstellt. Seine hellgraue, nahezu weiße Grundmasse umschließt als makroskopische Einsprenglinge kleinere, nur etwa 2—5 mm lange Hornblendekrystalle sowie spärlichen Plagioklas. Im Schliff läßt die durchaus überwiegende Grundmasse eine nahezu holokrystallin körnige, fast mikrogranitisch zu nennende Struktur erkennen. Sie setzt sich mosaikartig zusammen

aus unregelmäßigen, oft gezackten Körnern oder rechteckigen, seltener leistenförmig gestreckten Feldspatindividuen sowie anderen Krystallkörnern, die bei gerundet rhombischem Umriß stets diagonal auslöschend und demnach wohl nur als Quarz gedeutet werden können.

Der Feldspat läßt häufig Zwillingstreifung vermissen, und da auch die Lichtbrechung vielfach geringer als die des Kanadabalsams ist, so muß man wohl das Vorhandensein von Orthoklas in der Grundmasse annehmen.

Farbige Gemengteile sind an der Zusammensetzung der Grundmasse so gut wie gar nicht beteiligt; statt dessen bemerkt man nur faserige und schuppige Chloritaggregate. Magnetit ist nur ziemlich spärlich vorhanden, dagegen als akzessorischer Bestandteil bezeichnender Weise Titanit verhältnismäßig häufig.

Die Einsprenglinge werden von Plagioklas und Hornblende gestellt. Ersterer, meist gut ausgebildet und frei von bedeutenderen Einschlüssen, dagegen bereits ziemlich stark verwittert, besitzt Auslöschungsmaxima — in der Zone \perp {010} — von $30-35^\circ$, also zum Teil wenigstens ziemlich basische Mischung (Labrador); daß diese allerdings nicht gleichmäßig und durchweg herrschend ist, zeigt der schöne Zonenbau geeigneter Schnitte. — Die Hornblende, als Einsprengling wenigstens ebenso häufig wie der Plagioklas, ist durch ihre grüne Farbe ausgezeichnet bei kräftigem Pleochroismus: c blau-grün, b olivengrün, a blaß gelblich. Die Auslöschungsschiefe beträgt im Durchschnitt $15-16^\circ$, steigt jedoch auch auf 20° und selbst 22° . Zwillingbildung ist häufig. Die randliche Umwandlung in Opacit und verschiedene Verwitterungsprodukte ist ziemlich weit vorgeschritten und hat nur den größeren Individuen einen frischen Kern gelassen.

Von Pyroxenen oder Biotit fand sich keine Spur. Dagegen erscheinen mehrfach große, unregelmäßige Quarzkörner, meist durch Einschlüsse getrübt. Obwohl an ihnen keine Spur magmatischer Korrosion zu bemerken ist — was bei der sauren Natur des Gesteins kaum auffallen kann, — möchte ich sie ihrem ganzen Habitus nach nicht als Ausscheidungen des andesitischen Magmas, sondern als fremde Einschlüsse betrachten. Lacroix¹⁾ beobachtete in Andesiten der gleichen Gegend ebenfalls zahlreiche Quarzkörner, teils von Augitsäumen umgeben und aus diesem Grunde von ihm als Einschlüsse betrachtet.

¹⁾ L. c. 742, 745.

teils unter Verhältnissen, die nicht ohne weiteres erkennen ließen, ob Ausscheidung oder Einschluß vorliegt. So belanglos derartige Zufälligkeiten an sich erscheinen mögen, so verdient es doch eine gewisse Beachtung, daß uns solche Quarzeinschlüsse (wenn wir diese Auslegung akzeptieren wollen) gerade hier in den Gesteinen von Borjom wieder begegnen, wo sie bereits früher Lacroix fand, während ich fast in keinem anderen der vielen untersuchten Gesteine Armeniens (vgl. oben Agbulagh) dieses bei uns so häufige Vorkommen beobachtete.

In einem anderen Falle erwähnt Lacroix ¹⁾ das Auftreten von Orthoklasbruchstücken als vermutlich ebenfalls — gleich jenen Quarzen — aus älteren Gesteinen stammende Einschlüsse. Ein ähnliches und wahrscheinlich ebenso zu deutendes Bruchstück fand ich in dem sogleich zu beschreibenden Augitandesit.

Was unser Gestein selbst betrifft, so stellt es offenbar einen nach Struktur und Zusammensetzung eigenartigen Typus dar, dem ich von allen mir durch Anschauung bekannt gewordenen kaukasischen Gesteinen kein anderes als völlig gleichwertig zur Seite zu stellen wüßte. Wegen des beträchtlichen Quarzgehaltes der Grundmasse gehört es zweifellos zu den Daciten und muß nach dem allein vorhandenen farbigen Gemengteil als Amphiboldacit bezeichnet werden. Diese Diagnose wird bestätigt durch den hohen Kieselsäuregehalt; ich fand 68·36% SiO₂. Auch in der Literatur finde ich wenige Beschreibungen von Gesteinen unseres Gebietes, die einen eingehenden Vergleich hiermit zulassen. Einzelne Eigentümlichkeiten dieses sowie des vorhergehenden Gesteins finden sich in dem von Lacroix beschriebenen Materiale wieder. Ich möchte in dieser Beziehung das Auftreten einer grünen, stark pleochroitischen Hornblende mit zirka 15° Auslöschungsschiefe in dem von ihm als „andésite rhyolitique à hypersthène, amphibole et pyroxène“ bezeichneten Gestein ²⁾ hervorheben, da mir grüne Hornblende sonst nur vom Elbrus bekannt geworden ist. Im übrigen weicht aber das betreffende Gestein von dem hier beschriebenen nicht nur durch seinen Gehalt an — rhombischem und monoklinem — Pyroxen sowie Biotit ab, sondern auch durch die Beschaffenheit der Grundmasse, die als glasreich mit großen Sphärolithen geschildert wird. Immerhin möchte

¹⁾ L. c. 742.

²⁾ L. c. 744.

ich annehmen, daß dieser „rhyolithische Andesit“ unserem Dacit recht nahe steht, vielleicht nur eine andere Erstarrungsform desselben Magmas darstellt. Ein dem hier besprochenen nahe verwandtes und auch ähnlich ausgebildetes Gestein liegt offenbar in dem von Pelikan¹⁾ beschriebenen „Hornblendeandesit von Katharinenfeld“ vor. Die Grundmasse besteht zu etwa ein Drittel aus Quarz, als Einsprenglinge figurieren Plagioklas (Andesin-Labrador) und grüne Hornblende. Die Ähnlichkeit mit unserem Vorkommen scheint sich der Beschreibung zufolge auch auf die äußere Erscheinung zu erstrecken.

Zwei weitere Gesteine von Borjom müssen trotz ihres ganz verschiedenen Aussehens als wesentlich gleichartig zusammengefaßt werden. Es sind typische Pyroxen-(Hypersthen-Augit-)Andesite, die sich voneinander nur durch die mehr oder weniger glasige Ausbildung unterscheiden. Das eine Stück ist grau und weißlich gefleckt, matt, von felsitischem respektive lithoidischem Aussehen, mit ebenflächiger feinplattiger, fast an Schieferung erinnernder Absonderung. Das andere Stück besitzt schwarze Farbe, pechartigen Fettglanz und flachmuscheligen Bruch, bei glasigem Habitus. Makroskopische Ausscheidungen sind weder in der grauen, noch in der schwarzen Varietät wahrzunehmen; ein vereinzelt Quarzkorn in der ersteren muß jedenfalls als Einschluß betrachtet werden. Unter dem Mikroskop zeigen Schliffe beider Stücke wesentlich dasselbe Bild. Die Grundmasse baut sich auf aus gut entwickelten Plagioklas- und Pyroxenmikrolithen, die in eine mehr oder weniger reichliche Basis eingebettet sind. Letztere ist, wie schon das Aussehen erwarten ließ, in der schwarzen Varietät bedeutend reichlicher vorhanden, so daß diese als ein vitrophyrischer Augitandesit bezeichnet werden kann. Die Farbe dieses Glases ist hier licht kaffeebraun, klar und durchsichtig, während die Basis der grauen Varietät globulitisch körnig entglast ist und, wie gesagt, an Masse mehr zurücktritt. Die Ausbildung der krystallinen Bestandteile ist dagegen in beiden Fällen wesentlich dieselbe. Die Mikrolithen des Plagioklases haben nicht nur Leisten-, sondern vielfach auch Tafelform bei angenähert rechteckigem Umriß oder skelettartiger Ausbuchtung der Schmalseiten.

¹⁾ Petrographische Untersuchung einiger Eruptivgesteine aus den Kaukasusländern. Beiträge zur Paläontologie und Geologie Österreich-Ungarns und des Orients. 1894, pag. 91.

Die vorherrschend geringen Auslöschungsschiefen lassen auf ziemlich saure Glieder der Reihe — Oligoklas bis Andesin — schließen, wengleich vereinzelt auch Labrador entwickelt ist. Unter den Pyroxenen herrscht der rhombische in gut ausgebildeten Prismen oder skelettartigen Formen. Einsprenglinge fehlen auch unter dem Mikroskop so gut wie ganz; einige unregelmäßige Opacithaufen und augenartige Pyroxenaggregate sind zu unvollkommen, um bestimmte Schlüsse auf etwa präexistierende Krystallausscheidungen zu gestatten, außerdem ist ihr Auftreten zu vereinzelt, als daß es für die Charakteristik des Gesteins irgendwie von Belang sein könnte. In der schwarzen glasreichen Varietät fand sich das früher erwähnte Feldspatbruchstück, das jedenfalls — gleich dem Quarzkorn in der grauen Abart — als einem älteren Gesteine entstammender Einschluß zu deuten ist.

4. Obsidiane von Eriwan. (Kötan Dagh und Berg Hadis.)

Echte Obsidiane scheinen in Armenien wenig verbreitet zu sein und nur an vereinzelt, eng begrenzten Fundorten aufzutreten. Allerdings neigen manche der kieselsäurereichen Eruptivgesteine zu mehr oder weniger glasiger Ausbildung und finden wir demgemäß solche Vorkommen in der Literatur als „Obsidian“ oder „Obsidianporphyr“ erwähnt, doch handelt es sich hierbei wohl meist nur um vitrophyrische Formen der gewöhnlichen andesitischen Typen. So wird bei Abich¹⁾ die Analyse einer „Obsidianlava“ vom Samsar mitgeteilt, deren Kieselsäuregehalt mit 63·298% sich jedoch durchaus in den Grenzen der andesitischen Gesteine hält, wie auch der hohe Ca- und Mg-Gehalt sowie das Verhältnis der Alkalien durchaus dieser Gruppe entspricht.

Gegenüber solchen nur als besonders glasreiche Modifikationen der gewöhnlichen Typen zu betrachtenden Vorkommen steht jedoch eine kleine Gruppe vulkanischer Gläser, die nach Habitus, Struktur sowie auch ihrer chemischen Zusammensetzung zufolge eine selbständige Stellung einnehmen und als wirkliche Obsidiane (resp. Bims-

¹⁾ „Geol. Forsch.“, III, 156, Nr. XII'. SiO₂ 63·298; Al₂O₃ 19·358; Fe₂O₃ 4·806; FeO Spur; MnO 0·018; MgO 2·218; CaO 4·414; Na₂O 3·766; K₂O 1·921; Glühverlust 0·201. — Das zugehörige Gestein wird in den Anm. auf pag. 159 als „Bronzittrachytlava“ bezeichnet und figuriert in der petrographischen Beschreibung auf pag. 100 als „Rhyolithlava vom Samsar“.

steine, Perlite), d. h. glasige Formen liparitischen Magmas gelten müssen.

Da die mineralogischen Kennzeichen bei der Betrachtung dieser nahezu rein glasigen Glieder versagen, nehme ich als entscheidendes Merkmal für die Zurechnung zu dieser Gruppe einen Kieselsäuregehalt, der 70% (die durchschnittliche obere Grenze der Dacite) erheblich übersteigt. Es würden dann als echte, d. h. liparitische Obsidiane von bisher beschriebenen kaukasischen Gesteinen folgende zu gelten haben:

1. „Brauner Obsidian vom Kl. Ararat“ (mit 77·27%, Si O₂).
2. „Obsidianporphyr vom Gr. Ararat“ (mit 77·60%, Si O₂).
3. „Obsidian vom Kiotangdag“ (mit 77·42% Si O₂).

Alle drei von Abich¹⁾ beschrieben und analysiert. Diesen würde sich als

4. der von Kennigott²⁾ beschriebene „kaukasische Obsidian“ mit 75·83% Si O₂ beigesellen.

