

Beiträge zur Geologie und Petrographie von Kordofan.

Von

G. Linck in Jena.

Mit Taf. XXXV—XLII, 6 Textbildern und 10 Analysenfiguren.

Inhalt.		Seite
1. Verbreitung der Gesteine		392
2. Tektonik des Landes		398
3. Oberflächengestalt		400
4. Petrographische Untersuchungen		405
A. Eruptivgesteine:		
Granite		406
Gabbro		410
Granitaplite		413
Granitporphyrische Ganggesteine		415
Malchit, Gauteit, Gabbroporphyrite		419
Tinguaitische Ganggesteine		438
Zusammenfassung der petrographischen Resultate bei den Eruptiv- gesteinen		445
B. Krystallinische Schiefergesteine:		
Orthogneisse		448
Paragneisse		455
Quarzit		457
Phyllite		458
Körniger Kalk		460
5. Rückblick		460

Vor etwa Jahresfrist habe ich in der naturwissenschaftlichen Wochenschrift versucht, den allgemeinen topographischen Charakter des Hochlandes von Kordofan, seine Ursachen und seine Entwicklungsgeschichte in kurzen Zügen gemeinverständlich darzustellen. Darum sei es mir gestattet, jene

Dinge an dieser Stelle nur noch gelegentlich zu streifen und nur dort etwas eingehender zu behandeln, wo ich Fehler zu verbessern habe, sonst aber mein Augenmerk auf andere Tatsachen zu richten, welche dort gar nicht erwähnt oder nebensächlich behandelt worden sind. Hierzu gehören besonders die specielle Verbreitung der Gesteine, ihre Tektonik und ihre petrographische Beschreibung.

1. Verbreitung der Gesteine.

(Vergl. die Karte Taf. XXXVI.)

A. Tiefengesteine. Granit nimmt in den bereisten Gebieten weitaus den grössten Raum ein und zwar sind es, was besonders im Gegensatz zu RUSSEGER (vergl. sein Reise-werk), hervorgehoben werden muss, ohne Ausnahme Biotitgranite. Kaum 50 km von Omdurman entfernt beginnen sie und begleiten uns auf dem ganzen Wege bis nach El Obeid; sie bauen das Bergland von Kadero auf und fast alle Hügel, welche man zwischen diesem Orte und Delen im Westen, zwischen Delen und dem Golfan im Süden, oder in den Bergen westlich von Delen antrifft, sind Biotitgranit. Die Nordost-ecke des Berglandes von Golfan, Wodda und der Gebel Habila auf dem Wege nach Kadero bestehen ebenso aus ihnen wie die Berge um Kawalib, Reschad und Tegele an der westlichen Grenze des Hochlandes und wie der Gebel Ain am Weissen Nil unter etwa 13° nördlicher Breite. Allerdings sind es verschiedene Typen dieses Granits an verschiedenen Orten. Der verbreitetste unter ihnen ist der fleischrothe, ziemlich grob- und gleichmässig-körnige Kadero-Granit, der in besonders typischer Ausbildung die Berge von Kadero, Kawalib und Reschad bildet. Eine zweite Varietät wird repräsentirt durch die Berge um und westlich von Delen und die von Wodda. Es ist dies ein graulich-weisser, mittelkörniger, und durch grosse Orthoklase porphyrtiger Biotitgranit, dem auch die frischeren Theile des Granits von Tegele zugehören, wenn sie auch durch kleinere Einsprenglinge sich etwas davon unterscheiden. Die dritte Varietät endlich bildet der mittel- und gleichmässig-körnige, weisse Granit vom Golfan, der dem Granito bianco von Baveno etwas ähnlich ist. Zwischen diesen drei Varie-

täten, die ja wohl, weil ihre mineralogische Zusammensetzung so ähnlich ist, nur locale Ausbildungsformen eines und desselben Magmas sein mögen, bewegen sich alle Granitvorkommnisse, die ich gesehen habe von Nord bis Süd, von West bis Ost. Der Habitus der Granite ist vielfach ein gneissartiger, besonders an ihrer Grenze gegen die krystallinen Schiefergesteine, wie man sie im äussersten Norden des Gebiets, im Golfan, bei Reschad und bei Tegele findet. Der letzte Anklang an diese gneissartige Beschaffenheit zeigt sich in einer schaligen Absonderung der Hügel, besonders in Delen und Reschad. In Delen hängen ausgedehnte $\frac{1}{2}$ m dicke Platten wie Schichten an dem Berge herunter und bei Reschad reitet man an der Westseite vollkommen glatter, wie aus dem Eisgeschälter, Kuppen vorbei.

Aus pegmatitischem Muscovitgranit besteht der mittlere Kern des Gebel Kordofan. Seine pegmatitische Natur ist leicht ersichtlich aus der Grösse des Kornes, aus dem Vorhandensein von Quarznestern mit Turmalin und Granat.

Gabbro, und zwar in der Abart des Olivingabbro, wurde nur an einer einzigen Stelle östlich und unweit von Abu Uruf als Lesestück gefunden.

B. Eruptive Ganggesteine verschiedener Natur konnten in weiter Verbreitung nachgewiesen werden. Aplite wurden im Allgemeinen nicht sehr weit verbreitet gesehen, nur in Delen, im Golfan und bei Tegele kommen sie mehrfach in etwas breiteren Gängen als normale Granitaplite vor. Ein dem Paisanit verwandter aplitischer Granitporphyr tritt in einem 30 m mächtigen Gang im Granit von Kawalib auf, und verwandt ist ihm ein etwas südlich von Kadero gefundener, an farbigen Gemengtheilen sehr armer, fleischrother, echter Granitporphyr, und zu diesem in engster Beziehung steht wahrscheinlich ein ebenfalls an farbigen Gemengtheilen armer Syenitporphyr, der westlich von Tegele den Granit durchsetzt.

Gesteine von malchitischem, gauteitischem oder gabbroporphyrischem Habitus verdienen, wie wir später sehen werden, in petrographischer Hinsicht ein ganz besonderes Interesse. Sie sind in zahlreichen Gängen verbreitet und theils in losen Stücken, theils im Anstehenden nach-

gewiesen worden. Die Lesestücke davon wurden ausschliesslich in reinen Granitgebieten gefunden und dürften somit ebenfalls auf Gänge zurückgeführt werden. Die Gänge haben höchstens eine Mächtigkeit von einigen Metern. Es sind graue bis grünlich-graue, oder dunkelgrüne bis schwarze Gesteine von feinkörniger oder dichter Beschaffenheit, und für das blosse Auge bald porphyrischer, bald gleichmässig körniger Structur. U. d. M. sind sie holokrystallin mit allen Variationen der Dolerite und sogar bis zum lamprophyrischen hin. Ihrer chemischen Zusammensetzung nach könnte man sie bald zu den Daciten, bald zu den Andesiten oder Basalten rechnen, und ähnlich ist auch ihr mineralogischer Bestand. Sie gehören, wie später gezeigt werden soll, alle zu einer Einheit zusammen. Die grober krystallinen Varietäten und zum grösseren Theil auch die kieselsäurereicheren treten besonders im Granitgebiet von Kadero und Kawalib auf, während die anderen in den Gneissgraniten von Delen, Tegele und Tagoi gefunden wurden.

Ganggesteine von tinguaitischem oder phonolithischem Habitus wurden nur in zwei Vorkommnissen im Granit von Kadero, das eine als ein stockförmig verbreiteter, etwa 30—40 m mächtiger Gang, das andere in Lesestücken, ersteres westlich, letzteres südlich von Kadero gefunden. Jenes ist feinkörnig und grün und hat eine eisen-schüssige, braune Verwitterungsrinde, und dieses ist dicht, grau gefärbt und mit weisser Verwitterungsrinde bedeckt.

