

Petrographische Untersuchungen an ostafrikanischen Gesteinen.

Von

A. Bodmer-Beder.

Nebst einer Tafel.

Herr Professor Dr. C. Keller in Zürich, der im Winter 1890/91 den Fürsten Eugenio Ruspoli von Rom auf seiner Expedition in die Somaliländer als Naturforscher begleitete, beehrte mich mit der petrographischen Untersuchung der von ihm auf dieser Reise gesammelten Gesteine.

¹⁾ Bevor ich auf die Einzelheiten der Untersuchung eintrete, ist es angezeigt, die geologischen Wahrnehmungen des Reisenden hier mitzuteilen.

Die Forschungsreise hatte ihren Anfang in der Hafensstadt Berbera am Meerbusen von Aden und nahm von da fast genau südliche Richtung gegen den Webbifluss.

Die zuerst überschrittenen Korallenriffe der Küstenzone bei Berbera lehnen sich an stark zerklüftete Berge der Urgebirgsformation an. Letztere besteht hier aus krystallinischen Schiefergesteinen, Gneissen, Hornblende- und Glimmerschiefern, die von feinkörnigen Ganggraniten

¹⁾ Einige der hier in der Einleitung mitgetheilten geologischen Notizen sind bereits in der Arbeit „Ueber Neocomian-Versteinerungen aus dem Somaliland von Prof. C. Mayer-Eymar“, Jahrgang 38, Heft 3 u. 4 dieser Zeitschrift angeführt. Des Zusammenhanges wegen habe ich dieselben hier wiederholt.

und Granitporphyren gang- und stockartig durchsetzt sind. Bei Mandera begann im Westen des etwa 1200 m hohen Gan Libach, einem der Ausläufer der von Abessynien herunter kommenden Gebirgszüge, der Aufstieg zu dem Passe von Dscherato. Eine sanfte Abdachung führt über Adadle in die weiten Steppen hinab.

Von den beiden Wegen nach dem Ogadeen wurde der östliche über Hahé, 2 Tagereisen von Adadle, genommen. Die Expedition durchschritt nun ein nur wenige hundert Meter über Meer liegendes Tafelland mit einzelnen wellenförmigen Erhöhungen. Es ist ein sogenanntes Uebergusstafelland, das sich über ganze Breitengrade erstreckt. Der Boden besteht aus einer Porphyridecke; der Porphyr, ein Mikrofelsit, wie meine Untersuchung bestimmt hat, besitzt viele Blasenräume, die mit Eisenerzen gefüllt sind. Durch Verwitterung des umgebenden Gesteins werden diese Erze frei, durch den Wind abgerollt und bedecken dann als Erzknollen bis auf Kopfgrösse oft stundenweit dicht besäet die Erdoberfläche.

Einige Tagereisen südlich von Lakeï hört die Porphyrfornation auf. Die Expedition betrat das Steppen-seengebiet, das geologisch durch seine Brackwasserbildungen bemerkenswert ist.

Um von da an den Webbi zu gelangen, hatte die Gesellschaft niedere, aus horizontal gelagerten Kalkfelsen der Neocomformation bestehende Anhöhen zu überschreiten. Die gleiche Fornation fand sich auch auf dem rechten Ufer des Webbi vor, wo ausgedehnte Lager weisser und farbiger Marmore angetroffen wurden.

Verschiedener Umstände wegen musste die Expedition hier ihre Rückreise antreten.

Herr Prof. Dr. Keller übergab mir folgende Gesteine and Mineralien zur Untersuchung:

Aus Adadle:

- 1) *Ganggranit*.
- 2) *Granitporphyr*, ein rötliches, grobkörniges Gestein, in dem Bruchstücke von grossen roten Feldspäten, die beginnende Kaolinisierung zeigen, Quarz und Biotit noch erkennbar sind.
- 3) *Muscovitgranit* in verwittertem Zustande. Das Gestein zeichnet sich aus durch die eingesprengten, bis 3 cm grossen weissgrauen Muscovit tafeln. Noch bemerkbar sind trübe sericitisierte Feldspatmassen (Plagioklas) und Quarz.
- 4) *Derben Quarz*, wie er gangartig in den Graniten vorkommt, farblos bis rötlich gefärbt.
- 5) *Feuerstein* von braungrauer Farbe, muscheligen Bruch, auf den Bruchflächen matt glanzlos, an den Kanten durchscheinend. (Dieses Gestein gehört wahrscheinlich in die Kreideformation des Steppenseengebietes.)

Aus Ogadeen:

- 6) Gelblich weissen pechsteinartigen Porphyr.
- 7) Grobkörnige schwarze Quarzitbreccie.
- 8) Feinkörnige rötliche do.
- 9) » grauschwarze do.
- 10) Breccie, aus Porphyr und Erz bestehend.
- 11) Erzknollen.