Anderweitige hierher gehörige Gesteine scheinen aus unserem Gebiete bisher nicht mit Sicherheit nachgewiesen zu sein. Erwähnt wird von Abich noch das Vorkommen Piketdagh im vulkanischen Meridiangebirge von Achalkalaki am Nordrande des Sees von Toporawan als „die einzigen wirklichen Obsidiane“ jenes vulkanischen Bergzuges. Einen weiteren Hinweis auf das Auftreten gleicher oder ähnlicher Gesteine enthält schließlich noch die das große Werk von Abich begleitende „geologische Karte des russisch-armenischen Hochlandes“. Es sind hier mit der gleichen Signatur wie der Kötundagh noch bezeichnet: 1. Boosdagh und Dawagösu, beide nahe beieinander auf dem Agmangan-Plateau gelegen, nicht weit vom Südrande des Goktschasees, 2. der Schachgöll im Daratschitschakgebirge, 3. der Gr. Bogotí am Südwestfuß des Aragatz, 4. eine Reihe kleinerer Kegel längs des Südrandes des Plateaus von Kars. Die Farbenerklärung der Karte definiert das Gestein dieser Punkte als: „Obsidian, Perlit, Bimssteinbildungen, Obsidianlaven, Konglomerate und Breccien.“

¹⁾ „Über die geol. Nat. d. armen. Hochlandes“, 43f. Es sind die bereits früher — diese „Mitt.“. XIX, 259 — erwähnten, von Parrot gesammelten Stücke.

²⁾ L. c.

Eingehende Beschreibungen auf Grund mikroskopischer Untersuchung liegen vor von Kenngott¹⁾, ferner von K. Moehl²⁾, schließlich auch die Bemerkungen von Lagorio³⁾ über die glasigen Formen der Andesite des Kaukasus. Weitaus die genaueste und wertvollste Darstellung enthalten die beiden Arbeiten von Kenn-gott. Leider ist, wie früher schon ausgeführt wurde, die Angabe, bzw. die Herkunft seines Materiales ziemlich unbestimmt, und es darf wohl bezweifelt werden, ob es überhaupt — wie angegeben — vom Ararat stammt.

Die mir vorliegenden Stücke stammen von Kötan-Dagh⁴⁾ und seinem Nachbar, dem südöstlich gelegenen Berge Hadis, beide nicht weit von Eriwan, an oder nahe der Straße Tiflis-Eriwan gelegen. Die reiche Arzrunische Kollektion wird durch meine eigenen Aufsammlungen nur um eine Anzahl gleichartiger Stücke vermehrt, ohne daß neue Typen hinzukämen. Die äußere Erscheinungsform ist, wie so häufig bei derartigen saueren Glasgesteinen, eine höchst mannigfaltige; besonders tritt dies an den Stücken vom Berge Hadis hervor. Man könnte, rein äußerlich betrachtet, etwa folgende Haupttypen aufstellen:

1. Homogener, meist schwarzer Obsidian; zu diesem gehört als besondere Varietät der schillernde Obsidian.

2. Eutaxitischer Obsidian.

3. Agglomeratischer Obsidian.

Natürlich sind diese hier angenommenen Hauptformen nicht streng geschieden; sondern durch Übergänge miteinander verbunden. Außerdem können in jeder Gruppe die verschiedensten Modalitäten der strukturellen Ausbildung auftreten: bald rein glasisch, bald mehr lithoidisch bzw. sphärolithisch; bald kompakt, bald blasig aufge-lockert bis zum Bimssteinartigen. Diese Strukturabänderungen er-

¹⁾ L. c.

²⁾ „Kaukasische Gesteine“ in O. Schneider, „Naturw. Beitr. z. Kenntn. d. Kaukasusländer“.

³⁾ Die Andesite des Kaukasus. „Diss. Dorpat“ 1878, pag. 32 ff.

⁴⁾ Ich schließe mich in der Schreibweise des Namens der Arzrunischen Etiquette an. Derselbe schreibt an anderer Stelle („Verhdl. d. Ges. f. Erdk.“, 2, Berlin 1895) Guthan-Dagh. Abich hat Kiotang dagh und Kiotandagh. Die russische Karte schreibt Ketan Dag. Im Führer der Araratexkursion des VII. internat. Geol.-Kongresses steht Gouthan dagh.

greifen bald die ganze Masse, bald erscheinen sie an bestimmte Lagen gebunden, so daß auf verschiedene Weise Bänderung und eutaxitische Schichtung entsteht. Ein besonderes Interesse bietet die dritte Gruppe und die Übergangsformen, die sie mit der zweiten verknüpfen. Es wiederholen sich hier die früher¹⁾ bei der Beschreibung der Agglomeratlaven des Elbrus geschilderten Verhältnisse. Wie dort sind die älteren Fragmente schwarz, die umhüllende jüngere Lava rot. Die Bruchstücke zeigen teils die ursprüngliche eckige Form bei scharfer Begrenzung, teils scheinen sie in Auflösung begriffen mit der umgebenden Masse zu verfließen, teils endlich sind sie zu völlig ebenen, parallelen Lagen ausgezogen. Bewundernswert erscheint bei diesen so entstandenen agglomeratischen Eutaxiten die absolute Ebenflächigkeit und Parallelität der einzelnen Lagen, wodurch solche Stücke im Bruch eine vollkommen regelmäßige, geradlinige Streifung und Bänderung bekommen. Ohne die mannigfachen Übergänge und namentlich ohne die Stütze, die eine solche Erklärung dieser eutaxitischen Gläser durch die analoge, aber vielleicht noch deutlichere Ausbildung derselben Erscheinung bei den Elbruslaven findet, würde ich es kaum wagen, ihre Entstehung aus Agglomeraten anzunehmen. Übrigens verliert sich das Befremdende, was der Vorstellung von der Herausbildung einer so vollkommenen Parallelanordnung aus einer zunächst regellosen Anhäufung von Einschlüssen anhaftet, wenn man bedenkt, daß ja auch die auf andere Weise ausgeprägte eutaxitische Schichtung (poröse, bimssteinartige Lagen in dichtem Obsidian, sphärolithische oder lithoidische Schichten in rein glasigen etc.) die gleiche Regelmäßigkeit zeigen, und daß es für das Resultat gleichgültig sein muß, ob das Material zu den einzelnen eutaxitischen Lagen von ursprünglich abweichend zusammengesetzten, bzw. verschieden imprägnierten Schlieren oder von erweichten und plastisch gewordenen Einschlüssen geliefert wurde. Für eine solche Entstehung eutaxitischer Struktur ist außer Iddings²⁾ u. a., auch P. Wenjukoff³⁾ eingetreten.

¹⁾ Diese „Mitt.“, XIX, 224.

²⁾ „Nature and origine of lithophysae and the lamination of igneous rocks.“ — „Amer. Journ. of science“, XXXIII (1887), pag. 43 f.

³⁾ Die eutaxitischen Gläser der Liparite. — „Travaux de la soc. des naturalistes de St. Pétersbourg, XXI, 1890.

Von Interesse war es mir, mit diesen kaukasischen Vorkommen völlig übereinstimmende Stücke von agglomeratischen, in ganz gleicher Weise rot und schwarz gefleckten und gebänderten Massen unter den Obsidianen des Guamanigebirges in Ecuador zu sehen, die in der sehenswerten vulkanologischen Abteilung des Grassi-Museums in Leipzig von Herrn Dr. Stübel ausgestellt sind.

Die mikroskopische Untersuchung der äußerlich so verschieden erscheinenden Gesteine ergab wenig bemerkenswertes. Die Glasmasse erscheint bei den makroskopisch dichten, homogenen und rein glasigen Varietäten auch unter dem Mikroskop durchaus gleichartig: farblos klar und absolut strukturlos, höchstens weist sie ein Netzwerk feiner unregelmäßiger (nicht perlitischer) Sprünge auf, ein „Craquelé“.

Demgegenüber zeigt die Glasmasse der schliefrigen eutaxischen, der blasigen und bimssteinartigen Formen eine charakteristische Struktur durch ihre Anordnungen zu welligen oder gewundenen Strähnen oder Strängen von gelber Farbe meist mit deutlicher Doppelbrechung. Wo beide Formen miteinander in Verbindung treten, wie in den Agglomeraten, unterscheidet man sehr deutlich das klare, strukturlose Glas der aus dichtem, schwarzen Obsidian bestehenden Einschlüsse von den fluidal gewundenen Strähnen der umhüllenden roten Masse. Wenn diese Glasstränge den höchsten Grad welliger Krümmung erreichen, wie dies bei blasiger, bimssteinartiger Ausbildung geschieht, so entsteht ein der „Aschenstruktur“ ähnliches Bild, und man kann sich leicht vorstellen, daß durch Zerstäubung solchen Materiales ein Tuff von entsprechender Struktur gebildet werden kann.

Durch Spannungsverhältnisse bedingte Doppelbrechung mit schwarzem Kreuz ist oft hübsch an perlitischem Obsidian zu sehen, der als linsenförmige Partien in porösen Varietäten eingelagert erscheint. Neben dem strukturlosen und dem strähnig entwickelten, stets klaren Glase tritt in manchen dichten Obsidianen, regelmäßig aber bei bimssteinartiger Ausbildung noch ein anderes körnig getrübbtes Glas von schmutzig graubrauner Farbe auf, in wechselnder Menge, aber stets nur in kleinen begrenzten, meist eiförmigen Massen. Gaseinschlüsse und Poren sind oft massenhaft entwickelt. Wie Kenngott¹⁾ bereits 1870 nachwies, ist der Schiller mancher

¹⁾ L. c. 63 f.

kaukasischer Obsidiane auf den Lichtreflex an den Wandungen parallel geordneter flacher Hohlräume zurückzuführen. Wo diese Poren, wie an manchen mir vorliegenden Stücken, schon mit bloßem Auge sichtbar sind, ist dieser Zusammenhang ohne weiteres zu erkennen. Später hat bekanntlich Tenne¹⁾ das Schillern mexikanischer Obsidiane gleichfalls durch parallel geordnete, aber spindelförmige Hohlräume erklärt. Die Erscheinung ist natürlich in beiden Fällen eine etwas verschiedene und tritt beim kaukasischen Obsidian am stärksten in der Ebene der flachen Poren auf. Sonst sind auch hier die Gasporen oft spindelförmig, dann meist parallel geordnet und bedingen durch Anhäufung in bestimmten Ebenen oft Lagenstruktur, auch Absonderung nach diesen Ebenen.

Individualisierte Ausscheidungen spielen naturgemäß nur eine sehr geringe Rolle. Fast nie wachsen sie über Mikrolithengröße und -Form hinaus. Unter den mineralogisch definierbaren Elementen steht obenan der Feldspat, zumeist wohl Sanidin. Die Form ist die von Leisten, Krystallskeletten und winzigen, an den Ecken gezackten Täfelchen, häufiger noch von ganz unregelmäßigen Fetzen, die eine genauere Bestimmung aussichtslos erscheinen lassen. Quarz wurde nur einmal, als größeres (zirka 1 mm) unregelmäßiges, zersprungenes Korn beobachtet. Farbige Minerale fehlen nahezu gänzlich. Vereinzelt finden sich hin und wieder eine etwas größere Hornblendenadel sowie braune Schüppchen, die wohl dem (?) Biotit zugehören, dagegen kein Mineral der Pyroxenfamilie. — Etwas besser ausgebildet erscheinen zwei akzessorische Minerale: Apatit und Zirkon. Namentlich der Apatit ist recht häufig und findet sich in charakteristischen langen Prismen, oft an einem oder an beiden Enden mit verjüngtem Fortsatz, wie sie auch Kenngott (Fig. 14—18) abbildet.