C. Die krystallinischen Schiefergesteine. Es sind zweierlei Gesteine zu unterscheiden, nämlich solche von typischem Aussehen der Gneisse, von ihrem mineralogischen und structurellen Bestand und Phyllite mit ihren Einlagerungen. Die ersteren, ihrer Entstehung nach offenbar durchweg Orthogneisse, und ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach Biotitgneisse, dioritische Amphibolgneisse und Übergänge in Amphibolite treten weder in grosser Mächtigkeit, noch in weiter Verbreitung auf und stehen vielfach in directer Beziehung zu den Graniten, wie wir früher schon gezeigt haben, z. B. in den Gebieten um Tegele, zwischen Tegele und Reschad und im Golfan, wo man den Übergang direct beobachten kann. Auch die körnig-flaserigen, z. Th. stengeligen, z. Th. augen-

gneissartigen Gesteine gehören offenbar hierher. Von den dioritischen Amphibolgneissen wird es in den nachfolgenden Untersuchungen nachgewiesen werden, dass sie mit gewissen weiter oben besprochenen Ganggesteinen von gabbroporphyrischem Habitus auf das Genaueste übereinstimmen und dass sie vermuthlich dazu gehörige Ergussgesteine sind. So darf man wohl mit einem gewissen Rechte annehmen, dass die Gesteine auch dort, wo der Zusammenhang mit den Eruptivgesteinen nicht direct nachgewiesen wurde, doch zu ihnen gehören. Es sind dies die Gneissvorkommnisse im äussersten Norden von Kordofan und die, welche man zwischen Kadero und Delen in den trockenen Flussläufen (Chors) antrifft. Die phyllitischen Gesteine stellen eine Serie von zum Theil graphithaltigen Paragneissen, Lagerquarziten und phyllitischen Schiefeln, wie im Golfan, oder von phyllitischen Schiefeln, Epidotgesteinen und Quarziten, wie in den Chors zwischen Kadero und Delen und an der Südspitze des Berglandes vom Tagoi, oder von lagenförmigen, feldspatharmen Biotitgneissen, wie am Gebel Kordofan, oder endlich von Quarzphylliten, Sericit- und Chloritphylliten, Quarzamphibol-Epidot- und Epidot-Amphibol-Zoisitgesteinen dar, wie sie den ganzen von Tegele aus nach dem Weissen Nil vorgeschobenen Sporn des Gebirges bilden. In dem letzteren Gebiet wurde auch ein graphithaltiger Marmor aufgefunden.

D. Gangquarzite. Sie sind in dem ganzen Gebiet, hauptsächlich aber in den Graniten, ausserordentlich weit verbreitet. Auch in den krystallinen Schiefeln vom Charakter der Orthogneisse sind sie noch recht reichlich vertreten, während sie dort, wo die Phyllite herrschen, fast verschwinden. Bald sind es Schmitzen und schmale Gänge. Bald werden die Gänge 5—6 m mächtig, wie im Bergland von Reschad, oder sie erweitern sich zu stockförmigen Massen. So bildet der Gebel Abu Gren einen auf beiden Seiten von Granit flankirten, mehrere 100 m langen, ca. 80 m hohen und 50 m breiten Rücken, und einen ähnlichen Hügel sieht man wenige Kilometer östlich vom Gebel Kordofan. Meist aber erkennt man die Gegenwart der Quarzgänge an den ausgedehnten, mit Quarz bestreuten Feldern, die man überall in der sandigen Ebene antrifft.

E. Die jüngsten Bildungen. Überall, wo unser Fuss aus den Bergen in die Ebene tritt und wo nicht in den Chors die besprochenen Gesteine auftreten, begehen wir jüngste, alluviale Bildungen, die im Wesentlichen zweierlei Art sind. In der Hauptsache bestehen sie aus geschichtetem Sand, der aber im Allgemeinen nur eine geringe Mächtigkeit zu haben scheint, denn vielfach sieht man an der Oberfläche noch die verwitterten krystallinen Gesteine, und die Brunnen der Eingeborenen, welche bis auf sie niedergetrieben werden, haben höchstens eine Tiefe von 30—40 m. Vielleicht mögen sie an anderen Orten noch etwas mächtiger sein, aber viel wird wohl nicht mehr dazukommen. Die Sande sind vielfach, wie in der Umgegend von El Obeid, durch ein eisenschüssiges Bindemittel zu Sandsteinen verbunden und die Eisenbestandtheile reichern sich local so stark an, dass die dort schon seit alter Zeit gewonnenen Raseneisensteine entstehen. Dieser Boden ist nun, wie sich schon aus der Tiefe der Brunnen ergibt, ausserordentlich wasserdurchlässig. Damit hängt es auch zusammen, dass im Mai, wenn die ersten Regen fallen, plötzlich binnen drei Tagen Frühling mit Blättern und Blüten wird. Diese Ablagerungen sind, wie die Profile in manchen Flussläufen zeigen, theils fluviatiler, theils äolischer Bildung, denn dort wechsellagern sandige dunkelgefärbte Thone, Kiese und feinere oder gröbere Sande, und in den Sanden sieht man oft deutliche Diagonalschichtung. Nicht selten ist der Boden aber auch ein fast schwarzer, etwas sandiger Thonboden, der in der Trockenzeit von breiten, tiefen Rissen durchfurcht ist. Es sind dies diejenigen Gebiete, welche in der Regenzeit weite undurchdringliche Sümpfe darstellen, wie das Gebiet von Birket, und darum wohl fluviatiler Entstehung. In diesen Boden legt im April und Mai der Eingeborene den Samen der feinen und groben Negerhirse (*Durra* und *Dochen*), der im Herbst bei guter Ernte 300fältige Frucht bringen soll. Man könnte demnach glauben, dass der Boden ganz besonders gut sei, und ich habe darum eine Probe davon mitgebracht und meinem Collegen Prof. Dr. IMMENDORF vom hiesigen agriculturchemischen Institut zur Untersuchung übergeben. Er schreibt mir darüber Folgendes: „Die Probe stellt einen im lufttrockenen Zustande hellgrauen, humusarmen, thonigen, stark

und gleichmässig mit kohlensaurem Kalk durchsetzten Boden dar. Der sandige Antheil des Bodens ist im Allgemeinen sehr feinkörnig, doch fehlt es nicht an grösseren Quarzkörnern. Die lufttrockene Probe bestand aus ziemlich harten Bröckchen.“

„In 100 Theilen des vollkommen trocken gedachten Bodenmaterials wurden gefunden:

Humus	1,086	Theile
Stickstoff (N)	0,065	„
Phosphorsäure	0,040	„
Kali (K ₂ O)	0,148	„
Kalk (CaO)	4,831	„

Von Stickstoff waren sehr geringe Mengen in Form von Salpetersäure nachweisbar. Der Kalk kommt fast in gesammter Menge als Carbonat vor. Thon enthält der Boden 21,44% (ein recht hoher Gehalt). Aus diesen procentischen Zahlen und der mit der feuchten, schlammigen Substanz vorgenommenen Volumgewichtsbestimmung ergibt sich, dass auf 1 ha Fläche bis zu einer Tiefe von 20 cm (Pflugtiefe) enthalten sind: 813 kg Stickstoff, 500 kg Phosphorsäure, 1850 kg Kalk (CaO).

Beim Austrocknen zieht sich der Boden sehr stark zusammen, und es vermehrt sich dabei die Menge der in einem bestimmten Bodenraume vorhandenen festen Bestandtheile und somit auch der wichtigen Pflanzennährstoffe. In lufttrockenem Zustande wird derselbe annähernd enthalten (auf 1 ha bis 20 cm Tiefe):

1827 kg	Stickstoff (N)
1124 „	Phosphorsäure (P ₂ O ₅)
4159 „	Kali (K ₂ O)
135751 „	Kalk (CaO).