Steppenseengebiet:

- 12) Petrefaktenreiches, tuffartiges Thonkalkgestein.
- 13) Gips und Thongestein.
- 14) Derben Gips.
- 15) Rötlichen plattigen Gips zwischen Thonschichten, in denen drusenartig Gipskrystalle aufsitzen.
- 16) Weisser Fasergips.
- 17) Spätigen Gips, blättrig (Fraueneis).

18) Faseriges Steinsalz.

19) Alabaster.

Eingehend untersucht wurden No. 1, Ganggranit aus Adadle und No. 6 bis 11, die Gesteine aus dem Ogadeen. Bei dem übrigen Material wurde eine einlässlichere Untersuchung nicht vorgenommen, teils weil sie bei dem Material einfacherer Natur unnötig erschien, teils weil die Verwitterung und der defekte Zustand, sowie der Mangel genauerer Fundortsangabe der Gesteine eine Untersuchung von wissenschaftlichem Werte nicht zuließ.¹⁾

Die Resultate der eingehender untersuchten Gesteine folgen anbei.

No. 1. Ganggranit aus Adadle.

Fig. 1, 2, 3, 4.

Dieses massige, feinkörnige Gestein von fleischroter Farbe besteht aus rötlich weissem Feldspat, durchsichtigem farblosem Quarz und einzelnen wenigen dunkeln, durch das ganze Gestein zerstreuten Glimmern; ferner sind noch hie und da gelbliche Rostflecken bemerkbar.

Unter dem Mikroskop ergibt sich als **Mineralbestand**: Ca. 75% Feldspat, zum weitaus grössten Teil aus Mikroklin, wenig Orthoklas und einzelnen Plagioklasen bestehend, und ca. 20% Quarz.

Zwischen diesen Hauptgemengteilen und zum Teil als Einschlüsse in denselben liegen in spärlicher Anzahl

¹⁾ Die Litteratur über Gesteine der Somaliländer scheint noch spärlich zu sein; ich konnte hierüber nur die Arbeit „On some Rock Specimens from Somali Land by Miss C. A. Raisin“ Geolog. Magazine London 1888 auftreiben. Diese Publikation behandelt die Gesteine, welche Kapt. King 1886 auf einer Expedition im Norden des Somalilandes von Zejla aus nach dem Berge Eilo sammelte.

Nester und einzelne dunkle Biotitglimmer, Muscovit, Pyrit, Chlorit, Eisenglanz, Apatit, Zirkon und in grosser Menge ein unbestimmbarer Staub, wahrscheinlich Limonit.

Die **Struktur** des Gesteins ist holokrystallin. Mehr oder weniger abgerundete Quarzkörner bis zu 0,05 mm und noch kleinere, von denen viele als Einschlüsse in und zwischen den wesentlichen Komponenten vorkommen, geben dem Gestein stellenweise ein granophyrisches Aussehen, vide Fig 1 und 2.

Einzelne Parteen der Dünnschliffe zeigen eine ausgeprägte Mörtelstruktur. Grössere Feldspäte und Quarzindividuen liegen wie Mauersteine in einem feinkörnigen, einer Porphygrundmasse ähnlichen Gemenge derselben Minerale. Diese Erscheinung würde nach Rose n-busch auf eine geringe dynamometamorphe Gneissstruktur hinweisen. Eine deutliche Streckung ist makroskopisch nicht und mikroskopisch nur wenig bemerkbar; wohl aber finden sich Parteen, wo das feinkörnige Mineralgemenge sich in parallele Lagen anordnet. Einzelne Feldspäte verraten oft Druckwirkungen, wobei auch die Richtung des Druckes leicht erkennbar ist; vide Fig. 4. Mitte links; der Pfeil gibt die Druckrichtung an.

Die undulöse Auslöschung tritt bei der Untersuchung im polarisierten Lichte meist nur in schwachem Grade ein, was in ihren Ursachen wieder mit der oben erwähnten Erscheinung der Mörtelstruktur übereinstimmen würde.

Ueber die einzelnen Komponenten des Gesteins ergab die Untersuchung, was folgt:

Feldspäte: Es sind vertreten Mikroklin, Orthoklas und Plagioklas.