Auch die zur Ordnung der Krystalliten gehörigen Ausscheidungen sind meist nicht besonders reichlich und in ihren Formen ziemlich eintönig. Es scheinen die von Kenngott untersuchten Obsidiane in dieser Beziehung bedeutend reichhaltiger gewesen zu sein. Allgemeine Verbreitung in allen untersuchten Schliften besitzen nur die Beloniten, doch sind auch sie keineswegs überall häufig. Sie

¹⁾ Über Gesteine des Cerro de las navajas in Mexiko. — „Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.“, XXXVII (1885), 610.

bieten sich in Form kurzer, gerader — oder auch leicht gekrümmter — an den Enden zuweilen etwas verdickter Stäbchen. Die Endigungen erscheinen meist gerundet, in anderen Fällen aber auch eingekerbt oder gespalten, seltener geradlinig (? pyramidal oder domatisch) zugespitzt. Die Farbe ist ein sehr blasses Grün. Die Länge schwankt gewöhnlich zwischen 0·08 und 0·17 *mm*, die Dicke beträgt zirka $\frac{1}{10}$ bis zu $\frac{1}{3}$ der Länge. In einem Schlicke schillernden Obsidians vom Berge Hadis fanden sich wahre Riesen von 0·3 bis 0·4 *mm* Länge. — Verteilung und Anordnung dieser Gebilde erscheinen sehr unregelmäßig, wie dies ja auch schon F. Zirkel in seinen grundlegenden Untersuchungen über die glasigen Gesteine¹⁾ betont hat. — Doppelbrechung ist, wenigstens in manchen Fällen, deutlich zu beobachten; sie ist dann fast immer mit sehr schiefer Auslöschung (40°—45°) verbunden. Eine sehr eigentümliche Struktur zeigen die schon erwähnten ungewöhnlich großen Beloniten in dem schillernden Obsidian vom Berge Hadis. Doppelbrechung und schiefe Auslöschung sind an ihnen besonders gut zu beobachten, dabei erscheinen sie zwischen gekreuzten Nikols der Länge nach durch eine feine Linie geteilt, Diese Teilung scheint indessen keine Zwillingsbildung anzudeuten, da beide Hälften stets gleichzeitig auslöschen. Die angeführten Charaktere scheinen, wenn daraus überhaupt auf eine bestimmte Spezies geschlossen werden darf, für Augit zu sprechen. Mit den letzterwähnten, offenbar völlig übereinstimmenden Bildungen sind der von Michel-Levy²⁾ gegebenen Beschreibung zufolge die Beloniten in dem Obsidian von Demenegaki auf Milo, wie auch die ebendort gegebene Abbildung des Gesteins durchaus den betreffenden Varietäten unserer kaukasischen Obsidiane gleich. Andere krystallitische Gebilde werden nur ganz vereinzelt gefunden. In einem Schlicke eines schwarzen dichten, nahezu homogenen Obsidians vom Berge Hadis erscheinen neben dicken doppelbrechenden Beloniten der geschilderten Art trichitische Gebilde, meist in Form eines wirren Schopfes, oft an ein Magnetitkorn angeheftet, wie sie auch Kennigott in seinen Schlicken beobachtete und abgebildet hat.

¹⁾ „Zt. d. deutsch. geol. Ges.“ XIX (1867), S. 41.

²⁾ Fouqué et Michel-Levy, „Minéralogie micrograph.“, Pl. XVI, 2; die betreffenden Beloniten werden in der Tafelerklärung charakterisiert als: „tantôt arrondis“, „tantôt bifides“, gleich darauf heißt es von ihnen: „affectent des formes cristallines maclées“.

Doch werden auch diese feinen Haare bei stärkerer Vergrößerung blaßgrün-durchsichtig, so daß diese Büschel nicht als echte Trichite, sondern als sehr dünne gekrümmte Belonite zu betrachten sind, gleich den von F. Zirkel¹⁾ beschriebenen und abgebildeten. Echte Trichite, korkzieherartig gewunden, sah ich nur in einem Schriff eines schwarzen Obsidians. Schwarze Körnchen, von denen es zunächst zweifelhaft ist, ob sie zum Magnetit gehören, treten nur in einzelnen Abarten reichlicher auf, dann meist zu schnurgeraden Streifen (resp. Ebenen) geordnet.

Von einer Beschreibung der mir vorliegenden Stücke und Schriffe im einzelnen glaube ich absehen zu dürfen, da einerseits diese Gesteine bei aller Mannigfaltigkeit der äußeren Erscheinungsweise doch nur das wiederholen, was auch die Obsidiane anderer Fundorte zeigen, und andererseits diese Vorkommen, wie oben angegeben, schon wiederholt eingehende Darstellung gefunden haben.

Von den beiden in Betracht kommenden Fundorten zeigt Kötan Dagh einen ziemlich einförmigen Gesteinshabitus: neben schwarzen, meist der schillernden Varietät angehörigen Obsidiane, die genau mit der von Kennigott für die angeblich vom Ararat stammenden Stücke gelieferten Beschreibung übereinstimmen, liegen von hier nur noch rötlichgelbe bis graue, mehr lithoidische Abarten vor, oft linsenförmige Massen perlitischen Obsidians umschließend, sowie andere fein poröse, bimssteinartiger Ausbildung sich nähernde.

Größer ist die Verschiedenheit der glasigen Produkte des benachbarten Berges Hadis. Ihm gehören die agglomeratischen, sowie die daraus hervorgegangenen eutaxitischen, gestreiften Massen an. Ebenso finden sich hier die in abwechselnden Lagen bald dicht, bald porös und bimssteinartig entwickelten Gläser. Daneben fehlen auch nicht die gleichmäßig dichten und schwarzen, sowie die schillernden oder auch ganz schaumig aufgeblähten Abarten. Immerhin sind alle diese für das Auge so auffälligen Verschiedenheiten doch nur äußerlicher Natur, so daß es genügt, auf ihr Vorhandensein hingewiesen zu haben.

Nähere Betrachtung dagegen verdienen zwei Gesteine desselben Fundortes, die wegen ihrer abweichenden Entwicklung nicht mehr

¹⁾ L. s. c. 741 u. Taf. XIII, Fig. 7.

zu den Obsidianen gerechnet werden können, aber wegen der räumlichen Verknüpfung doch hier ihren Platz finden müssen.

Das eine dieser Gesteine ist ein ausgezeichneter „Eutaxit“ mit feinen grauen und rötlichen Schichten, die im Querbruch wellig gebogen, wie durcheinander geknetet erscheinen, während in einem darauf senkrechten (Längs-) Schnitt die einzelnen Streifen geradlinig, parallel liegen. Das Ganze hat fast das Aussehen eines fossilen Holzes. Unter dem Mikroskop zeigt sich das Gestein durchweg, wenn auch sehr mangelhaft, individualisiert, aufgebaut aus etwa millimeterstarken Lagen parallel orientierter doppelbrechender Fasern von ungefähr gerader Auslöschung, abwechselnd mit ebensolchen, aus ganz kleinen Sphärolithen bestehenden Schichten. Die Fasern sind so innig verfloßt und verfilzt, daß einzelne Individuen kaum zu erkennen sind. Zuweilen sieht man eine Andeutung von einfacher Zwillingsteilung. Die Auslöschung ist, wie gesagt, annähernd gerade und die Lichtbrechung schwach, so daß man in diesem Falle wohl Sanidinitmikrolithe vermuten darf. Daneben lassen sich deutlich gestreifte, schief auslöschende Plagioklase nur vereinzelt nachweisen. Der zweite Hauptbestandteil, das sphärolithische Element, besteht nur zum Teil aus selbständig entwickelten Kugelehen; häufiger sind mehrere benachbarte zu langen zweizeiligen Strängen mit durchgehender Achse verschmolzen. An eigentlichen Krystallausscheidungen, speziell an farbigen Gemengteilen, ist das Gestein äußerst arm. Es fanden sich nur noch schlecht entwickelte, terminal gegabelte oder ausgefaserte Krystallnadelchen von grünlichgelber oder bräunlicher Farbe, die etwa an Akmit erinnern.

Das Gestein selbst wird am besten als ein eutaxitischer Liparit, analog den von Wenjukow¹⁾ beschriebenen von der Insel Unga (Kamschatka) und der Marekanka, zu bezeichnen sein.

Läßt sich dieses sphärolithische Gestein noch als eine, nur in der Ausbildungsweise abweichende Modifikation der am Berge Hadis herrschenden Obsidiane auffassen, so erweist sich ein anderes, gleichfalls nur in einem Stück vertretenes Gestein von demselben Fundorte nach Struktur und Mineralzusammensetzung so völlig abweichend, daß es nicht mehr in derselben Gruppe untergebracht werden kann, sondern als Augitandesit bezeichnet werden muß. Leider enthält

¹⁾ L. c.

die betreffende Etikette der Arzrunischen Kollektion keine Angaben über seine Beziehungen zu den glasigen Gesteinen. Nach seiner völlig verschiedenen Beschaffenheit müßte man annehmen, daß es von einer selbständigen Eruptivmasse herrührt. Auf diesen Punkt wird weiter unten zurückzukommen sein.

Makroskopisch sieht man an dem Stück nur eine rötlich und grau marmorierte, ziemlich feinkörnige Masse, in der keinerlei Ausscheidungen erkennbar sind. Dagegen zeigt sich auf zahlreichen Klüften ein feiner Überzug winziger, offenbar durch Sublimation gebildeter Kryställchen.

Auch unter dem Mikroskop sind Einsprenglinge spärlich und klein. Feldspate kommen als selbständige ältere Generation überhaupt kaum vor, denn auch die größeren Individuen tragen noch mikrolithischen Habitus. Dagegen besitzen die zwar auch nur ziemlich vereinzelt auftretenden größeren Augite von gelber Farbe deutlichen Einsprenglingscharakter. Außerdem finden sich nur noch braunschwarz durch Eisenoxyde gefärbte Pseudomorphosen, deren Umriss auf Olivin schließen lassen. Das Gestein nähert sich hierdurch, sowie auch in seinem sonstigen Habitus den olivinführenden Andesiten an der grusinischen Straße.¹⁾ Die das Gestein fast ausschließlich aufbauende Grundmasse ist nahezu holokrystallin; wenigstens ist Basis kaum zu erkennen. Sie besteht aus großen, schön entwickelten, leistenförmigen Plagioklasmikrolithen, die in einem Gewirre feinerer Leisten und Körnchen liegen, zeigt also den „bimagnetischen“ Typus. Daneben finden sich teils gelb gefärbte — gleich den Einsprenglingen — teils blaßgrüne Augitmikrolithe. Rhombischer Pyroxen wurde nicht gefunden. Den Auslöschungswerten zufolge (Max. 34°—35° bei 22° Diff.) müssen die Plagioklase der Grundmasse zum Labrador ($Ab_3 An_4$ nach Michel-Levy) gestellt werden. Die kleinsten Grundmasse-Feldspate lassen eine sichere Bestimmung kaum zu; möglicherweise sind sie saurer.

Dieser durch das Mikroskop ermittelten Mineralzusammensetzung entsprechend ist der Kieselsäuregehalt des ganzen Gesteins verhältnismäßig niedrig; ich fand im Mittel von zwei Bestimmungen²⁾: $Si O_2 = 53.87\%$.

¹⁾ Diese Mitt., XIX, 238 und 240.

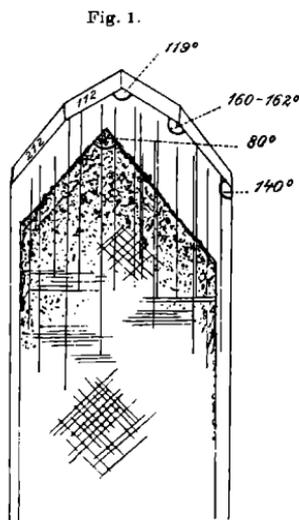
²⁾ Ausgeführt an zwei verschiedenen Stücken, wobei sich $Si O_2$ zu 53.67% bez. 54.08% ergab.

Besonders interessant sind an dem Gestein die erwähnten auf Spalten sublimierten Mineralbildungen. Das ganze Aussehen dieser Krystallkrusten erinnert sofort an das bekannte Vorkommen vom Aranyer Berg und die nähere Untersuchung zeigt, daß man es hier mit derselben und offenbar unter ganz gleichen Verhältnissen gebildeten Paragenesis zu tun hat. Mit bloßem Auge oder mit der Lupe unterscheidet man flache Prismen bzw. längliche Täfelchen von brauner Farbe, fast glanzlos, höchstens 0·5 mm Länge erreichend und noch kleinere, punkartige, stark metallglänzende Blättchen. Unter dem Mikroskop betrachtet geben sich diese Bestandteile leicht als Hypersthen — in der Varietät des „Szaboit“ — und Eisenglanz zu erkennen. Daneben bemerkt man nun auch noch, ganz wie beim Aranyer Berg, den Pseudobrookit. Die winzigen Kryställchen des letzteren entziehen sich leicht der makroskopischen Wahrnehmung, zumal sie auch an Zahl sehr hinter den beiden anderen Bestandteilen zurückstehen, dagegen sind u. d. M. die rechteckig begrenzten, stark längsgestreiften, braun durchscheinenden Täfelchen mit dem metallähnlichen Oberflächenglanz und ihren, zwischen gekreuzten Nikols auftretenden, lebhaft in Rot und Grün spielenden Interferenzfarben unverkennbar.