Zum Vergleich füge ich den Gehalt einiger deutschen Böden in annähernd lufttrockenem Zustande (in 1 ha bis 20 cm Tiefe) bei.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
	kg	kg	kg	kg
1. Buntsandstein-Verwitterungsboden (Bebra, Hessen). Lehmiger Sand . .	1876	1036	5320	1932
2. Silurischer Thonschieferboden (Zeulenroda, Thüringen). Sandiger Lehm	5000	3080	4200	2436
3. Cujavischer Boden (Kreis Inowrazlaw). Der russischen Schwarzerde ähnlich	5000	2080	7600	30000
4. Wesermarschboden (Bremerhaven). Seemarsch, feinsandiger, kalkreicher Thonboden	4200	3200	11200	92200

Hienach überragt der Boden aus Kordofan die aufgeführten deutschen Böden, auch die als sehr fruchtbar bekannten letzten zwei im Kalkgehalt ganz bedeutend. Im Kaligehalt steht er annähernd auf gleicher Stufe mit den ersten zwei Böden, die keineswegs kaliarm sind. Im Stickstoff- und Phosphorsäuregehalt ist er sehr ähnlich dem Buntsandsteinverwitterungsboden aus Bebra. An den letzten zwei wichtigsten Pflanzennährstoffen muss er als arm bezeichnet werden. Für intensiven Ackerbau müsste er unter unseren klimatischen Verhältnissen erhebliche Zufuhren von Stickstoff und Phosphorsäure (Stalldünger, Gründünger, Handelsdüngemittel) erhalten. Der natürliche Vorrath an Kali dürfte für eine Reihe von Ernten ausreichen.

Günstig für den thonreichen Boden ist für Culturzwecke sein hoher Gehalt an kohlensaurem Kalk.“

Wir ersen daraus, dass der Boden nicht einmal durch Reichthum an Pflanzennährstoffen ausgezeichnet und demnach seine Fruchtbarkeit in anderen Ursachen zu suchen ist. Während bei uns gerade der Reichthum an jenen Stoffen für den Ertrag der Ernte in erster Linie maassgebend ist, sind es dort die Vereinigung von Wärme und übermässiger Feuchtigkeit, welche die Assimilation der Pflanzen in so hohem Maasse befördern. Freilich mag die Art der Aussaat — die Körner werden nämlich, wie bei uns etwa die Bohnen, in ca. 15 cm von einander entfernte Löcher gelegt und nicht gesät — auch noch ihren Antheil an der günstigen Ernte haben.

Wenn wir uns die Gegend verlegt denken in das nördliche Europa mit seinen über das ganze Jahr ziemlich gleichmässig vertheilten Niederschlägen, so würden die Stellen mit dem schwarzen Boden zweifellos von Torfmooren eingenommen werden.

2. Die Tektonik des Landes.

Den Untergrund des ganzen Landes bildet ein Complex von nach oben hin durch Druckmetamorphose geschieferten, von Eruptivgesteinsgängen durchsetzten Graniten, deren Plan- und Parallelstructur concordant mit den darüber liegenden krystallinen Schieferen verläuft. Das Streichen der Schieferung ist mit geringen Abweichungen in N. und W. ein nord-

nordöstliches bei wechselndem, meist steilem Einfallen in O. und W. In den Schiefern wurde nirgends auch nur eine Spur von Contactmetamorphose beobachtet, welche die Granite hervorgebracht haben könnten, und daraus ist der Schluss zu ziehen, dass die Granite wesentlich älter sind, als die aufgelagerten krystallinischen Schiefergesteine, dass die Granite schon vor Ablagerung der Schiefer eine ausgedehnte Abstrationsfläche darboten. Die gangförmigen Eruptivgesteine halten, abgesehen von den reinen Apliten und von dem Syenitporphyr von Tegele, der in N. streicht, ein westliches Streichen mit geringen Abweichungen in N. ein. Nach dem später zu führenden Beweise sind sie identisch mit gewissen Hornblendegneissen, welche sonach ursprünglich ihre Ergussformen darstellen dürften. Daraus folgt aber, dass diese Eruptivgesteine jünger sind als der Granit, älter als die Faltung und gleichalterig mit den Schiefern. Die Quarzgänge streichen z. Th. wie die in Reschad in W., z. Th. wie der Gebel Abu Gren in NW.; sie treten sowohl im Granit als in den Schiefern auf, sind aber hauptsächlich in dem unteren Theil der Schiefer verbreitet und daher jedenfalls jünger als der untere Theil der Schiefer. Vielleicht sind sie das letzte Product jener vulcanischen Epoche, welche die vulcanischen Ganggesteine des Gebietes lieferte.

Denkt man sich die Bedeckung mit Alluvionen aus dem Lande weg, so hat man ein zum grössten Theile von Granit eingenommenes, zum kleineren Theile aber von krystallinen Schiefergesteinen bedecktes Gebirgsland vor sich, in welchem steil eingeschnittene Thäler von kaum 250 m hohen, vielfach gegliederten Bergen eingerahmt werden. Diese Vertiefungen wurden in jüngster Zeit mit Sanden, Kiesen und Thonen allmählich theilweise eingeebnet.

Etwa 30 km von Omdurman in südsüdwestlicher Richtung trifft man, nachdem das Gebiet der Zeugenberge verlassen ist, auf aufgerichteten steil in ONO. fallenden und NNW. streichenden nubischen Sandstein, während man wenige Kilometer weiter südlich in die gefalteten krystallinischen Schiefer des Hochlandes von Kordofan eintritt. Zwar streichen Schiefer und Sandsteine in ganz gleicher Weise, aber es lässt sich danach doch nicht behaupten, dass die Sandsteine das Schiefer-

gebirge überlagert hätten, wenn es auch wahrscheinlich gemacht ist, denn es müssten ja sonst in der Umgegend von Omdurman reichlichere Ablagerungen von Geröllen und Kiesen und weniger sandige vorhanden sein, weil es am Rande eines einstigen Gebirges gelegen wäre. So ist man, glaube ich, berechtigt, hieraus den Schluss zu ziehen, dass das einstige, wie man ja annimmt, palaeozoische Faltengebirge von Kordofan völlig abgetragen, mit den Ablagerungen des nubischen Sandsteins bedeckt wurde. Erst später wurde durch Verwerfungen ein neues, ein Horstgebirge wieder aufgerichtet, und dieses nun wahrscheinlich in nachcretaceischer Zeit aufs Neue abgetragen, wieder versenkt und die Thäler mit den Alluvionen ausgefüllt.