Der Mikroklin, aus dem wohl 75% der ganzen Feldspatmasse bestehen mag, verhält sich gegen seine Nachbarschaft allotriomorph. Er ist einsprenglingsarm, oft aber angefüllt von den durch seine Kaolinisierung und Sericitisierung entstandenen Zersetzungsprodukten. Die Gitterstruktur der Mikrokline wird dadurch schon bei der Untersuchung im gewöhnlichen Lichte bemerkbar. Hie und da erscheinen mikropegmatitische Ausscheidungen von Quarz und mikroperthitische Verwachsungen mit andern Feldspäten, so zeigt z. B. der bereits oben anlässlich der Druckwirkungen angeführte Feldspat (Mikroklin, Fig. 4, links) Verwachsung mit Albitlamellen. Ausser durch die Auslöschungsschiefe können diese Lamellen schon bei parallelen Nicols durch ihren höhern Brechungsexponenten gegenüber dem sie umgebenden Mikroklin bestimmt werden als Albit. Bei schiefer Beleuchtung des Dünnschliffes mittelst der Irisblende bemerkt man nämlich ein deutliches Hervortreten des Albites aus dem Mikroklin heraus. Der Unterschied der Brechungsexponenten der beiden Feldspäte beträgt nach Rosenbusch¹⁾ 0,112 und ist nach Becke²⁾ eine Differenz von 0,001 im Brechungsexponent der aneinander grenzenden Durchschnitte noch wahrnehmbar. Die Albitlamellen zeichnen sich gegen den Mikroklin meist auch durch ihre Reinheit aus; sie sind scharf abgegrenzt, nach beiden Enden allmählich in scharfe Spitzen verlaufend, die Breite beträgt circa 0,0043, die Länge 0,09 bis 0,24 mm; sie sind unter sich parallel und nach einer Zwillingsenebene des Mikroklines orientiert. Eine Anzahl der Lamellen er-

¹⁾ Rosenbusch, Hülftabellen für mikrosk. Mineralbest. in Gesteinen, Stuttgart 1888.

²⁾ Tschermak, min. und petr. Mitt., Band 13, Seite 387.

scheinen den krystallographischen Gesetzen gemäss geradlinig, andere geknickt und gekrümmt. Die Richtung der Knickung oder Krümmung dürfte mit der durch das Gestein gehenden Druck- oder Schubrichtung übereinstimmen. Daraus, dass nicht alle Lamellen dieselbe dynamisch erzeugte Erscheinung zeigen, wäre zu schliessen, dass die Bildung des Albites sowohl mit den Druckphänomenen zusammenhängen dürfte, als auch, dass mehrfach und nicht immer genau in derselben Richtung solche dynamische Vorgänge stattgefunden hätten.

Der Orthoklas ist in dem vorliegenden Gestein nicht stark vertreten. Bemerkbar machen sich Zwillinge nach dem Karlsbadergesetz, perthitische Verwachsungen mit Albit, wie beim Mikroklin. Er erscheint vielleicht eher zersetzt, als der letztere. Resultate dieses Vorganges sind ebenfalls Kaolin- und Sericitschuppen und -Leistchen, welche die Orthoklaskrystalle durchschwärmen.

Beim vergleichenden Studium der beiden Feldspäte taucht auch mir unwillkürlich der Gedanke auf, ob nicht doch der Mikroklin nur eine dynamometamorphe Umänderung des Orthoklases darstellt. Die chemische Zusammensetzung ist bekanntlich gleich, die Krystallform nahezu dieselbe. Bei der Untersuchung dieses Granites glaubt man alle Stadien der Umwandlung verfolgen zu können.

Plagioklase sind nur spärlich vorhanden. Die Auslöschungsschiefe bei einem derselben ergab auf der Fläche $OP(001)$ einen der Andesinreihe entsprechenden Winkel von $-2^{\circ}30'$. Sericitisierung, Verwachsungen mikroperthitisch mit andern Feldspäten und mikropegmatitisch mit Quarz sind auch hier häufig. Fig. 3 zeigt ein recht charakteristisches Bild einer derartigen Erscheinung. Aus einem Plagioklas heraus ragen nämlich in den Mikroklin

hinein blattartige Gebilde; ich halte diese Masse zum Teil für neugebildeten Orthoklas, während die wurzelartig eindringende Masse aus dem Unterschiede der Lichtbrechung zu schliessen aus Quarz bestehen dürfte.

Der Quarz ist meist ziemlich rein; er besitzt in den grösseren Individuen die bekannten, reihenweise angeordneten Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse der Granitquarze; als Mineraleinschlüsse nur wenige Apatite, Erze und Glimmer. Die grössern Quarze verhalten sich durchweg allotriomorph; viele zeigen Einbuchtungen, ähnlich den Porphyrquarzen, welche meist mit Mikroklin ausgefüllt sind. Es ist mir dieses, wie auch das öftere Vorkommen von allotriomorphen Mikroklinfetzen als Einschlüsse eine sehr auffallende Erscheinung (Fig. 2, Mitte links). Feinste nadelförmige Einschlüsse in geringer Zahl dürften teils für Sillimanit, teils für Rutil angesprochen werden. Auch einige Zirkone machen sich bemerkbar.