Während die Ausbildungsweise des Eisenglanzes und des Pseudobrookits keine Besonderheiten darbietet, möchte ich mit einigen Worten noch auf die Beschaffenheit der Hypersthenkryställchen eingehen. Die äußere Form entspricht genau der von Krenner¹⁾ gegebenen Umrißzeichnung des „Szaboits“; flache, längsgestreifte Prismen, tafelig nach {010}, mit zweifacher Zuschärfung, entsprechend dem Auftreten der Flächen {112} und {212}. Ich maß hieran die ebenen Winkel 140° (nach Krenner: 139°53'), 160 — 162° (Krenner: 160°48') und 119° (Krenner: 118°38'). Außer der vertikalen Streifung ist auf dem herrschenden {010} auch eine horizontale zu beobachten sowie das System sich rechtwinklig kreuzender diagonal verlaufender Linien, genau wie sie an den ungarischen Vorkommen beschrieben werden. Die horizontalen und die diagonalen Liniensysteme treten erst bei der Zersetzung deutlich hervor. Eigentümlich ist der Erhaltungszustand der Kryställchen. Wie schon die braune Farbe zeigt, sind sie fast stets mehr oder weniger verändert und dadurch undurchsichtig. Die Oberfläche zeigt dann im reflektierten Licht einen bunten

¹⁾ Über den Szaboit. Zeitschr. f. Kryst., IX, 255; Taf. IX, Fig. 2.

metallischen Schiller, der wohl durch Bildung feinsten Eisenglanzschüppchen bedingt ist. Merkwürdigerweise — und darin liegt ein Unterschied gegen das ungarische Vorkommen — zeigt nur der innere Teil der Krystalle dies Verhalten, während eine breitere oder schmalere Außenzone völlig klar und durchsichtig bleibt. Es erscheint also ein undurchsichtiger brauner Kern von einem farblos durchsichtigen, an den Seiten meist schmalen, an den Enden oft breiter werdenden Saum umgeben. Dabei ist die Begrenzung dieses dunklen Kernes vollkommen geradlinig, an den Seiten der Längsachse (c), am Ende der Kante $\{010\}$ $\{212\}$ parallel, so daß man den spitzen Winkel



der Pyramide von zirka 80° (genau $80^\circ 14'$) hier fast ebenso gut wie an den betreffenden Krystallkanten selbst messen kann.

Über die chemische Zusammensetzung der kaukasischen Obsidiane sind wir bereits durch verschiedene ältere Analysen orientiert. Wenn ich von Abichs „Obsidianporphyr“ vom Großen Ararat (mit 77.60% SiO_2) und seinem „braunen Obsidian“ vom Kleinen Ararat (mit 77.27% SiO_2) absehe, kommt für uns hier in erster Linie die gleichfalls von Abich ¹⁾ mitgeteilte Analyse des Obsidians vom Kötan Dagh, sowie die beiden in Kenngotts Beschreibung enthaltenen Analysen von J. Wislicenus in Betracht. Von einem schwarzen, schillernden Obsidian vom Kötan Dagh (Koll. Arzruni) wurde eine Analyse im Laboratorium des Herrn Professor Stahlschmidt an der technischen

¹⁾ Über d. geol. Nat. d. arm. Hochlandes, Nr. 3, pag. 46.

Hochschule zu Aachen ausgeführt, deren Ergebnis nachstehend unter 1. mitgeteilt ist. Ferner fand sich im Arzrunischen Nachlaß die unter 2. mitgeteilte Analyse von kaukasischem Obsidian, bezüglich deren leider nicht zu ermitteln war, an welchem Material sie ausgeführt ist; jedenfalls kommen nur Kötan Dagh oder Hadis überhaupt in Frage. Eine Zusammenstellung dieser mit den vorhandenen älteren Analysen möge hier folgen:

	1.		Wislicenus		Abich
	Kötan Dagh	2.	I	II	
	(D = 2·3486)	?			
Si O ₂	74·13	74·61	75·33	75·83	77·42
Ti O ₂ .	Spur	—	—	—	—
Al ₂ O ₃ .	13·88 ¹⁾	14·20	13·96	12·62	12·08
Fe ₂ O ₃ .	0·96	} 1·40	2·10	2·00	3·05
Fe O	0·75				
Mn O	0·18 ¹⁾	Spur	0·27	0·14	—
Ca O	0·92 ¹⁾	0·84	2·11	1·47	2·73
Mg O	0·15 ¹⁾	0·07	0·78	0·53	Spur
Na ₂ O .	4·68	} 4·72 ²⁾	3·57	4·07	} 4·32
K ₂ O	5·01				
Cl .	0·09				
P ₂ O ₅ . .	0·0007			Glühverl.	0·57
	100·4807	100·00	101·91	100·30	99·97

Augenscheinlich ist bei Abich die Kieselsäurebestimmung zu hoch ausgefallen, hauptsächlich wohl auf Kosten der Tonerde, der Alkaliengehalt dagegen wohl zu niedrig gefunden.³⁾ Im übrigen zeigt sich fast durchweg eine befriedigende Übereinstimmung, so daß auf ein nahezu gleiches Material geschlossen werden kann.

Nach diesen analytischen Resultaten muß man wohl unsere Obsidiane, wie oben geschehen, als liparitische Gläser betrachten. Dafür spricht nicht nur die absolute Höhe des Si O₂-Gehaltes, sondern

¹⁾ Mittel aus zwei Bestimmungen.

²⁾ Aus Differenz.

³⁾ Analoge Abweichungen, fast um dieselben Beträge, finden sich zwischen Abichs und meinen Analysen des Elbrus-Gesteins. — Siehe diese Mitt., XIX, pag. 233. — Ich möchte daher eher annehmen, daß diese Unterschiede in der analytischen Methode begründet sind, als darin den Ausdruck einer wirklichen Verschiedenheit des untersuchten Materiales erblicken.

auch das Verhältnis der Alkalien zu Kalk und Magnesia, resp. den Eisenoxiden, sowie innerhalb der Alkalien das, wenn auch unbedeutende Überwiegen des Kalis.

Trotzdem vermag ich mich nur schwer zu entschließen, im Berge Hadis und im Kötan Dagh selbständige Eruptionszentren liparitischen Magmas zu erblicken. Es scheint mir dies mit dem ausgesprochenen Charakter der „petrographischen Provinz“ kaum vereinbar. Echt trachytische Gesteine sind bisher aus der kaukasisch-armenischen Region fast gar nicht bekannt geworden. Dazu kommt, daß das zuletzt betrachtete, krystallinisch entwickelte Gestein vom Berge Hadis sich als echter Augitandesit darstellt. Zwar ist über sein geologisches Auftreten, speziell über sein Verhältnis zu den Obsidianen nichts näheres bekannt, doch läßt die übereinstimmende Fundortbezeichnung annehmen, daß er im engen Verbande mit diesen steht. — Sieht man sich unter diesem Gesichtspunkte für die letzteren nach anderweitigen Analogien um, so ist vielleicht die große Ähnlichkeit ihrer chemischen Zusammensetzung mit der Glasbasis eines andesitischen Gesteins, des Dacits von Lassens Peak, nicht ohne Bedeutung. Ich lasse die Analyse¹⁾ dieses Gesteins — unter I — und die seiner Glasbasis — unter II — hier folgen:

	I	II
Si O ₂	69·36	76·75
Al ₂ O ₃	16·23	12·32
Fe ₂ O ₃	0·88	—
Fe O	1·53	1·36
Mg O	1·34	—
Ca O	3·17	1·18
Na ₂ O	4·06	3·55
K ₂ O	3·02	3·98
Glühverlust	0·45	0·54
	100·04	99·68

Sollte die auffällige chemische Analogie dieser dacitischen Basis mit unseren Obsidianen²⁾ mehr als ein bloßer Zufall sein?

¹⁾ Nach Rosenbusch, Elemente, 2. Aufl., 299, Nr. 3 und 3a.

²⁾ Weitere Beispiele dieser Art findet man in der interessanten Arbeit von Lagorio — diese Mit., VIII, 421 — „Über die Natur der Glasbasis etc.“. Besonders kämen hier in Betracht die Analysen 29 u. 30, Dacit vom Mojanda und dessen

Hätten wir demnach in ihnen nicht Produkte eines trachytischen (liparitischen) Herdes — der in diesem Gebiete völlig vereinzelt dastehen würde — zu erblicken, sondern nur den letzten emporgepreßten „Gesteinssaft“ der so weit verbreiteten und in so mächtigen Bildungen wie Ararat und Aragatz sich manifestierenden andesitischen (dacitischen) Magmen?

Allerdings beträgt die Zunahme des Kieselsäuregehaltes in diesem wie in ähnlichen (s. Anm.) Fällen nur etwas über 7%, während zwischen Pyroxenandesit und Obsidian vom Berge Hadis diese Differenz auf 20% steigt. Es werden aber auch bei der Spaltung in wirklich selbständige, räumlich getrennte Teilmagmen größere Differenzen sich herausbilden können als bei der Abscheidung einer „Basis“ innerhalb des Gesteins. Der letztere Vorgang zeigt nur den allgemeinen Verlauf des Prozesses an, nicht aber seinen möglichen Umfang und seine Grenzen. Auch ist keineswegs gesagt, daß der mir zufällig vorliegende und nur aus diesem Grunde zum Ausgangspunkt dieser Betrachtung gewählte, doch recht Si O₂-arme Augitandesit gerade das hypothetische Grundmagma repräsentiert; viel wahrscheinlicher stellt er selbst ein Teilmagma dar, das den Obsidianen etwa komplementär ist.

Grundmasse; 40 u. 41 Andesit vom Hliniker Tal und Glasbasis; 46 u. 47 Vitroandesit vom Merapi nebst Glasbasis, die hier wiedergegeben seien:

	29 (Gestein)	30 (Grundm.)	40 (Gestein)	41 (Basis)	46 (Gestein)	47 (Basis)
Si O ₂	68·32	74·76	62·54	70·19	57·76	65·05
Al ₂ O ₃	} 19·61	} 13·66	} 23·56	} 17·19	} 18·39	} 17·60
Fe ₂ O ₃						
Ca O	4·24	2·17	4·75	2·50	6·21	3·58
Mg O	1·95	0·53	1·15	0·53	3·34	1·05
K ₂ O	1·45	2·05	2·43	3·89	2·61	4·16
Na ₂ O	4·06	2·96	3·16	3·30	3·63	3·54
Glühverl.	0·54	0·82	1·75	2·31	0·94	1·56
	100·17	99·31	99·34	99·91	100·39	99·64

Überall tritt auch hier deutlich dieselbe Tendenz hervor: Anreicherung der Si O₂ in der Grundmasse resp. Basis, dagegen Abnahme von Al₂ O₃, Fe₂ O₃, Ca O, Mg O, oft auch von Na₂ O, außerdem aber eine Verschiebung im Verhältnis der Alkalien zugunsten des Kalis. Das hieraus resultierende „Teilmagma“, d. h. die Grundmasse bezw. Basis nähert sich dadurch der Zusammensetzung eines Liparits.

Andesitische Tuffe.

Die im armenischen Hochlande in weitester Verbreitung¹⁾ auftretenden und vielfach sehr erhebliche Mächtigkeit erreichenden vulkanoklastischen Ablagerungen geben sich bei näherer Untersuchung als Tuffe und Konglomerate andesitischer und verwandter Gesteine zu erkennen. Ihre Besprechung hat deshalb an dieser Stelle, im Anschluß an die eigentlichen — nicht basaltartigen — Andesite zu erfolgen. Nach den vorhandenen Krystallausscheidungen, die freilich den glasigen Bestandteilen gegenüber oft sehr zurücktreten, müßten sie zumeist als Pyroxenandesit-Tuffe bezeichnet werden; seltener tritt darin Hornblende auf.

An das Auftreten und die Verbreitung dieser Tuffmassen knüpfen sich manche sehr interessante, aber auch schwierige geologische Fragen, die von Abich an verschiedenen Stellen²⁾ eingehender erörtert sind, deren Lösung aber noch langwierige und sehr eingehende Untersuchungen erfordern dürfte. Hier können diese Gesteine natürlich nur von der rein petrographischen Seite behandelt werden.