3. Die Oberflächengestalt.

Kordofan ist eine Hochebene, welche langsam und unmerklich aus den Gebieten des nubischen Sandsteins bei Omdurman und von dem Weissen Nil her zu einer mittleren Höhe von 600—700 m über dem Meere ansteigt, während Omdurman bei 385 und Gebel Ain am weissen Nil auf 399 m liegt. So scheint die Ebene Kordofans gleichartig mit dem nördlichen Vorland, dem ist aber nicht so, sondern auf das Gebiet der Zeugenberge in Omdurmans Umgebung folgt nach S. hin in etwa 40 km Entfernung gefaltetes Gebirge, mit dem die Hochebene in geologischem Sinne beginnt. Auch hier sind einzelne Berge über das Land zerstreut, aber sie zeigen andere Formen als bisher. Gerundete Kuppen, sargähnliche Gestalten sieht man aus der Ferne, und in der Nähe schaut man feingegliederte Blockgipfel (Fig. 1) und mit Felsenmeeren übersäte Hänge (Fig. 2). Es sind dies die meist ganz isolirt stehenden, im N. selten zu Gruppen vereinigten Granitberge, welche, gleich Klippen in dem Meere, unvermittelt aus der sandigen Ebene aufragen. Mit der Überschreitung jener Grenze folgt aber auch die Steppenlandschaft auf die Wüstenflora, das Land ist bedeckt mit ausgedehnter Grassavanne, welche mehr im N. unterbrochen wird vom Busch und im S. in liebliche Parkwälder übergeht. Von diesen einzelnen Bergen abgesehen, ist die Oberfläche eine sanft wellige, theils wohl infolge der Erosion, theils infolge kleiner, kaum vom alluvialen Sande bedeckter

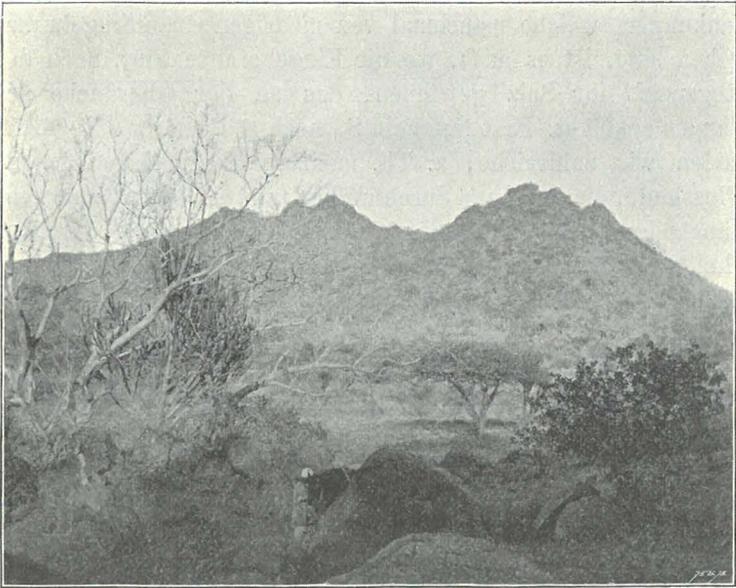


Fig. 1. Blockgipfel in Kadero.

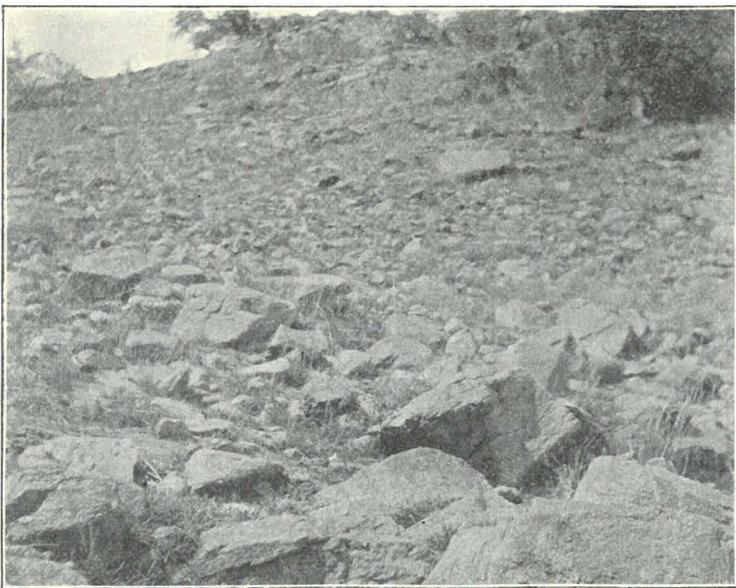


Fig. 2. Felsenmeer am Hang eines Granitberges.

Erhebungen des Untergrundes. In solchen sanften Einsenkungen, welche manchmal von niedrigen Granithügeln umgeben sind, ist es auch, wo die Eingeborenen kurz nach der Regenzeit ihr Salz gewinnen, das an der Oberfläche des Sandes ausblüht. Erst tiefer im S., noch südlicher als El Obeid, finden wir zahlreiche, z. Th. mehrere Meter tiefe trockene Flussläufe, die das Land durchfurchen, und grössere zusammenhängende Berglandschaften. So wird die dem N. durchaus ähnliche Ebene des centralen Kordofan umkränzt im O. von dem hufeisenförmig gestalteten Bergsystem von Kadero, im

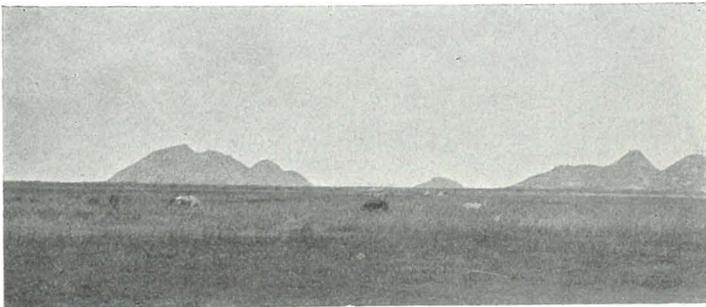


Fig. 3. Klippenförmiges Ansteigen der Berge (Gebel Ain am Weissen Nil).

S. vom Golfan und den Bergen der Njuma-Neger, im W. von den Bergen um und westlich von Delen. Nur nach N. hin ist sie offen. Östlich von den Kadero-Bergen und durch eine breite Einsenkung, die von einem Flussthal durchschnitten wird, von ihnen getrennt erhebt sich das Bergland von Reschad und Tegele, das Land der hundert Berge, das von einem von SSW. in NNO. ziehenden Flussthal in die beiden Theile Reschad und Tegele getrennt wird. Die Bergspitzen erheben sich durchschnittlich höchstens 300—350 m über die Ebene.

Gewöhnlich sind den Bergländern kleinere und kleinste Berge vorgelagert, aber sie steigen wie jene schroff aus der Ebene an (Fig. 3). Bald sind es schluchtartige, bald breitere Thäler, durch die man eintritt, doch immer erweitern sie sich von Zeit zu Zeit zu einer Art von Kesseln, die durch die eingelagerten Alluvionen einen ebenen Boden erhalten haben. In solchen Kesseln, die ihre Entstehung der verschiedenen Widerstandsfähigkeit verschiedener Gesteine verdanken, graben

die Bewohner mit Vorliebe hier im Gebirge ihre Brunnen, aber auch draussen in der Ebene liegen die Brunnen meist auf von niedrigen Granitklippen umsäumten Feldern, wie auch die Regenteiche, welche wir in dem östlichsten Sporn des Tegele-Gebirges im Mai schon gefüllt antrafen, nichts anderes als solche Kessel sind (Fig. 4). Dadurch unterscheiden sie sich von den sumpfigen Depressionen, die man in der Ebene antrifft, und die nur Erweiterungen der Flussläufe darstellen.

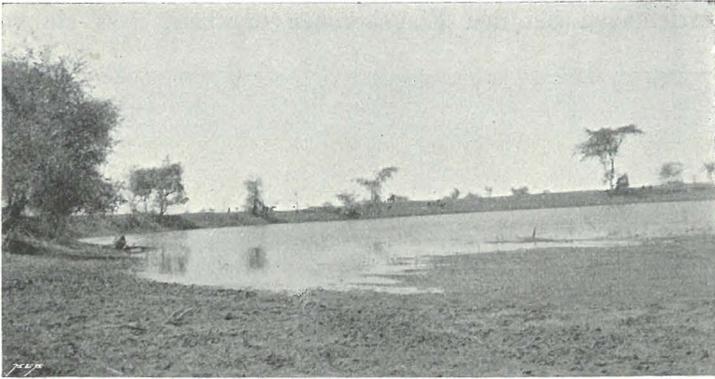


Fig. 4. Regenteich Fulla del Simsimia am Ostende des Tegele-Gebirges.