Der spärlich durch das Gestein in kleinen Blättchen und Grüppchen zerstreute Biotitglimmer zeigt die Eigenschaften von Meroxen. Es sind meist lange zerfetzte Lamellen, braungelb bis farblos, unter Ausscheidung von Eisenerz in Muscovit oder schwarz-dunkelgrün-bläulich in Chlorit übergehend; einzelne Lamellen haben bereits ihren Pleochroismus verloren und zeigen dann die indigoblauen Farben des Chlorites. Nadelartige Einschlüsse (Rutil) erscheinen erst bei stärkster Vergrösserung; sonst ist dieses Mineral arm an Einschlüssen.

Die wenigen Erze, die überall zerstreut vorkommen, dürften aus Magnetit, Ilmenit und Pyrit bestehen. Daneben zeigt sich noch als sekundäre Bildung der Eisenglanz.

Ueber die ferneren Accessorien wie Apatit, Zirkon und Chlorit, die zum Teil bereits angeführt sind und, wie bemerkt wurde, selten erscheinen, sind besondere Angaben nicht zu machen.

Resümieren wir die Ergebnisse der Untersuchung, so weisen der holokrystalline Aufbau und die Komponenten auf einen Granit im engeren Sinne, die Mörtelstruktur, geringe undulöse Auslöschung und das Vorherrschen des Mikroklin über den Orthoklas auf ein durch dynamische Kräfte verändertes Tiefengestein; das Gestein wäre daher als ein dynamometamorph veränderter Granit zu deklarieren; in chemischer Beziehung weist das spärliche Erscheinen der Magnesium- und Eisenminerale auf ein kieselsäurereiches Gestein.

Des überaus stark auftretenden und prachtvoll entwickelten Mikroklin wegen verdiente eigentlich das Gestein als Mikroklingranit besonders spezifiziert zu werden.

Analyse des Adadle-Granites.

Herr J. R. Hanhart in Zürich hatte die Güte, die sehr mühevoll und zeitraubende Arbeit der quantitativen Analyse dieses Granites zu übernehmen, wobei ihm Herr Professor Treadwell mit Rat und That an die Hand ging.

Beiden Herren spreche ich an dieser Stelle meinen besten Dank aus.

Das Resultat der Analyse ist folgendes:

I.		II.	
$Si\ O_2^1)$	% 73.38	$Si\ O_2$	% 73.38
$Al_2\ O_3$	13.67	$Al_2\ O_3$	13.67
$Fe_2\ O_3$	1.18	$Fe_2\ O_3$	0.30
$K_2\ O$	6.47	hievon etwas $Fe\ O?$	—.—
$Na_2\ O$	2.99	$K_2\ O$	6.47
$Ca\ O$	1.17	$Na_2\ O$	2.99
$Mg\ O$	0.09	$Ca\ O$	0.96
Cu	0.02	$Mg\ O$	0.09
Pl	0.05	$Ti\ O_2$	0.02
S	0.37	Kupferkies $Cu_2\ S + Fe_2\ O_3$	0.06
Cl	0.02	Apatit $3(Ca_3P_2O_8) + CaCl_2$	0.39
$P_2\ O_5$	0.16	Pyrit $Fe\ S_2$	0.94
$Ti\ O_2$	0.02	Bleisulfid $Pb\ S$ (Bleiglanz)	0.06
Spuren von Mn u. Zr	—.—	Spuren von Mn u. Zr	—.—
Wasser aus der Differenz	0.67	Wasser aus der Differenz	0.67
	% 100.26		% 100.—

Zu den einzelnen Positionen übergehend, berichtet mir Herr Hanhart noch folgendes:

»Es war leider nicht möglich, $Fe\ O$ als solches zu
 »bestimmen wegen der Anwesenheit des S , der jeweils
 »bei der Auflösung in geschlossener Röhre zu SO_2 oxy-
 »diert wurde. Fl und Cr habe keines gefunden. Die
 »Anwesenheit von Cl habe ich nachgewiesen; dessen Quan-
 »tität wurde durch Berechnung des Apatits bestimmt, da
 »es nicht wahrscheinlich ist, dass noch andere Chlorver-
 »bindungen vorhanden sein werden. Der Quarz, also nicht
 »gebundene Kieselsäure kann nur approximativ bestimmt
 »werden, ich habe dafür 21,4%, wie bereits angegeben,
 »angenommen. Der Glühverlust betrug 0,79, davon muss
 »aber ein nicht bestimmbarer Teil für S , der teilweise
 »fortgeht, teilweise sich in SO_3 umwandelt, abgezogen
 »werden. Ich habe für H_2O die Differenz auf 100 an-

¹⁾ Davon Quarz ca. 21,4%.

»genommen, der Prozentsatz von 0,67 ist nicht unwahrscheinlich.

»Feldspat und Quarz nach Entfernung der in H_2SO_4 löslichen Bestandteile beträgt 95,94%, Feldspat allein ca. 74,54.