Abich unterscheidet neben eigentlichen Tuffen, im gewöhnlichen Sinne, noch eine besondere Klasse „von sehr eigentümlichen Gesteinen, die zwischen Tuff und Lava die Mitte halten“, für die er deshalb die Bezeichnung „Tufflava“ in Anwendung bringt. Es soll diese „Tufflava“ eine während des Fließens desintegrierte und dadurch in Tuffform übergegangene Lava darstellen. Ich vermag nicht anzugeben, welche der mir vorliegenden, nachstehend beschriebenen Stücke unter diesen Begriff fallen würden, so wenig ich es wage, nach der flüchtigen Durchreisung des Gebietes ein Urteil über die Entstehung dieser Ablagerungen zu geben.

Die im folgenden beschriebenen Stücke, teils selbst gesammeltes Material, teils solches der Kollektion Arzruni, entstammen zum größten Teil dem Gebiet der Hochebenen von Kars und Alexandropol. Es sind schwarze, gelbe und rote, einfarbige oder auch gefleckte Massen, die als makroskopische Bestandteile in der Regel neben der pelitischen Grundmasse poröse, bimssteinartige Gesteinsfragmente enthalten, die oft mehr oder weniger parallel geordnet dem ganzen

¹⁾ Vgl. Abichs geol. Karte d. Quellen- und oberen Flußgebiete des Kur, Araxes, Euphrat u. Djorok (I), sowie seine geol. Karte des russisch-armenischen Hochlandes.

²⁾ Besonders in Geol. Forsch. etc., 33 und 165 ff.

ein geflammtes, dem Piperno ähnliches Aussehen geben. Ihre Farbe ist immer die des betr. Gesteins selbst, nur in einer etwas anderen Nuance. Daneben sind oft nicht minder reichlich unregelmäßige, eckige Bruchstücke dichter Gesteinsmassen von dunkler Farbe, meist etwa erbsen- bis haselnußgroß, vorhanden. Krystalle glasigen Feldspats von mehreren Millimetern Größe sind ebenfalls in den meisten Tuffen ziemlich reichlich vertreten, weniger solche von Augit. Diese Krystalle sowie die charakteristischen Bimssteinflatschen gehören jedenfalls dem tuffbildenden Eruptivmagma selbst an, wogegen die eckigen Bruchstücke kompakter Gesteine mehr den Charakter fremder Einschlüsse tragen, allerdings solcher, deren Zusammensetzung von der des Tuffes selbst meist nicht wesentlich verschieden ist.

Bezüglich des Vorkommens kann ich nur für die von mir selbst bei der Ruinenstadt Ani gesammelten Tuffe einige Angaben machen. Das in der steilwandigen, gewundenen Schlucht des Arpatschai (Achureau) wundervoll aufgeschlossene Profil setzt sich nach Abich in folgender Weise zusammen: zu unterst „basaltische Lavaschichten“, es sind dies die weiter unten als basaltischer Augitandesit von Ani beschriebenen Gesteine. Darüber der „isabellfarbige Tuff vom Aladja“ und „Bimssteinkonglomerat“; über diesen „braunroter“, sodann schwarzer Tuff und zu oberst jüngere Basaltlava.

Ich selbst nahm an dieser Stelle das hier daneben (Fig. 2) wiedergegebene Profil auf:

a) Andesit, in wiederholten, durch schlackige Zwischenlagen getrennten Strömen;

b) weißer Bimssteintuff mit Obsidiangeröllen; ziemlich locker, daher flach gebüsch;

c) fester gelber Tuff, den oberen Steilrand der Schlucht bildend;

d) schwarzer Tuff, weniger fest als voriger und mehr zurücktretend;

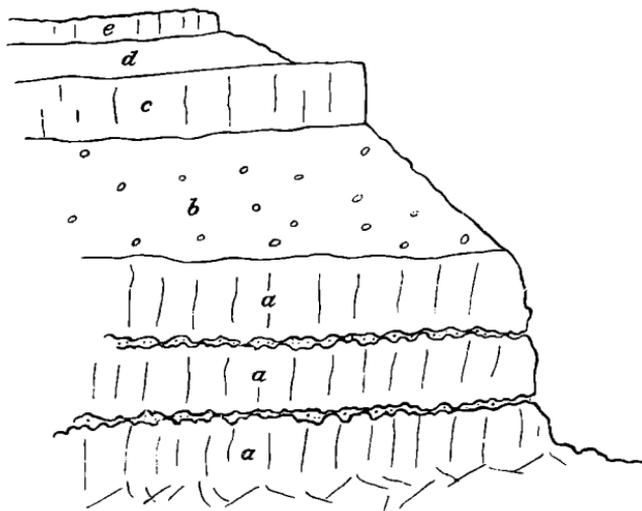
e) jüngste Basaltlaven; nur stellenweise vorhanden.

Es fehlt hier also Abichs „braunroter Tuff“, der nach seiner Angabe den „isabellfarbigen“ bedeckt, „aber keineswegs regelmäßig und in gleicher Stärke“ (l. c. pag. 170). Die Mächtigkeit dieser vulkanoklastischen Ablagerungen beträgt nach Abich (l. c. pag. 165) etwa 100 m.

a) Der schwarze Tuff.

Die schwarzen Tuffe sind, im Gegensatz zu den roten und gelben, im allgemeinen durch einen sehr gleichmäßigen Habitus ausgezeichnet. Sie stellen meist ein nicht sehr festes — immerhin aber vielfach zu Bauzwecken verwendbares, wie gerade die Ruinen von Ani zeigen — Trümmergestein dar, das neben zahlreichen, meist eckigen Gesteinsbruchstücken von grauer bis schwarzer, auch roter

Fig. 2.



Profil der Schlucht des Aspatschai.

und gelber Farbe meist schwarze flachgedrückte, mehr oder weniger bimssteinartige Massen von einigen Zentimetern Länge, sowie zahlreiche glasige, etwa 2—4 mm große Feldspatkrystalle und auch Augite umschließt. Gerade bei diesen Tuffen ist oft die pipernoartige geflamme Zeichnung zu beobachten, wenn sie auch wegen der gleichmäßig dunklen Farbe der Grundmasse und der Bimssteinpartien zunächst nicht auffällt. Der Gesamthabitus erinnert einigermaßen an den grauen kampanischen Tuff, nur ist dieser feinkörniger und zumeist auch heller.

Proben dieses Tuffes liegen mir vor von Eriwan, von Ani, aus dem obersten Teile des Pambaktales in der Nähe von Agh-Bulach,

sowie als Baumaterial von Jeruandakert¹⁾, das jedoch ebenfalls aus dem Arpatschaital stammt. Alle zeigen auch mikroskopisch eine so vollkommene Übereinstimmung, daß eine zusammenfassende Beschreibung angezeigt erscheint.

Was bei der mikroskopischen Betrachtung zunächst auffällt, ist die ausgezeichnete Aschenstruktur der eigentlichen Tuffmasse, die offenbar ganz aus zerkleinertem Bimssteinmaterial besteht. Die Feldspatkrystalle geben sich durchwegs als Plagioklas, der Auslöschung zufolge saurer Labrador, zu erkennen; massenhaft große Glaseinschlüsse, namentlich in den peripherischen Teilen, bezeugen ein beschleunigtes Wachstum. Von Pyroxenen sind beide Arten, meist etwa in gleicher Menge vertreten, zuweilen überwiegt auch der Hypersthen. Die Bimssteinmassen des Tuffes pflegen als Krystallauscheidungen nur winzige Plagioklas- und Pyroxenmikrolithen zu enthalten und auch diese nur spärlich, dagegen keine größeren Individuen. Die kompakten Gesteinsbrocken gehören typischen Pyroxenandesiten an von hyalopilitischer bis vitrophyrischer Ausbildung. Die Tuffe sind also als Pyroxenandesittuffe, in einigen Vorkommen, wenn man will, spezieller als Hypersthenandesittuffe zu bezeichnen, die mit den entsprechenden festen Gesteinsmassen des Gebietes die größte Verwandtschaft besitzen. Sie entsprechen offenbar den bei Abich²⁾ als „dunkle Tufflava des Alagez“ beschriebenen Massen, nur läßt die dort gegebene Abbildung (Taf. VII, Fig. 1), offenbar infolge zu großer Dicke des Schliffes, die Aschenstruktur nicht hervortreten.

b) Sonstige pyroxenandesitische Tuffe.

Den schwarzen Tuffen in Struktur und Zusammensetzung sehr nahe stehen eine Anzahl roter oder gelber, auch schwarz gefleckter Tuffgesteine, zumeist aus dem Gebiete des Alagös (Aragatz) oder doch nicht weit davon (Eriwan, Aschtarak, Jeruandakert). Namentlich im Schriff unterscheiden sie sich eigentlich nur durch die Farbe von jenem, doch fehlt ihnen die pipernoartige Zeichnung durch

¹⁾ Nach Angabe der Arzrunischen Etikette. Dieser Name ist auf keiner der mir zugänglichen Karten, einschließlich der betreffenden Sektion der großen russischen Generalstabskarte, zu finden. Nach hinterlassenen Tagebuchnotizen von Prof. Arzruni scheint der Ort zwischen Kulp und Igdır zu liegen.

²⁾ Geol. Forsch., II, 358.

parallele Bimssteineinschlüsse. Auch sie dürften zum Teil unter die Rubrik der Abichschen „Tufflava“ fallen, wie denn Beschreibung und Abbildung der „roten Gesteinsmodifikation“ der „Tufflava des Alagez“ (l. s. c.) sehr gut mit meinen Stücken übereinstimmt, auch läßt das betreffende Bild (Taf. VII, Fig. 2) hier deutlich die „Aschenstruktur“ erkennen.

c) Amphibolführender Tuff von Ani.

Gewisse gelbe, zum Teil auch rote Tuffe, die in den Profilen des Arpatschaitales, bei Ani und an anderen Orten in beträchtlicher Mächtigkeit auftreten, unterscheiden sich in mehrfacher Hinsicht von den schwarzen und roten Pyroxenandesittuffen. Am auffälligsten ist die Armut an makroskopischen Krystallen. Im übrigen enthalten sie wie jene, in der feinklastischen Grundmasse reichlich größere Stücke gelben Bimssteins und eckige Fragmente dichter Gesteine. Je nachdem die Bimssteinteile flach und parallel geordnet sind oder in unregelmäßiger Form und Verteilung auftreten, wird der Habitus ein pipernoartig geflammt oder mehr dem gewöhnlichen gelben kampanischen bzw. Posilipptuff ähnlich.

Untersucht wurden solche gelbe und rote Tuffe von Ani und gelber Tuff von Goschawank. Die beiden Tuffe von Ani haben flache parallele Bimssteineinschlüsse und infolgedessen geflammtes Aussehen. Die gelbe Abart entspricht jedenfalls Abichs „isabellfarbigem Tuff vom Aladja“, der in dem früher gegebenen Profile am Talgehänge infolge seiner Festigkeit in steilem Abbruch unter dem schwarzen hervortritt und der auch das Hauptbaumaterial für die etwa tausendjährigen Ruinen der alten armenischen Hauptstadt geliefert hat. Bei der roten Varietät ist die „pipernoide“ Struktur weniger deutlich, sonst ist sie der gelben sehr ähnlich. Es ist dies jedenfalls der von Abich in dem oben wiedergegebenen Profil von Ani mit c bezeichnete „braunrote“ Tuff, der sich nur lokal zwischen den gelben und den schwarzen Tuff einschleibt. — Der gelbe Tuff von Goschawank unterscheidet sich von diesen äußerlich durch den völligen Mangel an Parallelstruktur und die unregelmäßige Form seiner Bimssteinstücke. Über seine Lagerungsverhältnisse vermag ich nichts Näheres zu sagen, da das Stück der Arzrunischen Kollektion angehört; nach Angabe des Tagebuches ruhen auch hier die Tuffe auf älteren Basalten.

Mikroskopisch zeigen alle drei Vorkommen übereinstimmendes Aussehen: Aschenstruktur ist bei ihnen nicht oder nur undeutlich entwickelt; größere Krystalle sind selten. Im Tuff selbst treten von solchen nur auf Plagioklas und braune, pleochroitische Hornblende. Die festen Gesteinsbruchstücke erweisen sich auch hier als Pyroxenandesite, sind aber wohl sicher als fremde Einschlüsse zu betrachten.

Diese Tuffe hätten demnach, abweichend von den unter *a* und *b* betrachteten, als Hornblendeandesittuffe zu gelten und sind vermutlich auch auf einen anderen Ursprung zurückzuführen als jene.

Basalte.