Die Verwitterungsformen der Berge sind analog den schon besprochenen, die Grate immer vielfach gegliedert, dort wo Granit oder auch Quarzite sind, cyklopenmauerartige Blockgipfel, Felsenmeere an den Hängen, oder wo die Berge niedriger und niedriger werden, nur noch die Cyklopenmauern. Etwas anders ist es, wo krystalline Schiefergesteine die Berge bilden. Dort sind die Gipfel nicht mehr so stark gegliedert und die Hänge nicht mehr mit Blöcken übersät. Darum haben dort die Neger die Steine an den Hängen ausgesucht, in Quer- und Längsriegeln angehäuft, und bauen nun ihr Getreide auf terrassenförmig an den Bergen hinaufliegenden Feldern (Fig. 5).

Hier habe ich noch einer sehr merkwürdigen und interessanten Erscheinung Erwähnung zu thun (vergl. Taf. XXXV). Auf dem mittleren der drei in einen nördlich streichenden Zug angeordneten Berge von Delen ist der Granit übersät von kleineren und grösseren Löchern, welche alle von elliptischer

Gestalt, bis zu 40 cm lang, bis 20 cm breit und ca. 30 cm tief sind. Sie nehmen mit ihrer Längsachse meist eine ähnliche Richtung ein, haben glatte, steile, manchmal concentrisch gestreifte Wandungen, und zeigen gewöhnlich an der einen Seite einen flach geneigten Eingang. Nur einmal habe ich eine solche Vertiefung auch an einem anderen Orte, nämlich in dem Granitkessel von Wodda an einem schief liegenden, verstürzten Block von Granit beobachtet. Meine Erkundigungen über diese sonderbaren, mir zunächst unerklärlichen Vertiefungen bei den Eingeborenen ergaben, dass sie von

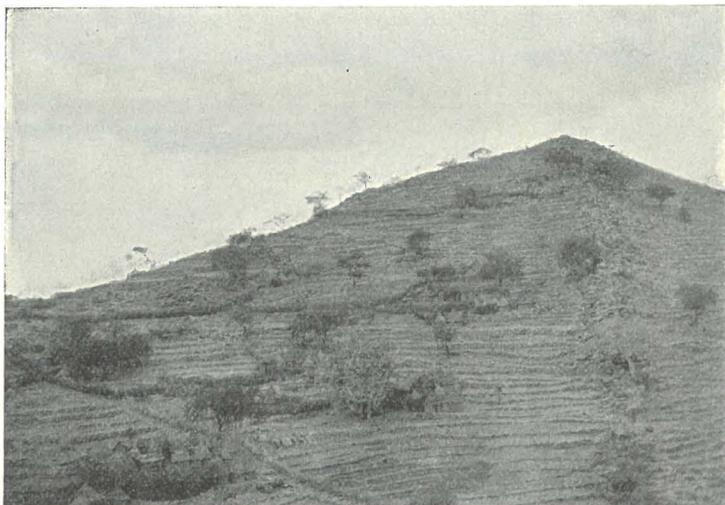


Fig. 5. Terrassenförmig angelegte Felder am krystallinen Schiefergebirge von Golfan.

ihnen weder gemacht, noch benützt wurden, sondern von Gott in dem Felsen ausgehöhlt seien. So bleibt nach Lage, Zahl und Beschaffenheit dieser Vertiefungen nur eine mögliche Deutung: es sind Strudellöcher, allerdings aus einer Zeit, in welcher die Spitze des Berges noch die Sohle eines Thales bildete, in der also Kordofan noch Gebirge war.

In der nachfolgenden Tabelle mag ein Bild von den Höhenverhältnissen in Kordofan gegeben werden, doch erheben die Höhen keinen Anspruch auf Genauigkeit, denn sie beruhen nur auf Messungen mit dem Aneroidbarometer, die regelmässig und vielfach, jeden Tag dreimal gemacht wurden. Die Zahlen

sind corrigirt und dann auf die auf den topographischen Karten angegebenen Höhen von 385 m für Chartum und 579 m für El Obeïd reducirt. Wie sehr gerade im Frühjahr bei und kurz vor dem Eintritt der Regenzeit der Barometerstand in Kordofan wechselt, möge aus der Angabe hervorgehen, dass im Februar als Mittel vierzehntägiger Beobachtungen (mit Schwankungen um 3 mm) 727 mm, im Mai als Mittel dreitägiger Beobachtung (mit Schwankungen um 2 mm) 719 mm in Omdurman abgelesen wurden.

Omdurman	385 m ü. d. M.	
El Obeïd	579 " " "	Gebel Kordofan 695 m ü. d. M.
Birket	569 " " "	
Kadero	621 " " "	Höchster Berg . 762 " " "
Delen	636 " " "	Bergspitze . . 719 " " "
Golfan (Ebene)	716 " " "	
" (Lager)	746 " " "	Berg Kore . . 806 " " "
		" Komo . . 850 " " "
Wodda (Ebene)	595 " " "	
Kawalib (Ebene)	606 " " "	
Tagoi (Fuss des Gebirges)	615 " " "	
Tagoi (Lager am Gebel) .	665 " " "	Gebel Tagoi . . 967 " " "
Reschad (Lager im Gebirge)	773 " " "	Höchster Berg . 928 " " "
Tegele (Ebene)	605 " " "	Höchster Berg . 785 " " "
Fulla del Simsimia . . .	535 " " "	
Lahamda	409 " " "	
Nil östl. von Lahamda . .	399 " " "	
Omdurman	385 " " "	

4. Petrographische Untersuchungen.

In den nachfolgenden Zeilen sollen nur diejenigen Gesteine Erwähnung finden, von denen Proben mitgebracht wurden, was natürlich bei der primitiven Art der Beförderung in einem solchen Lande nur in beschränktem Maasse der Fall sein konnte. Es wurden eben nur Stücke mitgenommen, denen man schon an Ort und Stelle ein besonderes Interesse zu-

sprechen musste, und so war es nicht zu vermeiden, dass der Besitz von manchem Stück, das man liegen liess, heute nach genauer Untersuchung des Übrigen, erwünscht erscheint.

A. Eruptivgesteine.

I. Die Granite.

Alle Granite, welche ich zu beobachten Gelegenheit hatte, sind typische, an dunklen Gemengtheilen arme Biotitgranite, was mir besonders bemerkenswerth scheint, weil RUSSEGGER so vielfach von Amphibolgraniten spricht.

Der Granit von Kadero ist ein durch fleischrothen Orthoklas roth gefärbter, biotitarmer Granitit von ziemlich grobem Korn und typisch granitischer Structur. Charakteristisch mag für ihn auch die Armuth an Oligoklas sein.

In diesem Granit wurden Einschlüsse beobachtet, welche wesentlich aus fleischrothem, körnigem Feldspath mit schwarzen, im Striche grünen Flecken bestehen. U. d. M. hat man ein körniges Gemenge von Orthoklas mit wenig Oligoklas vor sich, in welchem sich Nester von Granat, Amphibol, etwas Erz und Epidot finden. — Der Feldspath ist stark kaolinisirt und längs der Spaltungstracen, seltener unregelmässig vertheilt liegen stark licht- und doppelbrechende Stäbchen und Blättchen, die vermuthlich dem Glimmer zuzurechnen sind und ihre Entstehung der Verwitterung des Feldspathes verdanken. — Der licht gelblichgrün, seltener licht weinroth gefärbte, manchmal zonar gebaute Granat tritt in Nestern unvollkommen begrenzter, löcherig durchbrochener Körner auf und ist meist verwachsen mit einem kräftig pleochroitischen, lichtgrünen, stengeligen Aktinolith oder hin und wieder mit Körnern von Epidot. Diese Nester sind dann meist begleitet von reichlicheren Ausscheidungen von Körnern und Krystallen von Magneteseisen, das seinerseits öfters zu Brauneisenerz zersetzt ist. — Dort, wo der Amphibol reichlicher auftritt, stellt sich auch Quarz ein und das Gemenge beider Mineralien zeigt Structur und Habitus eines Amphibolits.