»In der Kolonne I sind die Prozente gefunden nach der Analyse, in II dagegen die Korrektur mit der Berechnung der vier Mineralien, die ausgerechnet werden konnten.«

Leider wurde das spezifische Gewicht des Gesteins nicht bestimmt. Ueberraschend war mir der durch die Analyse konstatierte Gehalt an Kupferkies und Bleiglanz, welche weder makroskopisch, noch mikroskopisch beobachtet werden konnten.

Aus der nach Kolonne II berechneten Menge CaO , die nur noch dem Kalknatronfeldspat angehören kann, liess sich der Andesin mit einer Quantität von 11,57% herausrechnen. Für Mikroklin und Orthoklas würde sich nach meiner Rechnung 62,40% ergeben. Der Betrag der nun noch resultierenden Differenz in SiO_2 und Al_2O_3 dürfte nebst der MgO und einem Teile des Fe_2O_3 , sowie dem TiO_2 den Glimmern und dem Chlorit angehören. Die Prozentansätze für die Feldspatmengen können selbstverständlich nur als approximativ angenommen werden.

Im ganzen bestätigt die chemische Analyse den mikroskopischen Befund.

No. 6. Mikrofelsitischer Quarzporphyr aus Ogadeen.¹⁾

Fig. 5 und 6.

Dichtes, massiges, gelblichweisses Gestein mit rötlichen Flecken, teilweise blasig, mit verschiedenen grossen

¹⁾ Ueber dies Gestein brachte ich schon in der Gesellschaftssitzung vom 29. Februar 1892 ein kurzes mündliches Referat.

Drusen und Blasenräumen. In der kompakten weisslichen, verwitterten Grundmasse bemerkt man farblose, durchsichtige, glasglänzende Quarzeinsprenglinge, auf den Bruchflächen feine dendritische Gebilde. Drusen und Blasenräume sind teils ausgefüllt, teils nur überzogen mit Hämatit resp. Eisenoxydhydrat. Mit der Loupe sind darin einzelne Eisenglanzkryställchen sichtbar. Beim Anhauchen ist deutlich Thongeruch bemerkbar.

Das Material zeigte sich bei der Bearbeitung sehr spröde. Eingespannt in die Parallelklemme, zersprang das Handstück in würfelförmige Bruchteile, ähnlich dem ungelöschten Kalk. Bei Erhitzung über 100° zeigten sich Wasserdämpfe in erheblichem Quantum. Die Herstellung der Dünnschliffe war daher mit ziemlichen Schwierigkeiten verbunden.

Unter dem Mikroskop erscheint die Grundmasse hellbraungrau, bei gekreuzten Nikols infolge vorgeschrittener Verwitterung bereits isotrop. Immerhin bekommt man bei einlässlicher Beobachtung den Eindruck einer durch felsitische Entglasung des Magmas entstandenen Grundmasse oder der Rosenbusch'schen mikrofelsitischen Basis.¹⁾ Auch von Fluidalphänomenen ist keine Spur mehr vorhanden. Die Grundmasse, vide Fig. 6, ist wolkig getrübt, zum Teil dicht angefüllt von einem äusserst feinen, braunen, limonitischen Staub, der stellenweise in Eisenoxyd übergegangen ist, womit dann die schon makroskopisch beobachteten roten Flecken zusammenhängen dürften. Werden solche rote Flecken durch Salzsäure weggeätzt, so erblickt man bei recht starker Ver-

¹⁾ Rosenbusch, mikrosk. Physiographie der Gest. Band II. zweite Aufl. Stuttgart 1887, pag. 376.

grösserung eine unregelmässig ausgezackte, reine, hellbraungelbliche Masse, die sich isotrop erweist, also wohl Glas darstellt. Diese Masse ist dann umrandet mit einem zeolithischen faserigen, dem Natrolith ähnlichen Gebilde, die Fasern löschen gerade aus. Diese parallele Umrandung der Flecken wechselt ab mit ganz schmalen Schichten der isotropen Glasmasse.

In der Grundmasse bemerkt man bei starker Vergrösserung besonders deutlich nach der Aetzung mit *HCl* in grösserer Menge quadratische und dreieckige Schnitte von 0,00055 bis 0,00247 mm Grösse; sie haben die nämliche braune etwas hellere Farbe und verhalten sich ebenso isotrop wie die Grundmasse, zeigen ziemlich rauhe Oberfläche, stärkeres Relief und dunklen scharfen Rand. Gegen Salzsäure verhält sich das Mineral indifferent. Die angeführten Eigenschaften deuten auf die Oktaëder der Spinellide und zwar des Picotites.

Das Vorkommen des Spinells im Quarzporphyr ist wegen seiner Seltenheit besonders bemerkenswert. In der mir zu Gebote stehenden Litteratur fand ich etwas Aehnliches nur von Thürach¹⁾ beschrieben, leider jedoch ohne einlässlichere Notizen über Fundort etc.²⁾

Die Grundmasse verhält sich in heisser Salzsäure absolut unlöslich; wir haben es daher wohl zu thun mit

1) Thürach, über Vorkommen mikrosk. Zirkone und Titanmineralien in d. Gesteinen. Verhdl. d. physik.-mediz. Gesellsch. Würzburg N. F. Bd. XVIII p. 1. 1884. L. J. 1885. II. p. 401.