Die basaltischen Gesteine im weiteren Sinne, wozu nach früher Gesagtem außer eigentlichen Basalten auch die basaltähnlichen, basischen Augitandesite gerechnet werden, nehmen im System der kaukasischen Eruptivformationen eine selbständige und sehr bezeichnende Stellung ein. Über ihre horizontale Verbreitung an der Oberfläche belehrt ein Blick auf die das große Werk Abichs begleitenden geologischen Karten. Man sieht hier, daß Gesteine dieser Gruppe namentlich im nördlichen Teile des armenischen Hochlandes — auf dem Plateau von Achalkalaki, im Flußgebiete des Chram, ferner auf dem den Goktschaisee im Südwesten begrenzenden Plateau von Agmangan — weite Räume einnehmen. Allerdings sind auf diesen Karten auch die kieselsäurereichen Augitandesitlaven, wie z. B. diejenigen des Araratsystems unter der gleichen Signatur begriffen. Muß man also einerseits solche Vorkommen in Abzug bringen, so ist andererseits zu berücksichtigen, daß das Verbreitungsgebiet der basaltischen Ergüsse vielfach größer ist als die Karte erkennen läßt, da sie häufig an der Oberfläche von jüngeren Bildungen, namentlich Tuffen, bedeckt nur in den Talschluchten (Arpatschai, Abaran, Sanga u. a.) zum Vorschein kommen.

In ihrer morphologischen Erscheinungsweise sind die Gesteine dieser Gruppe charakterisiert durch das Überwiegen der horizontalen Dimension. Sie treten also vorzugsweise in Form weit ausgebreiteter Ströme und Decken auf, denen gegenüber die Entwicklung in vertikaler Richtung zu eigentlichen Vulkanbergen ganz zurücktritt. In diesem Verhalten bilden die Gesteine dieser Gruppe den geraden

Gegensatz zu den früher besprochenen sauren Andesiten und Daciten, von deren räumlichem Verhalten das Gegenteil gilt.

In dieser vorherrschend horizontalen Entwicklung bilden die basaltischen Gesteine — zusammen mit den Tuffablagerungen — einen ganz wesentlichen Faktor beim Aufbau der für die Bodengestaltung Armeniens so charakteristischen Plateaulandschaften.

Die Eruption dieser so außerordentlich ausgedehnten deckenförmigen Gesteinsmassen dürfte, wie auch Abich mehrfach hervorhebt (z. B. Geol. Forsch., II, 32, 168 u. a. O.) größtenteils nicht durch Vermittlung der relativ unbedeutenden Vulkanberge der basaltischen Periode, sondern vielfach wohl direkt aus Spalten, also als eigentliche „Massenergüsse“ stattgefunden haben.

Der Entstehungszeit nach scheinen diese basaltischen Ergüsse das letzte Glied in der Eruptionsfolge Armeniens darzustellen, wie überhaupt in der Entwicklung der jungvulkanischen Bildungen des Landes nach Abich — abgesehen von Ausnahmen mehr lokaler Natur, wie z. B. die Obsidiane — im großen und ganzen ein Fortschreiten von sauren zu kieselsäureärmeren Massen erkennbar ist. Mit dieser allgemeinen Regel im Einklang steht auch die innerhalb der basaltischen Gesteinsgruppe selbst zu beobachtende Reihenfolge in Einklang: diese zerfällt nämlich in eine ältere und eine jüngere Gruppe; nur in der letzteren scheinen echte Basalte vorzukommen, während die vorliegenden Gesteine der älteren Gruppe — z. B. aus dem früher besprochenen Profil von Ani — richtiger als (basaltähnliche) Augitandesite zu bezeichnen sind.

1. Die ältere Gruppe (basaltische Augitandesite).

Von den älteren Gliedern des Systems basischer Eruptivdecken Hocharmeniens liegen mir leider nur Stücke einer einzigen Lokalität vor, nämlich der Augitandesit vom Grunde der Arpatschaischlucht bei Ani (s. o.). Das Gestein erscheint hier, wie erwähnt, in Form mehrerer, einander regelmäßig überlagernder Decken oder Ströme, die durch ihre Schlackenhüllen deutlich voneinander abgegrenzt sind. Das dichte Innere dieser Decken, in dem nur vereinzelte, flachgedrückte, zum Teil mit Neubildungen erfüllte Hohlräume auftreten, zeigt eine schmutzig graue, fleckige Farbe, die schlackigen äußeren Teile sind rot oder auch schwarz und rot marmoriert und es nehmen hier die Hohlräume von zirka 2—3 mm Durchmesser

etwa die Hälfte des Gesamtvolums ein. (Das spezifische Gewicht eines Stückes der dichten Varietät wurde, angenähert, zu 2·6 bestimmt; ein schlackiges Stück von 53 g hatte ein Volum von 42 cm³, während der Gesteinsmasse bei $D = 2·6$ nur 20·4 cm³ zukommen würden, also besteht etwa die Hälfte aus Hohlräumen.) Krystallauscheidungen sind in beiden Abarten nicht zu erkennen. Das mikroskopische Bild der dichten Lava ist ein ziemlich eintöniges. Einsprenglinge fehlen fast gänzlich; nur ganz vereinzelt treten etwas größere Plagioklase und Augite auf, die aber im Verhältnis zur Grundmasse völlig verschwindend sind. Diese Grundmasse erscheint in der Hauptsache krystallin entwickelt, bestehend aus kleinen kurzen Plagioklasleistchen, zwischen denen reichlich ziemlich gut ausgebildete Krystallkörnchen von Augit eingestreut sind. Magnetit, in eckigen Körnern und Krystallen, ist in mäßiger Menge zugegen. Daneben erscheint, gleichmäßig verteilt, ein feiner opacitischer Staub, wahrscheinlich als Imprägnation der direkt nicht erkennbaren Basis. Die Auslöschungsschiefe der mikrolithischen Plagioklase war bei deren Kleinheit und dichter Zusammenhäufung nicht gerade leicht zu bestimmen; es ergaben sich Maxima von $\pm 20^{\circ}$ — 25° , bei den wenigen Einsprenglingen solche von 30° — 32° (Zone \perp 010). Das Mischungsverhältnis der Grundmasse-Individuen würde also — nach Michel-Levy — $Ab_1 An_1$ (Labrador) sein, das der Einsprenglinge etwa zwischen $Ab_1 An_1$ und $Ab_3 An_4$ liegen.

Andere Gemengteile wurden im Schliß nicht beobachtet; es fehlt also vor allen Dingen der Olivin. Daher scheint mir die Bezeichnung „basaltähnlicher Augitandesit“ die passendste für das vorliegende Gestein, wenn man es nicht als „olivinfreien Basalt“ betrachten will.

Auf dasselbe Vorkommen: „ältere basaltische Lava von Ani am Arpatschai, das Flußbett bildend“ bezieht sich die von Becke in dem Abichschen Werke¹⁾ gegebene Beschreibung. Von dem mir vorliegenden unterscheidet es sich durch seine „deutliche Intersertalstruktur“, bezüglich deren es mit der Doleritlava der Hochebene von Achalkalaki in Parallele gestellt wird, sowie durch das allerdings nur „ziemlich spärliche“ Auftreten von Olivin. Der Unterschied ist offenbar nicht sehr erheblich, zeigt aber die Hinneigung des

¹⁾ Geol. Forsch. etc., III, 121, Nr. 57.

ganzen Vorkommens zum Basalt, wozu ihn denn auch Becke mit der speziellen Bezeichnung „Anamesit“ stellt.

Das Gestein der schlackigen Hülle desselben Stromes zeigt zunächst eine reichlichere Beteiligung von rauchgrauer feingekörnelter Glasbasis, in der die hier gut ausgebildeten, an den Ecken skelettartig ausgezackten Plagioklasleisten in fluidaler Anordnung eingebettet sind. Der dazwischen eingestreute, nicht sehr reichliche Augit bildet Körnchen und kurze Säulehen von unvollkommener Krystallentwicklung. Als Einsprenglinge erscheinen dieselben Minerale ebenso untergeordnet wie bei der dichten Gesteinsausbildung. Außerdem finden sich einige Krystalldurchschnitte, die im Umriss an Olivin erinnern, jedoch ohne Einwirkung auf das polarisierte Licht sind; falls sie wirklich veränderten Olivin darstellen, ist ihr Vorkommen doch zu vereinzelt, um für den Gesteinscharakter maßgebend zu sein. Die beobachteten Auslöschungsschiefen der Plagioklasmikrolithen, Maxima von 25° — 30° , deuten ähnlich wie in der kompakten Varietät auf Labrador ($Ab_1 An_1$ — $Ab_3 An_4$).

Äußerlich ähnliche andesitische Gesteine wurden ebenfalls bei Ani an der Oberfläche umherliegend gefunden, so daß ihre geologischen Beziehungen unbestimmt bleiben. Diese völlig dichten, fast einsprenglingsfreien Gesteine erweisen sich zusammengesetzt aus Plagioklas und Pyroxen, beide in gestreckten Formen als Leisten und Säulehen einer stets reichlich vorhandenen, dunkel rauchgrauen Basis in paralleler Anordnung eingelagert. Diese Basis zeigt in manchen Schlifften eine verschwommene, an mikrofelsitische Entglasung erinnernde Aggregatpolarisation. Die Auslöschungsschiefe der Plagioklase bewegt sich um 20° , im Maximum 25° , und deutet auf sauren Labrador resp. Andesin. Unter den Pyroxenen ist sowohl monokliner wie rhombischer (Hypersthen) vertreten, letzterer meist durch Verwitterung rostrot gefärbt, während der Augit der Zersetzung besser widerstand und in der Hauptsache frisch und farblos geblieben ist. — Diese Gesteine sind also echte (nicht basaltische) Pyroxenandesite.

2. Die jüngere Gruppe (eigentliche Basalte).

Echte Basalte, mit reichlicher Olivinführung, scheinen unter den vulkanischen Bildungen des armenischen Hochlandes eine ziemlich weite Verbreitung zu besitzen. Es liegen mir Proben vor von der Westseite des Goktscha-Sees, von Eriwan, von verschiedenen Punkten des

Alagös-Plateaus, von Jeruandakert, aus den Flußgebieten des Debeda, Chram und Alget etc. Aus der Literatur ist zu ersehen, daß ähnliche oder gleiche Gesteine auch in anderen Teilen Hocharmeniens häufig auftreten, so namentlich auf dem Plateau von Achalkalaki.¹⁾ Bei ihnen ist die charakteristische deckenförmige Lagerung besonders ausgesprochen, wie man allenthalben an den die Hochebenen durchfurchenden Talschluchten beobachtet; oft zeigen die nicht selten in mehrfacher Wiederholung einander überlagernden Decken schöne Säulenabsonderung, wie z. B. am Steilufer des Sangi bei Eriwan u. a. O.

Abich²⁾ unterscheidet noch innerhalb dieser Deckenbasalte auf dem Plateau von Achalkalaki eine ältere Lava „von trachydoleritischem Habitus“ und eine sie durchbrechende „rein doleritische“.

Alle bisher bekannt gewordenen Basalte Armeniens sind Feldspatbasalte, teils von feinkörniger, teils von doleritischer Ausbildung. Die letztere scheint vorzuherrschen. Auch Becke bezeichnet die Mehrzahl der von ihm untersuchten Basalte als Dolerite, so die Laven des Plateaus von Achalkalaki (l. c. Nr. 53 und 54), die Lava des Hochlandes von Schubaret (Nr. 55), die Lava von Maraldag bei Pandewan (Nr. 56), sowie auch — mit einem gewissen Vorbehalte — das Gestein des Algettales (Nr. 58). Unter den mir vorliegenden Gesteinen gehören hierher: eine Lava von Achalkalaki, eine andere von Goschawank, Stücke von Djelal Oglu und das Algetgestein.

In ihrer Mineralzusammensetzung und Ausbildung entsprechen diese Gesteine so vollkommen normalen Doleriten und speziell solchen, wie von den gleichen Fundorten bereits beschrieben, daß in dieser Beziehung wenig zu sagen bleibt.

Bei vollkommen krystalliner Entwicklung ist fast stets die charakteristische ophitische oder Intersertalstruktur deutlich ausgeprägt. Die einzelnen Mineralbestandteile zeigen kaum irgend welche bemerkenswerten Eigentümlichkeiten. Die großen, in der Regel sehr reinen, einschlußfreien Plagioklasleisten erweisen sich zumeist durch ihre beträchtliche Anslöschungsschiefe — im Mittel etwa 35° — als

¹⁾ Abich, Geol. Forsch., III., 26 f.; die zugehörigen petrographischen Beschreibungen von Becke *ibid.* 118 f. Ferner Roth, *Allg. u. chem. Geol.*, II, 355, *Mitt. v. Arzruni*; Muschketow, *Zeitschr. d. russ. min. Ges.*, 1893; Melnikow, l. c.