Hier schliesst sich am besten das Gestein vom Gebel Reschad, welches ein normaler, lichtröthlichweisser, mittelkörniger Biotitgranit mit u. d. M. beobachtetem hohen Gehalt an Mikropertit und Mikroklin ist, und

der weisse, mittelkörnige, biotitarne Biotitgranit vom Golfan an. U. d. M. ist die Structur dieses Gesteines typisch granitischkörnig mit sehr wenig idiomorpher Ausbildung des dunkelkastanienbraunen Biotits. — Kalknatronfeldspath ist sehr wenig vorhanden, dagegen ist der Mikroperthit neben spärlichen Körnern von Mikroklin sehr reichlich vertreten. — Quarz ist reichlich zugegen und nicht selten beobachtet man die pegmatitische Verwachsung von Quarz und Orthoklas. — Der Mikroperthit stellt Orthoklas dar, der von einem z. Th. und besonders in verbogenen Feldspathen unregelmässigen, z. Th. längs der Spaltungstracen verlaufenden Albitgeäder durchzogen wird. — In diesem Granit wurde als Einschluss ein Stück eines lagenförmig und flaserig struirten mittelkörnigen Biotit-Amphibolgneisses beobachtet, in welchem man u. d. M. neben reichlichem Kalknatronfeldspath und Quarz wenig Orthoklas, reichlich Biotit und grössere Mengen von Hornblende beobachtet. Ferner sind als Accessorien zahlreiche kleine Krystalle und Bruchstücke von Apatit, gerundete Körnchen von Titanit, etwas Magnetit und einzelne Zirkonkryställchen vorhanden. Der Feldspath ist sehr frisch, Glimmer und Hornblende wesentlich xenomorph begrenzt, so dass das letztere Mineral oft eine Art intersertalen Auftretens zwischen den Feldspathleisten zeigt. Der kastanienbraune Biotit ist in normaler Weise stark pleochroitisch und ebenso zeigt die Hornblende kräftige Farben- und Absorptions-Unterschiede, indem *a* lichtbräunlichgelb, *b* dunkelbräunlichgrün und *c* dunkelgrasgrün gefärbt erscheint. Ihre Auslöschungsschiefe beträgt auf (010) ca. 24° gegen die Verticalaxe.

Abweichende Beschaffenheit zeigt der Granit von Delen. Dies ist ein graulichweisser, mittelkörniger, durch grosse Orthoklas porphyrtiger Biotitgranit. Der Feldspath ist durchweg weiss, der reichliche Quarz grau und der spärliche Biotit schwarzbraun bis grünlichschwarz. Ausser diesen Mineralien erkennt man mit der Lupe noch vereinzelt Oktaëderchen von Magnetit und Kryställchen von Titanit in Briefcouvertform auf der verwitterten Oberfläche. — U. d. M. zeigt sich spärlicher Oligoklas und daneben reichlicher Quarz gehalt. Der weitaus herrschende Orthoklas ist zumeist als Mikro-

perthit entwickelt und z. Th. etwas kaolinisirt. Der Mikroperthit zeigt theilweise das beim Granit vom Golfan beschriebene Geäder von Albit, theilweise aber gewährt er zwischen gekreuzten Nicols das Bild ziemlich starker Faserung. Der spärlich vorhandene Biotit ist lichtbräunlich durchsichtig und besitzt einen starken, zwischen olivengrün und grünlichkaffeebraun wechselnden Pleochroismus. Weingelber Titanit ist in meist guten Krystallen sehr reichlich zugegen und seinem ganzen Auftreten nach ein primäres Mineral. Dort, wo er den Glimmer berührt oder in ihn hineingreift, entsteht in diesem ein breiter, stark pleochroitischer Hof, in welchem die parallel den Spaltungstracen schwingenden Strahlen fast völlig absorbiert werden. Untersucht man geeignete Schnitte mit dem Quarzkeil, so findet man, dass in den pleochroitischen Höfen nicht bloss die Absorption für die verschiedenen Strahlen gegenüber dem übrigen Glimmer vergrößert wurde, sondern auch die Doppelbrechung, denn bei einem solchen Plättchen trat der achromatische Streifen im Haupttheil des Glimmers etwa bei $640 \mu\mu$, in dem pleochroitischen Hof dagegen erst bei etwa $850 \mu\mu$ auf. Darum und weil man solche Höfe im Glimmer auch um eine ganze Reihe anderer Mineralien beobachtet, glaube ich wohl, dass diese Höfe ihre Ursache in einer Deformation infolge ungleicher Zusammenziehung der verschiedenen Mineralien bei der Abkühlung des Gesteins haben. Die accessorischen Mineralien Magnetit, Apatit und Zirkon bieten nichts Bemerkenswerthes.

Hier wären nun auch diejenigen Granite anzuschliessen, welche durch Gebirgsdruck Planparallelstructur angenommen haben und sich dadurch in ihrem Ansehen wie Gneisse verhalten. Eine Andeutung dieser Erscheinung zeigen schon die Granite von Delen und von Reschad in ihrer der Faltungsrichtung entsprechenden schaligen Absonderung und z. Th. auch schon in der beginnenden Structuränderung, aber den Typus dieser Gesteine repräsentiren die Vorkommnisse von Tegele, bei welchen die Metamorphose zum grössten Theile sehr weit vorgeschritten ist.

Der wenig veränderte Granit von Tegele ist ein mittelkörniger, porphyrartiger, dem von Delen ähnlicher

Biotitgranit. Er tritt aber nur in untergeordneter Menge auf. Meist ist er sehr stark verändert und zeigt in feinkörniger, dunkelgrauer und weissfleckiger, flaserig struierter Grundmasse bis 30 mm lange und breite und 10—15 mm dicke Krystalle von licht fleischrothem Orthoklas. Die kleinen weissen Körner gehören einem zwillingsgestreiften Plagioklas an. Mit der Lupe erkennt man deutlich noch Quarz, Biotit und Chlorit. In stärker zersetztem Zustande wird die Farbe der flaserigen Grundmasse grünlich. U. d. M. ist der Mineralbestand der hierher gehörigen Gesteine folgender: Mikroperthit, Oligoklas, Quarz, Biotit, Chlorit, Muscovit, etwas

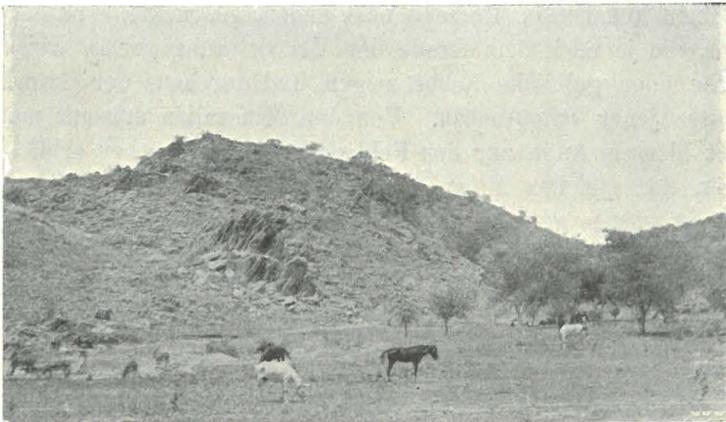


Fig. 6. Gneissgranit von Tegele.