2) Ein dem unsern ähnliches Vorkommen von Spinell beschreibt ferner Otto Beyer als Neubildung im Magma der granitischen Einschlüsse des Basaltes des Grossdehsaer Berges bei Löbau in Sachsen.

Min. und petrogr. Mitt. von Tschermak, Band X, Seite 29. Wien 1889.

einem sauren über 70% SiO_2 enthaltenden Glase, das durch Eisenerze hellgelbbraun gefärbt ist.

Als wesentlicher Einsprengling erscheint in zahlreichen Individuen von durchschnittlich 0,4 mm Durchmesser nur der Quarz. Dann kommen noch vor als accessorische Gemengteile, ausser dem oben bereits beschriebenen Spinell, Magnetitkörner, Eisenglanzkryställchen, Zirkon und Pyrit; ferner wahrscheinlich Orthit und Malakolith (grüner Augit).

Der Quarz tritt nur zum Teil auf in Dihexaëdern, die aber sehr oft zerbrochen sind, viele zeigen Einbuchtungen, abgeschmolzene Ecken, fast alle Kanten sind erodiert; auseinander liegende Fragmente lassen der Form und gemeinsamer Auslöschung nach auf die Herkunft von einem und demselben Individuum schliessen. Einzelne Quarze zeigen zersplitterte Brüche, zopfförmige Spaltrisse (nach *R?*), andere wieder undulöse Auslöschung. Alle diese Erscheinungen deuten auf dynamische Vorgänge, die teils während, teils nach der Consolidation des Gesteins stattfanden.

An Einschlüssen ist der Quarz recht reichhaltig. Ausser den sämtlichen in der Grundmasse erscheinenden, bereits angeführten Mineralien kommen noch vor: Apatite, Turmalinsäulchen, Rutilnadelchen, moosähnlich angeordnete Globulite, feiner limonitisch gefärbter Staub, mit Flüssigkeiten und Gasen gefüllte Poren und Grundmassepartikel. Einzelne Quarzkörner sind ganz erfüllt von wirr durcheinander liegenden, gerade auslöschenden Nadeln und Leisten, ohne erkennbare terminale Abgrenzung, mit ziemlich starkem Relief und kräftiger Doppelbrechung. Vielfach sind sie untereinander parallel orientiert. Die Querschnitte erscheinen als rhomboidale Blättchen. Man

ist geneigt, dieses Mineral als Sillimanit zu erklären. Fig. 6 gibt eine Idee, wie der Durchschnitt eines solchen Quarzkorns u. d. M. aussieht.

Der Glimmer zeigt Farbe und Pleochroismus des Biotites, ist meist gebleicht und zersetzt und nur in wenigen Exemplaren vorkommend.

Ueber Magnetit, Eisenglanz, Pyrit und Apatit ist nicht besonderes zu bemerken.

Ein dichroitisches Mineral, dunkelrotbraun auf hellrötlich, mit starkem Relief, starker Doppelbrechung und etwas runzeliger Oberfläche, auf das monocline System hinweisend, dürfte dem Orthit angehören. Die Grösse des einzigen gesehenen Individuums beträgt ca. 0,30 mm.

Der erwähnte grüne Augit (Malakolith) erscheint in Säulchen und Körnern; die Krystallform ist oft noch gut bemerkbar, obgleich Kanten und Ecken mehr oder weniger abgeschmolzen sind. Die dunklern Individuen sind stark pleochroitisch grünhellgelb auf dunkelgrün. Bei einem Säulchen wurde auf der Prismenfläche eine Auslöschungsschiefe von 23° gemessen; (was freilich nicht ganz mit dem Auslöschungswinkel des Malakolithes übereinstimmen würde). Dasselbe Kryställchen schliesst wiederum Eisenglanzschüppchen ein. Der grüne Augit scheint auch als Einsprengling in der Grundmasse vorzukommen; wenigstens glaube ich einzelne zersetzte farbige Säulchen, die in Epidot sich umzuwandeln scheinen, auf diesen Augit zurückführen zu müssen.

Die im Quarz auftretenden hemimorphen Turmalinsäulchen sind vollkommen ausgebildet, parallel zur *c*-Axe dunkelblaugrün, senkrecht dazu hellgelbgrün.

Die Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse treten

reihenweise, oft stromartig, vermischt mit Glasparkeln und verschiedenen Mikrolithen auf.

In den vorliegenden Dünnschliffen haben sich Feldspäte nicht vorgefunden. Ich glaube aber in Anbetracht des wenigen und zersetzten Untersuchungsmaterials, dass durchaus nicht auf gänzlichem Fehlen der Feldspäte geschlossen werden darf.