²⁾ Geol. Forsch., III, 27 u. 29, auch 59.

ziemlich basische Glieder der Reihe. Der Augit ist meist von gelblich oder bräunlichgrauer Farbe; die sonst in Doleriten häufigen violetten Töne, die man mit einem Titangehalt in Verbindung zu bringen gewohnt ist, wurden hier kaum gefunden. Der Olivin ist meist reichlich vorhanden; vorwiegend in großen, automorphen, aber vielfach stark korrodierten Krystallen. Das Erz zeigt vielfach die für den Ilmenit charakteristische Tafel-, also im Schnitt Leistenform. Akzesorisch tritt zuweilen Apatit in größerer Menge auf.

Achalkalaki: Ein ziemlich grobkörniges Gestein; den vorherrschenden Bestandteil bilden große, breite Plagioklasleisten. Demnächst folgt der gelblich graue Augit in ziemlich großen Krystallkörnern, die Räume zwischen den Plagioklasleisten erfüllend, dabei aber doch noch vielfach selbständige Krystallbegrenzung aufweisend. Weniger reichlich ist hier der Olivin. Er erscheint in Form großer, meist gerundeter Körner, seltener mit besserer Formausbildung und ist fast völlig frisch. Außerdem ist Magnetit oft in zierlichen verästelten Wachstumsformen vorhanden, jedoch nicht eben reichlich, daneben und vielleicht noch häufiger die leistenförmigen, opaken Querschnitte, die als Ilmenit gedeutet werden. Braun durchscheinende, oft deutlich hexagonale Täfelchen mit lebhaftem buntem Metallglanz werden dem Hämatit angehören. Recht reichlich sind ferner die feinen, oft büschelförmig verbundenen Krystallnadeln, die als Apatit angesprochen werden, obwohl ihr optischer Charakter infolge Über- oder Unterlagerung durch andere Mineralsubstanz meist nicht erkennbar ist. — Reste glasiger Basis finden sich nur in sehr geringer Menge zwischen den Krystallbestandteilen.

Die Struktur ist als ophitisch oder intersertal zu bezeichnen, jedoch nicht in typischer Ausbildung, da der Augit, wie aus dem Gesagten hervorgeht, gegenüber dem Plagioklas eine verhältnismäßig große Selbständigkeit zeigt, ein Verhalten, das eine Annäherung an hypidiomorph körnige Struktur bedingt. Die vorliegende Probe unterscheidet sich somit strukturell von den von Becke beschriebenen Doleritlaven von Achalkalaki, welche teils deutlich porphyrische, teils typisch entwickelte Intersertalstruktur zeigten; auch scheinen jene Proben glasreicher gewesen zu sein.

Djelal-Oglu: Ein echter Dolerit; dunkelgraues bis schwarzes Gestein mit großen, langgestreckten Blasenräumen; deutlich krystallinisch körnig, jedoch ohne größere Ausscheidungen. Im Schlift

zeigt sich typische Intersertalstruktur, indem die grauen Augite als Ausfüllung der zwischen den divergentstrahligen Plagioklasleisten verbleibenden Räume erscheinen. Olivin ist sehr reichlich vorhanden und erscheint auch zum Teil in ziemlich großen Krystallen, die dann oft tiefe Einbuchtungen zeigen, aber doch kaum mit dem Charakter eigentlicher Einsprenglinge. Die Zersetzung zu gelbroter, faseriger Substanz (Serpentin mit Limonit imprägniert) ist nur bei den kleineren Individuen vollständig, bei den größeren beschränkt sie sich auf eine ziemlich dünne äußere Schicht. Zum Olivin sind wahrscheinlich auch gewisse braungelbe Krystallnadeln zu zählen, am Ende ausgefaserter und oft zu parallelen Gruppen vereinigt mit lebhafter Doppelbrechung und, so weit sich erkennen ließ, gerader Auslöschung. Sie scheinen mir übereinzustimmen mit den von Streng¹⁾ aus dem Dolerit von Londorf beschriebenen und abgebildeten. Wie diese werden sie oft von Ilmenitfädelchen quer durchsetzt. Ähnliche Bildungen hat auch Doss²⁾ aus den Basaltlaven des Hauran beschrieben. Auch Augit erscheint in ähnlichen feinen Krystallnadeln, die sich aber durch ihre mehr grünliche Farbe und deutlich schiefe Auslöschung unterscheiden. — Magnetit, in Einzelkrystallen und zu ästigen Gruppen verbunden, und Ilmenit treten auch hier in wechselnder Menge nebeneinander auf. Schließlich sind auch Büschel feinsten, wahrscheinlich zum Apatit gehöriger Krystallnadeln zu erwähnen. Glasbasis fehlt nahezu ganz.

Goschawank: Schwarzes, krystallinisch körniges Gestein, mit vereinzelt größeren und kleineren Blasenräumen, diese zum Teil mit sekundären Bildungen ausgekleidet. Auch im Schliff ist der Habitus doleritisch, etwas feinkörniger als bei den bisher besprochenen Vorkommen. Als Ausfüllung in dem Maschenwerk der Plagioklasleisten erscheint hier in größerer Menge ein grünliches faseriges Aggregat, das wohl als umgewandelte Glasmasse zu deuten ist, daneben Augit, hier von bräunlicher, schwach ins Violette spielender Farbe, vielfach von den Plagioklasleisten durchstoßen. Olivin, in kleinen ziemlich frischen Körnern, ist hier entschieden spärlicher als z. B. im Gestein von Djelal Oglu. Von Erz scheint nur Magnetit vorzukommen und auch dieser nicht eben reichlich.

¹⁾ Über den Dolerit von Londorf. Neues Jahrb., 1888, II, pag. 195.

²⁾ Diese Mitt., VII, 485.

Algettal (ohne nähere Fundortbezeichnung): Wiederum ein echter Dolerit, in allen wesentlichen Punkten übereinstimmend mit dem Gestein von Djelal Oglu. Das von Becke beschriebene „Hauptgrundgestein des Algettales bei Nakula Kewi“ war stark zersetzt, so daß Becke es nur mit Vorbehalt — unter Voraussetzung tertiären Alters — als Dolerit bezeichnen möchte. Vielleicht gehörte dieses einer älteren Gruppe an, die auch im Gebiet des Debedatschai, Chram und Alget die Unterlage der jüngeren Eruptivformationen bildet, ähnlich wie im Profile des Arpatschai. Die mir vorliegende Probe gibt zu solchen Zweifeln keinen Anlaß; sie entstammt jedenfalls der oberflächlichen, jungen Basaltdecke. Es ist das Gestein, das in der ganzen Umgegend, namentlich auch in Tiflis als „Algestein“ (Algetschi Kamen) bekannt, ausgedehnte Anwendung findet.

Gewöhnliche Basalte von nicht doleritischem Habitus sind durch folgende Vorkommen vertreten.

Westufer des Goktscha-Sees: Rötlich graues, fein marmoriertes Gestein mit flachgedrückten, etwas langgezogenen Blasenräumen ohne makroskopische Einsprenglinge. Auch u. d. M. treten nur wenige und ziemlich kleine Einsprenglinge von Plagioklas und Augit hervor, etwas häufiger größere Olivine in gut ausgebildeten Krystallen. Durchaus vorherrschend ist jedenfalls die Grundmasse. Sie ist nahezu vollkrystallin entwickelt; ihr Hauptbestandteil sind ziemlich große Plagioklasleisten in fluidaler Anordnung, dazwischen kleine, unregelmäßige Körnchen von Augit, sowie Olivin und Magnetit. Das Gestein ist echter Basalt; die rote Farbe erklärt sich aus der beginnenden Zersetzung des Olivins.

Achta: Tief schwarzes, stark poröses, fast schlackig zu nennendes Gestein, in dessen Grundmasse makroskopisch kleine Einsprenglinge von Plagioklas, seltener Augit, sowie auch vereinzelt Quarzkörnchen zu erkennen sind. — Im Schliß herrscht die Grundmasse bei weitem vor. In einer rauchgrauen, mit körnigen und trachitischen Entglasungsprodukten erfüllten Basis liegen ziemlich große rechteckige oder breit leistenförmige Plagioklasmikrolithen, meist skelettartig ausgezackt, mit 30—35° Auslöschung, dazwischen runde Augitkörnchen sowie eckige Körner von Magnetit nicht gerade reichlich. Die Basis ist erfüllt von feinerem Magnetitstaub, der zu ästigen und gestrickten Formen zusammentritt. Unter den Einsprenglingen ist der Plagioklas nicht besonders häufig. Er besitzt voll-

kommene Krystallausbildung, ist aber meist stark verunreinigt durch Grundmasse, die als dichtes Netzwerk namentlich das Innere erfüllt. Auch hier wurde als Maximum der Auslöschung etwa 35° gefunden. Augit erscheint hier als Einsprengling nur ganz vereinzelt und in kleinen Individuen. Ziemlich reichlich dagegen ist Olivin vorhanden in scharfen, völlig frischen Kryställchen. Die erwähnten Quarzkörner (Einschlüsse) sind von den üblichen Augitsäumen umgeben.

Eine andere Lava desselben Fundortes unterscheidet sich durch hellere Farbe, geringere Porosität und Abwesenheit makroskopischer Ausscheidungen. Vereinzelt fand sich auch hier ein Quarzkorn mit dünner grüner Augithülle. Im Schliß fehlen Einsprenglinge, mit Ausnahme des auch hier wieder ziemlich häufigen Olivins, fast gänzlich. Die Grundmasse besteht aus feinen Plagioklasleisten (Ausl. ca. 25°) in fluidaler Anordnung, zwischen denen die gleichfalls sehr kleinen Augitkörner eingestreut sind. Magnetit ist ziemlich reichlich. Das ganze wird durchtränkt von rauchgrauer Basis; außerdem finden sich größere Tümpel braunen, körnigen Glases in ziemlich gleichförmiger Verteilung.

Im Prospekt der Ararat-Exkursion des VII. internat. Geologen-Kongresses ist das herrschende vulkanische Gestein dieser Gegend als Augitandesit bezeichnet; ich kann die drei soeben besprochenen, durchweg reichlich Olivin führenden Proben nur als Basalt ansehen.

Ilantschalan: Schwarzgraues Gestein mit ziemlich großen, langgestreckten annähernd zylindrischen Hohlräumen. Als Einsprenglinge sind makroskopisch zu erkennen: kleine Plagioklase, Olivin und Augit. — Das mikroskopische Bild deckt sich fast genau mit den von Achta beschriebenen Gesteinen, nur sind — entsprechend dem makroskopischen Befunde — die Einsprenglinge hier etwas reichlicher. Die Auslöschungsschiefe beträgt bei den Plagioklasen der Grundmasse ca. 30° , bei den Einsprenglingen steigt sie auf 35° und mehr. Ungewöhnlich ist das Vorkommen einzelner rhombischer Pyroxene, die stark korrodiert und von einem Saume kleiner Augit- und Olivinkryställchen umgeben sind. Es fragt sich, ob hier eine der magmatischen Korrosion verfallene ältere Ausscheidung oder ein fremder Einschluß vorliegt. Die Tatsache erinnert an das von Hibs¹⁾ beschriebene Vorkommen von Hypersthen in Quarzbasalt des Kau-

¹⁾ Diese Mitt., XVII, 286.

kasus, doch waren diese von einer einheitlichen Hülle monokliner Substanz umgeben. Auch Riva¹⁾ gibt von einem Basaltstrom des Alagös, bei Araisar (?), Hypersthen in Verwachsung mit Augit als häufigen Gemengteil an.