Epidot, sehr reichlich Titanit, spärlich Magnetit und Apatit. — Der Orthoklas ist meist perthitisch, wie es schon bei den anderen Gesteinen beschrieben wurde (Fig. 11 Taf. XLII); der sonst normale Biotit besitzt einen Stich ins Grünliche, wird bei stärkerer Chloritisierung grün oder geht gänzlich in chloritische Substanzen über; der Titanit mit seinen meist guten Krystallformen ist röthlich-weingelb, besitzt starken Pleochroismus und zeigt öfters eine polysynthetische Zwillingsbildung und die Körner von Epidot sind stark pleochroitisch, königsgelb und farblos. — Die Structur ist eine typische flaserige Mörtelstructur. An der Bildung des Mörtels ist in erster Linie der Quarz theilhaftig, welcher dort, wo er sich häuft,

in einem Mosaikgewebe vorliegt; demnächst ist daran theiligt der Plagioklas und sehr untergeordnet der Orthoklas. Die Flaserung wird hauptsächlich durch die zerrissenen, planparallel gestellten Blättchen von Biotit und Chlorit zum Ausdruck gebracht. In den Flaserzügen finden sich auch hauptsächlich Titanit, Epidot, Apatit und Magnetit vor, während der Muscovit wesentlich in dünnen kurzen Lamellen im Orthoklas der zersetzten Gesteine auftritt. Aus alledem ist ersichtlich, dass die Metamorphose dieser Gesteine eine mehr mechanische gewesen ist und dass mit ihr Umwandlungsvorgänge sehr wenig Hand in Hand gingen.

Neben den eben beschriebenen augengneissartigen Gesteinen kommen in Tegele noch andere gedrückte Granite vor, die je nach dem Grade der Verwitterung graue, weisse oder gelbliche Farbe zeigen und durchaus der Grundmasse jener entsprechen. Von den Mineralien erkennt man mit blossem Auge nur den Feldspath. U. d. M. aber erblickt man den gleichen Mineralbestand wie dort, nur der Titanit ist in etwas geringerer Menge zu beobachten. Man sieht mikroskopisch die gleiche Augenstructur wie dort in verkleinertem Maassstabe und die Kataklyse hat gleiche Structur erzeugt wie dort. Bei einem der Gesteine ist sie fast bis zur Schieferung gediehen.

II. Gabbro.

Etwa 12 km westlich von Abu Uruf findet man im Granitgebiet Stücke eines mittelkörnigen, sehr frischen Gabbros. Er ist lichtgrau gefärbt und lässt neben triklinem Feldspath in geringen Mengen dunkelgefärbte, meist gut spaltende Mineralien erkennen. Die Plagioklase bilden kurze, schmale Leisten und sind öfters flussartig in parallele Züge geordnet. U. d. M. erkennt man neben dem Feldspath, Olivin, Hypersthen, Diallag, Hornblende und Magnetit. — Der weitaus herrschende Bestandtheil ist der Feldspath, ein Labradorit oder Bytownit mit den charakteristischen Interpositionen und von sehr frischer Beschaffenheit. Die übrigen Mineralien sind spärlich vorhanden, am reichlichsten aber unter ihnen der Olivin, welcher ebenfalls meist sehr frisch, selten vom Rande aus etwas serpentinisirt ist. Er tritt in Form von

Körnern oder in buchtig begrenzten Stücken auf. — Die braune, lichtbräunlich und kastanienbraun pleochroitische Hornblende mit ca. 18° Auslöschungsschiefe auf $\{010\}$ gegen die Verticalaxe, der blassröthlich gefärbte, blassrosa und grünlichweiss pleochroitische, z. Th. mit charakteristischen Interpositionen versehene Hypersthen und der sehr spärlich vorhandene, röthlich gefärbte diallagartige Augit sind niemals idiomorph begrenzt. Ebensovwenig die grossen unregelmässigen Körner von Magneteseisen, die hin und wieder ein Hercynitkörnchen umschliessen. — Über die Structur, Ausscheidungsfolge und die Beziehungen der farbigen Gemengtheile untereinander gewinnt man folgendes Bild: Die Structur ist die charakteristische Intersertalstructur des Gabbro, der Feldspath gegenüber den anderen Gemengtheilen stets idiomorph, obwohl er nicht das älteste, sondern das zweite Krystallisationsproduct ist. Jenes ist der Olivin, aber er wurde mit oder nach der Ausscheidung des Feldspaths wieder theilweise resorbirt und an seiner Stelle bildeten sich die Metasilicate. Ähnlich erging es dem Magneteseisen, das gleichalterig mit dem Olivin sein dürfte. Mit der Resorption des Olivins Hand in Hand, vielleicht z. Th. noch ihr voraus geht die Bildung des Hypersthens, denn diese beiden zeigen sich gegeneinander öfters geradlinig begrenzt. Olivin und Hypersthen sind stark corrodirt und vielfach entweder ganz oder theilweise umrandet von Diallag und dieser wieder von Hornblende oder nur von einem dieser beiden Mineralien allein. Das Erz wird nur von Hornblende umschlossen. Diallag und Hornblende sind gegenüber dem Feldspath typisch intersertal, während Olivin und Hypersthen dort, wo sie im Feldspath liegen, als präformirte Körner eingeschlossen wurden. — Das Gestein ist im Ganzen sehr frisch, der Olivin, wie schon gesagt, manchmal etwas serpentinisirt und hin und wieder der Amphibol besonders dort, wo er schmale Zonen um den Magnetit bildet, bartartig in grüne Hornblendefasern umgewandelt. — Von der chemischen Zusammensetzung gewährt uns die nachstehende, von meinem Assistenten Herrn SPROCKHOFF ausgeführte Analyse ein Bild.

Analyse I¹.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
Si O ₂	48,78	8076	53,98
Ti O ₂	0,37	53	0,35
Al ₂ O ₃	22,51	2203	14,72
Fe ₂ O ₃	1,92	120	0,80
Fe O	7,73	1074	7,18
Mn O	Spur	—	—
Mg O	5,22	1293	8,64
Ca O	9,67	1727	11,54
Na ₂ O	1,81	292	1,95
K ₂ O	1,17	124	0,83
Glühverlust	1,68	—	—
Summe	100,86	14,962	99,99

Daraus ergibt sich die OSANN'sche Formel: s 54,33, a 1,8, c 7,7, f 10,5, n 7,0 und der Kieselsäurequotient $k = 0,96$.

Entsprechend den Erörterungen auf p. 423 u. 432 muss sich bei dem niedrigen Kieselsäurequotienten, dem Vorherrschen der Magnesia über das Eisenoxydul und der Summe des Eisenoxyduls und der Magnesia über den Kalk Olivin ausscheiden und der niedrige Kieselsäurequotient ist eine Garantie dafür, dass später keine vollständige Resorption des Olivins stattfindet. Auch hier bestätigt sich, was wir später noch zeigen werden, dass der Olivin sich nicht bloss bei einem unterhalb 1 fallenden Kieselsäurequotienten oder nur so lange ausscheidet, sondern, dass er sich auch bei einem über 1 gestiegenen k noch ausscheiden kann, woferne nur die zweiwerthigen Metalle reichlich vorhanden sind und unter ihnen die Summe von Magnesia und Eisenoxydul bzw. die Magnesia vorherrscht, aber die Zahlenwerthe dieser Verhältnisse wären noch experimentell zu bestimmen. Der Abscheidung des Olivins muss bei weiterer Abkühlung die Krystallisation des Hypersthens infolge des zu starken Anwachsens des Kieselsäurequotienten folgen und mit ihm beginnt auch der Feldspath seine Krystallisation. Damit wird aber das Magma ärmer und ärmer an Alkalien und so die Löslichkeit des Olivins grösser. Er wird resorbirt und beim weiteren Abkühlen scheidet sich an seiner Stelle zunächst vielleicht noch Hypersthen und weiter

¹ P₂O₅ 0,44 nachträglich bestimmt wäre noch von Fe₂O₃ in Abzug zu bringen.

je nach dem Verhältniss von Kalk zu Magnesia und Eisen Hornblende und Augit ab. Die Krystallisation des Magnetits ist wahrscheinlich mit der Feldspathbildung verknüpft, weil dadurch dem Eisenoxyd ein Theil seines Lösungsmittels entzogen wird.