Gestützt nun auf den unzweifelhaft mikrofelsitischen Charakter der Grundmasse, der Art und des Auftretens der Einsprenglinge ist das Gestein als ein mikrofelsitischer Quarzporphyr zu diagnostizieren.

Der hohe Kieselsäuregehalt weist ebenfalls auf ein palaeovulkanisches Ergussgestein.

Nr. 7, 8 und 9. Quarcitbreccie aus Ogadeen.

(Fig. 7.)

Die makroskopisch ganz verschieden erscheinenden drei Handstücke Nr. 7, 8 und 9 ergaben sich bei der mikroskopischen Untersuchung als Varietäten desselben Gesteins. Der zu Tage tretende Unterschied beruht nur auf der Grösse und der Menge der Quarzkörner und dem Grade der Oxydation des sie einschliessenden Eisenerzes. Die Resultate der Untersuchung aller drei Varietäten konnte daher zusammengefasst werden.

Dieses Gestein besteht wesentlich aus Quarzkörnern, die bei Nr. 7 durchschnittlich ca. 4 mm, bei Nr. 8 und 9 etwa 0,4 Durchmesser haben. Meist sind es scharfkantige unregelmässige Bruchstücke grösserer zerbrochener Individuen. Häufig trifft man diese Bruchstücke zentrisch angeordnet, wie Fig. 7 zeigt. Einbuchtungen und Abschmelzungen der Ecken, ähnlich wie solche an den Quarzen der Porphyre erscheinen, sind oft zu er-

kennen. Als Einschlüsse in diesen Quarzkörnern bemerken wir eine Reihe der nämlichen Mineralien, wie solche bei dem Quarze des Quarzporphyrs Nr. 6 speziell angeführt sind, so namentlich Apatit und Turmalinsäulchen, Rutilnadelchen und Zirkonkryställchen; dann finden wir auch sehr zahlreich stromartig auftretend Flüssigkeits-, Gas- und Mikrolitheneinschlüsse.

Die Quarzkörner sind eingebettet in einen aus hämatitischem Eisenerz bestehenden Cement. Dieser den Quarz bei der grobkörnigen Varietät in einer Mächtigkeit von durchschnittlich 0,17 mm (bei der feinkörnigen etwa 0,06 betragend) umhüllende Cement hat die Quarzbreccie zu einem recht soliden Gestein verfestigt. Der Hämatit zeigt randlich Umwandlung in Eisenoxydhydrat. In Gestein Nr. 8 hat diese Umwandlung zu einem grossen Teil bereits stattgefunden.

Die Hämatitnatur des Cementes wurde erkannt aus einer dachziegelartigen Zusammenordnung eisengrauer metallisch glänzender Schüppchen, die nach dem Rande zu rotbraun und durchscheinend werden. Durch Aetzung des Schliffes mit Salzsäure resultierte eine Eisenchloridlösung und daneben zeigte sich eine graue amorphe Thonmasse, womit bewiesen ist, dass neben Hämatit sich auch Thon am Aufbau des Cementes beteiligt.

Ueber die Genesis des Gesteins könnte natürlich nur bei voller Kenntniss des geologischen Zusammenhangs eine Erklärung gegeben werden. Hierüber liegt leider nichts vor.

Nr. 11. Erzknollen aus Ogadeen.

Die dunkelbraunroten, kugelig abgewitterten und abgeseuerten mattglänzenden Knollen bestehen aus einem derben, porösen, drusigen Roteisenerz, das teilweise

bereits in Brauneisenerz übergegangen ist. In geschützten Hohlräumen hat sich das ursprüngliche Rot-eisenerz erhalten.

Einzelne der Poren und Drusen sind mit wohl sekundär hinzugekommenem Chalcedon überzogen oder ausgefüllt. Bei gekreuzten Nicols lassen sich in den Schnitten durch diese Drusen oft zierliche Zeichnungen des polarisierenden Chalcedons beobachten. Nicht selten findet sich auch Porphyrgrundmasse des oben beschriebenen Quarzporphyrs als Ausfüllung der Drusen. Erzstäubchen sind dann in der Grundmasse parallel den Wandungen der Drusenräume angeordnet.

Mit dem eben erwähnten Vorkommen der Porphyrgrundmasse ist die Genesis der Erzknollen erklärt.

Auch die Bestandteile der unter Nr. 10 des Gesteinsverzeichnisses angeführten, aus Eisenerz und Porphyrstücken bestehenden Breccie deuten auf einen gemeinsamen Ursprung hin. Einzelne Parteen der Porphyrgrundmasse sind so erfüllt von Erzpartikeln, dass sie makroskopisch vom derben Erz nicht mehr unterschieden werden können.