Jeruandakert: Schwarzes, etwas schlackiges Gestein mit zahlreichen Plagioklas- und Olivineinsprenglingen. Der Schriff zeigt eine mit den vorgehenden fast völlig übereinstimmende Ausbildung. Unter den Einsprenglingen ist der Plagioklas weitaus am häufigsten; seine Krystallform ist vollkommen, seine Substanz dagegen durch eingeschlossene Basis meist stark verunreinigt, auch Augit ist ihm häufig eingewachsen. Nach dem optischen Verhalten (30—35° Auslöschungsschiefe, bei 20—23° Differenzen in den kombinierten Albit- und Karlsbader Zwillingen) liegt, wie auch bei Achta und Ilantschalan, basischer Labrador vor. Nächst dem Plagioklas ist Augit, von blaßgelber Farbe, der häufigste Einsprengling; seine Größe übersteigt kaum 0.5 mm. Die gut ausgebildeten, völlig frischen Olivinkrystalle sind, wenn auch nicht gerade besonders reichlich, so doch in gleichmäßiger Verteilung und in genügender Menge vorhanden, um die Basaltnatur des Gesteins zu bestätigen. Die Grundmasse ist, wie in vorher angeführten ähnlichen Vorkommen, reichlich mit rauchgrauer Basis durchtränkt, daher die Ausbildung als hypokrystallinporphyrisch zu bezeichnen. In dieser mit feinem Staube teils opaker, meist aber bei starker Vergrößerung gelblich durchscheinender Körnchen und ähnlicher stabförmiger Entglasungsprodukte erfüllten Basis liegen in regelloser Anordnung, also nicht fluidal, massenhaft Plagioklasleistchen, kleine Augite sowie eckige Krystallkörner von Magnetit. Die mikrolithischen Individuen des Plagioklas sind vielleicht ein wenig, aber nicht erheblich saurer als die Einsprenglinge, da ihre Auslöschungsschiefe meist 30° nicht übersteigt.

Eriwan: Zwei Proben der Basaltdecke am Sangi-Ufer. Dies eine ein schwarzes, nahezu kompaktes Gestein mit nur vereinzelt größeren Hohlräumen, die andere, bedeutend hellere besitzt zahlreiche Blasenräume, deren Wände mit einem krystallinen Überzug auf Plagioklas- und Quarzkryställchen sowie braunen, metallisch glänzenden Biotitblättchen bedeckt sind. Makroskopische Einsprenglinge fehlen beiden Varietäten. U. d. M. erweisen sich beide überein-

¹⁾ L. c. pag. 20.

stimmend als olivinarme, einsprenglingsfreie Basalte, wesentlich nur durch die strukturelle Ausbildung verschieden. Das dunkle Gestein ist reich an rauchgrauer, körniger Glasbasis, wogegen sich die hellere Varietät fast vollständig krystallin entwickelt zeigt. Trotz des verhältnismäßig geringen Olivinegehaltes möchte ich beide, offenbar eng zusammengehörige Gesteine doch noch zum Basalt rechnen, immerhin könnte hier vielleicht auch die Bezeichnung Augitandesit in Frage kommen. •

Auf die zu Anfang dieser Beiträge¹⁾ als besondere Gruppe angeführten Gesteine der trachytischen Lakkolithe im nördlichen Vorlande des Kaukasus näher einzugehen, versage ich mir, weil ich einerseits nur über ein sehr beschränktes Material dieser Vorkommen verfüge und weil andererseits inzwischen von Cohen²⁾ eine petrographische Charakteristik der betreffenden Gesteine gegeben ist, der ich nichts hinzuzufügen wüßte.

Zusammenfassung.

Übersehen wir zum Schluß noch einmal die ganze Reihe der beschriebenen jungvulkanischen Gesteine des zentralen Kaukasus und Armeniens, so tritt uns, namentlich wenn wir auch das in der Literatur niedergelegte Beobachtungsmaterial zu Hilfe nehmen, unverkennbar das Bild einer scharf ausgeprägten petrographischen Provinz entgegen. Es sei deshalb gestattet, das bereits eingangs Angedeutete jetzt etwas weiter auszuführen.

Sehen wir ab von den offenbar eine Sonderstellung einnehmenden Obsidianen und lassen wir die zuletzt erwähnten trachytischen Lakkolithgesteine als außerhalb der Grenzen des hier in Betracht kommenden Gebietes unberücksichtigt, so bleiben uns zwei große Haupttypen:

1. Der saure, vom Dacit bis zum SiO_2 -reichen Pyroxenandesit.

2. Der basische, der die Basalte und basaltischen Augitandesite umfaßt.

Jener enthält die Gesteine der großen Vulkanberge (Elbrus, Kasbek, Ararat, Zentralteil des Aragatz u. a.) sowie eine Reihe

¹⁾ Diese Mitt., XIX, 221.

²⁾ Kontakterschein. a. d. Liparit-Lakkolithen der Gegend von Pjatigorsk im nördl. Kaukasus. — Mitt. d. nat. Ver. f. Neuvorpommern u. Rügen, 31, 1899.

kleinerer Kuppen (Djadjur, Borjom etc.), die vermutlich als Gang- und Stockbildungen aufzufassen sind. Der zweite Typus ist das Gestein der ausgedehnten Effusivdecken und -ströme. Wahrscheinlich entsprechen beide, wenigstens der Hauptsache nach, zwei verschiedenen Eruptivperioden, von denen die ältere die saueren Produkte lieferte. Soweit die Unterschiede.

Gemeinsam ist beiden Gruppen die Zugehörigkeit zu der Ca-(Mg-) Fe-Reihe alkali-, namentlich K-armer Magmen. Dieser chemische Charakterzug scheint im ganzen zentralkaukasisch-armenischen Eruptivgebiet mit größter Bestimmtheit ausgeprägt. Es folgt daraus das nicht minder bezeichnende negative Merkmal der „Provinz“: jungvulkanische Gesteine der Alkalireihe, speziell K_2O -reiche, scheinen, soweit sich bis jetzt übersehen läßt (außer den Obsidianen), völlig zu fehlen. Echte Trachyte sind bisher aus dem ganzen Gebiete kaum bekannt geworden, ebensowenig Phonolithe und verwandte Gesteine.

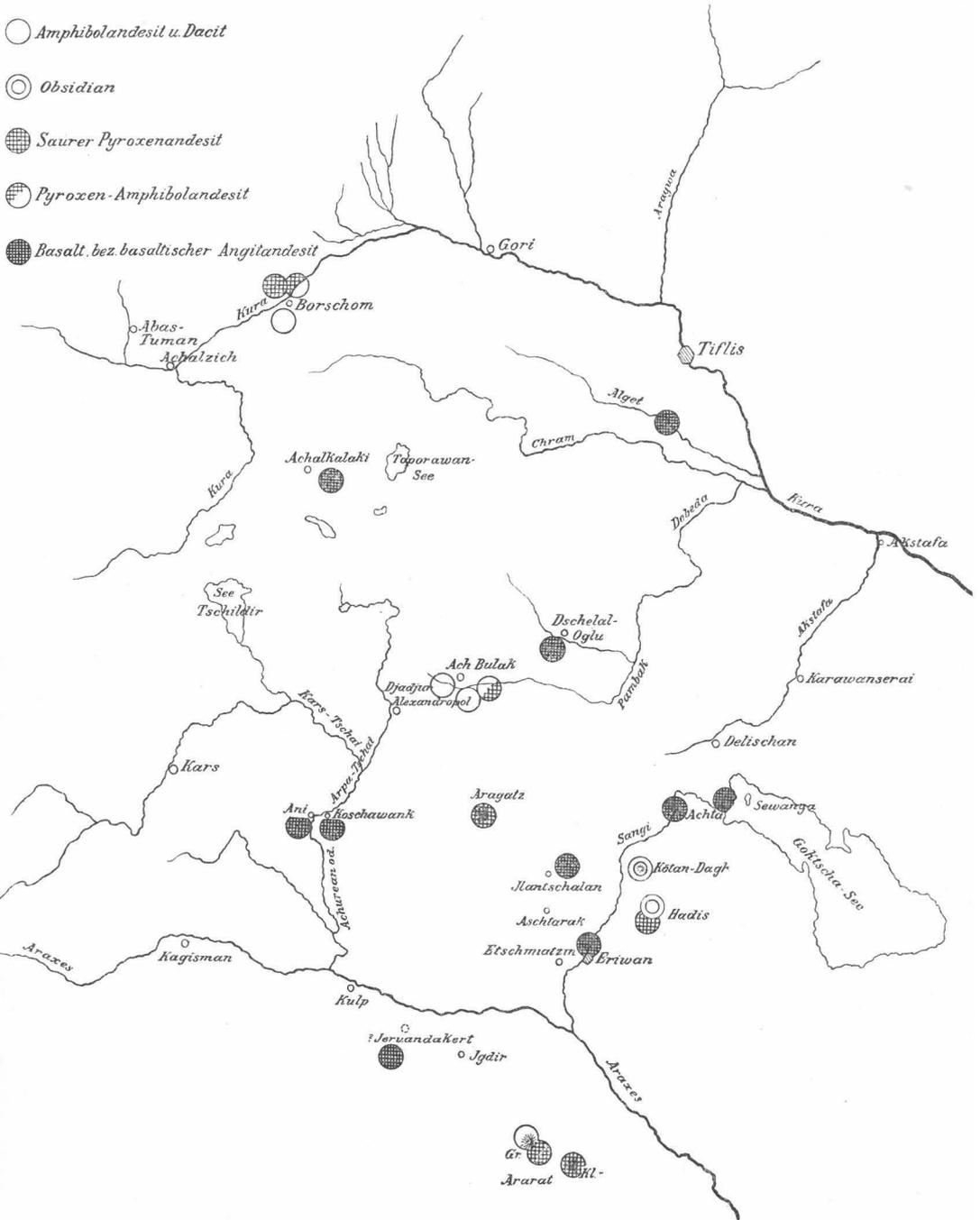
Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß in dem weiten, immer noch verhältnismäßig wenig bekannten Gebiete auch solche Gesteine noch gefunden werden, doch kann ihr Fehlen in dem gesamten bisher bekannten, doch bereits recht stattlichen Material unmöglich auf Zufall beruhen.¹⁾ Es ist hierbei natürlich im Auge zu behalten, daß früher manches als Trachyt, Quarztrachyt etc. bezeichnet wurde, was wir heute nicht mehr dazu rechnen²⁾, seitdem neuere Methoden, namentlich die bequeme Benutzung der Lichtbrechungsunterschiede

¹⁾ Wie bereits an anderer Stelle erwähnt, hatte ich seit Veröffentlichung des ersten Teiles dieser Beiträge durch die Freundlichkeit des Herrn Professor Karakasch Gelegenheit, dessen sehr umfangreiche längs der neuen Eisenbahnlinie Tiflis-Alexandropol-Kars gesammelte Gesteinssuite einer Durchsicht zu unterziehen. Die speziellen Ergebnisse werden an anderer Stelle Verwendung finden; hier darf ich soviel sagen, daß die obige Charakteristik des Gebietes dadurch ebenfalls bestätigt wird: unter hunderten von Schlifften fanden sich nur zwei oder drei, die durch Sanidgehalt eine stärkere Hinneigung zum Trachyt bekunden; unter diesen nur einer — ein Stück aus Tuff vom Berge Djadjur — der als wirklicher Trachyt bezeichnet werden könnte. — Es mag erwähnt werden, daß auch die alten Gesteine des Gebietes viele Ähnlichkeit mit den jungvulkanischen aufweisen, doch ist hier auch die Alkali- und speziell die Na-Reihe gut vertreten durch Granit-Syenit, Quarzporphyr und Keratophyr.

²⁾ In dieser Hinsicht möchte ich auch auf v. Ammons Bemerkungen über die Gesteine von Kum-Tube im Tschegemtal, A bichs „Quarztrachytformation“ verweisen. — „Petrogr. u. paläont. Bemerkungen über einige kaukasische Gesteine“ in Merzbacher, Aus den Hochregionen des Kaukasus, II, 791.

nach Becke, eine sichere Unterscheidung von Sanidin und Plagioklas gestatten.

In geologischer Beziehung ließen sich verschiedene Parallelen mit anderen Vulkangebieten ziehen. Auf die außerordentlich große Analogie mit der ecuatorianisch-columbianischen Region — wenigstens was die großen Vulkanberge und deren Produkte betrifft — wurde schon mehrfach hingewiesen, doch fehlen diesem Gebiete die basaltischen Deckenergüsse. Eine ähnliche Verbindung beider Eruptivformen wie in Armenien bieten verschiedene Gegenden Nordamerikas, z. B. der Nationalpark mit den angrenzenden Landstrichen, ferner auch wohl das Gebiet der „Columbia-Lava“ im äußersten Nordwesten der Union. — Für das sporadische Auftreten der Obsidiane scheint Island ein Seitenstück zu bieten. — So lockend indessen derartige Vergleiche auch erscheinen mögen, so kann doch ihr Wert, wenn es sich nicht um einigermaßen genau erforschte Gebiete handelt, immer nur ein zweifelhafter sein, weshalb wir den Gegenstand — ohne weitere Verfolgung solcher Analogien — hiermit verlassen wollen.



Tschermaks Min. u. petrogr. Mitteilungen.
Band 23, Heft 1.

Verlag von Alfred Hölder, k. u. k. Hof- und Universitätsbuchhandlung.
Wien 1904.