Die Zusammensetzung dieser Breccie, scharfkantige, unregelmässige Trümmer des porösen Eisenerzes, durch die helle Grundmasse und Zersetzungsprodukte beider Gemengteile verkittet, lässt dieses Gestein einer vulkanischen Ejectionsbreccie täuschend ähnlich erscheinen.

Nr. 12. Kalkstein aus dem Steppenseengebiet.

(Fig. 8.)

Das rötlich braungraue, eisenschüssige, karrenartig angewitterte Gestein zeigt im Durchschnitt eine poröse, zellige, tuffartige Struktur. Es enthält viele Bruchstücke

von weissen Schalen einer etwa 1¹/₂ cm grossen Muschel, deren Bestimmung wegen Mangel an hiezu passendem Materiale unmöglich war.

Unter dem Mikroskope fanden sich neben vielen Magnetitkryställchen, Häufchen von Limonitstaub, einem verwitterten talk- resp. kaolinartigen Minerale, zahlreiche, das Gestein ganz erfüllende, runde, ovale und oblonge Schnitte von Foraminiferen in einem Durchmesser von durchschnittlich ca. 0,12 mm (v. Fig. 8.)

Herr Dr. Früh in Zürich hatte die Güte, diese Foraminiferen zu bestimmen und berichtet er mir darüber Folgendes:

»Ohne Zweifel sind Ihre Dünnschliffe mit Foraminiferen erfüllt und zwar aus den Familien der *Globigerinidae*, *Textularidae* und wahrscheinlich noch der *Miliolidae*. Sicher ist das Genus *Textularia* Defr. vertreten (Carbon recent). In der Kreide kommen alle drei Familien reichlich vor und ist namentlich *Textularia* häufig. Damit soll aber über die Stufe, zu der die Gesteinsprobe gehört, durchaus nichts gesagt sein.«

Am Schlusse dieser Arbeit möge es mir gestattet sein, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Grubenmann in Zürich, der mich in die mikroskopische Physiographie der Gesteine einführte und mir auch für die vorstehenden petrographischen Untersuchungen mehrfachen Rat erteilte, für seine freundlichen Bemühungen meinen wärmsten Dank darzubringen.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1, 2, 3, 4. Granit von Adadle.

- Fig. 1 und 2. Aufnahme von Dünnschliffen nach zwei zu einander senkrecht stehenden Seiten eines aus diesem Gestein geschnittenen Würfels. Beide Schnitte zeigen die Mörtelstruktur des Gesteins, die prachtvoll entwickelten, an ihrer Gitterstruktur erkenntlichen Mikrokline und die eigentümliche, einbuchtungsartige Begrenzung der durch ihre glatte Fläche hervortretenden Quarzindividuen. In Fig. 2. Mitte links und rechts finden sich an letztern tiefe mit Mikroklin angefüllte Einbuchtungen. Fig. 1 zeigt oben einen nach dem Albitgesetz verzwilligten, in Sericitisierung begriffenen Plagioklas. Orthoklas, an der getrübbten Oberfläche erkennbar, findet sich unten links. Vergrößerung 12fach, Nicols †.
- Fig. 3. Mikropegmatitische Ausscheidungen von Quarz in Plagioklas, ein blattartiges Gebilde aus Feldspat und Quarz bestehend, in den Mikroklin hineinragend. Vergrößerung 38fach, Nicols †.
- Fig. 4. Dieser Schnitt zeigt links mikroperthitische Verwachsung von Albitfasern (die hellen, von unten rechts nach oben links verlaufenden Fäserchen) mit Mikroklin; sowohl diese Fasern, als auch die Mikroklinkryställchen rechts daneben sind durch Druck in der durch den Pfeil angegebenen Richtung verschoben. Im linken untern Quadrant erblickt man allotriomorphen Orthoklas mit Mikroklinbildungen und Quarzausscheidungen. Vergrößerung 54fach, Nicols †.

- Fig. 5. Mikrofelsitischer Quarzporphyr aus Ogadeen. Quarzporphyr und Grundmasse. Vergrößerung 45fach, Nicols †.
- Fig. 6. Einzelner Quarzeinsprengling desselben Gesteins mit Sillimaniteinschlüssen etc. Grundmasse mit Spinelloctaederchen etc. Vergrößerung 160fach, gewöhnliches Licht mit schiefer Beleuchtung unter Anwendung des Abbé'schen Beleuchtungsapparats mit Irisblende.
- Fig. 7. Quarzitbreccie aus Ogadeen. Gestein Nr. 7. Vergrößerung 12fach, gewöhnliches Licht.
- Fig. 8. Kalkstein aus dem Steppenseengebiet. Tuffartiges, mit Foraminiferen erfülltes Gebilde; die Partie rechts ist der Schnitt durch ein Bruchstück einer der grössern Muscheln. Vergrößerung 52fach, gewöhnliches Licht.
-