III. Aplitische Ganggesteine (Granit-Aplite).

Aus dem Golfan wurde ein röthlich- und weissfleckiger Aplit von sehr feinkörniger Beschaffenheit mitgebracht. Man erkennt darin mit blossem Auge Feldspath, Quarz und etwas Magnesiaglimmer. U. d. M. erblickt man neben vorherrschendem Mikroklin und Orthoklas, etwas Oligoklas, ziemlich viel Quarz, wenig Biotit, etwas Muscovit, vereinzelte, ziemlich grosse Krystalle von Zirkon, einige Körnchen von Titanit und gelbem Epidot. — Der Mikroklin ist der am reichlichsten vertretene Feldspath, dem der Orthoklas an Menge wenig nachsteht. Dieser ist häufig gefasert oder mikroperthitisch mit Albit verwachsen. Oligoklas ist äusserst wenig vorhanden. Der Quarz bildet unregelmässige Körner, tritt aber nicht interstitial auf. Der Biotit ist rothbraun mit normalem Pleochroismus und der Muscovit erscheint in sehr kleinen Blättchen und Leistchen als Umwandlungsproduct auf den Spaltungsrisen des Feldspaths. — Die Structur ist nahezu typisch aplitisch mit einer kleinen Abweichung nach dem Granitisch-körnigen hin.

Diesem Gestein schliesst sich ein anderes, flaseriges bis dünnschieferiges, stark zersetztes Gestein von demselben Fundpunkte an. Auf seinen Schieferungsflächen erkennt man zahllose feinste Muscovitblättchen, während es sich auf dem Querbruche als ein feinkörniges Gemenge von Feldspath und Quarz darstellt. U. d. M. ist der Mineralbestand dem des vorhergehenden Gesteins durchaus ähnlich, nur ist die secundäre Zersetzung viel weiter vorgeschritten, was sich in der Kaolinisirung der Feldspäthe — ausschliesslich des Mikroklin — und in einer Gelbfärbung des Biotits zeigt. Dieser ist von schwefelgelber Farbe, aber noch stark pleochroitisch nach hellen Tönen hin. Muscovit ist reichlicher und auch im Gesteinsgewebe vertheilt. — Die Structur ist eine typische Mörtelstructur mit flaserig beschaffener Grundmasse. Die

Augen bestehen wesentlich aus Feldspath, die Grundmasse aus Quarz. Die Einsprenglinge sind meist am Rande zertrümmert und von der Grundmasse flaserartig umlagert. Die Quarzgrundmasse selbst ist körnig und nicht mosaikartig verflochten, die Auslöschung der einzelnen Quarzkörnchen nicht undulös. Die Muscovitleistchen durchziehen die Grundmasse und der Biotit liegt gerne in kleinen Nestern beisammen. Wir haben es sonach hier mit einem dynamisch veränderten, aus-gewalzten Aplit zu thun.

Ähnliche Gesteine wie die beiden eben beschriebenen finden sich im Chor bei Delen. Das eine ist ein ziegelrothes, kleinkörniges, miarolithisches Gestein, in welchem das mit der Lupe bewaffnete Auge ziegelrothen Feldspath, grauen Quarz und zahlreiche gelblichgrüne Körner von Pistazit schaut. U. d. M. sieht man, dass der weitaus herrschende Bestandtheil des Gesteines der Feldspath ist und dass dieser zu etwa gleichen Theilen aus Orthoklas, Mikroklin und Oligoklas-Albit besteht. Der Orthoklas hat öfters den Charakter des Perthits. Sämmtliche Feldspäthe sind stark kaolinisirt. Quarz ist nicht allzureichlich vorhanden, dagegen findet sich der Epidot in pistaziengrünen, kleinen, meist guten Kryställchen im Gesteine weit verbreitet. Sie sind gerne zu Häufchen oder Schnüren aggregirt und haben sich vorzugsweise längs der Berührungsflächen der anderen Mineralien oder auf deren Spaltungsdurchgängen angesiedelt. Structurell steht das Gestein zwischen Aplit und Granit.

Das andere Gestein dieses Fundpunktes ist kleinkörnig, lichtröthlichgrau gefärbt und ebenfalls sehr arm an farbigen Gemengtheilen. U. d. M. sieht man Quarz, perthitischen Orthoklas, etwas Oligoklas, wenig Mikroklin und wenig Biotit, während Apatit, Zirkon und Magnetit fast ganz fehlen, also abgesehen von dem fehlenden Titanit, den Mineralbestand des Granits von Delen. Überall beobachtet man den Beginn einer Kataklyse, indem undulöse Auslöschung, Biegung und Zerbrechung zu den gewöhnlichsten Erscheinungen gehören. Der zu flaserartigen Bändern aneinander gereihete Biotit, welcher meist auf der Grenze zwischen Quarz und Feldspath sich hinzieht, demonstirt diese Vorgänge ebenfalls. Daneben hat eine ziemlich weitgehende Zersetzung Platz gegriffen, die

sich in der Kaolinisirung der Feldspäthe, in der Ausscheidung von Brauneisenerz aus dem jetzt kaum noch pleochroitischen, gelb gefärbten Biotit und in der Ansiedelung von zahlreichen kleinen Körnchen von Epidot zwischen den anderen Gesteinsbestandtheilen zeigt.

Auch in den Gneiss-Graniten von Tegele kommt ein Aplit vor. Er ist lichtfleischroth gefärbt, feinkörnig und zeigt Andeutung von flaseriger Structur. U. d. M. zeigt er im Wesentlichen Übereinstimmung mit den zugehörigen Graniten und unterscheidet sich von ihnen nur durch reichlicheres Auftreten von Mikroklin und Muscovit und die geringe Betheiligung von Biotit, Titanit und Epidot. Das Gestein ist wie die Granite durch Metamorphose kataklastisch geworden und lässt die bei jenen beobachteten Erscheinungen in gleicher Art erkennen.

IV. Aplitischer Granitporphyr.

Ein sehr eigenthümliches Gestein ist das, welches im Granit von Kawalib in einem ca. 30 m breiten Gange auftritt. Es umschliesst ganze Blöcke des umgebenden Granits und zeigt am Salband und in der Gangmitte wesentlich verschiedene Ausbildung. In der Gangmitte, wo das Gestein eine graulichweisse Farbe zeigt, beobachtet man zahlreiche, bis 4 mm grosse, meist aber kleinere Einsprenglinge von gelblichweissem Feldspath, etwas weniger solche von farblosem Quarz und mehr sporadisch von dunkelbraunem, fast schwarzem Biotit in einer reichlichen feinkörnigen Grundmasse. Nach dem Salband des Ganges hin werden die Einsprenglinge spärlicher und spärlicher und verschwinden schliesslich am eigentlichen Salband gänzlich. Der letztere Theil des Ganges ist auch relativ am stärksten zersetzt und hat durch die Ausscheidung von Eisenoxyden aus den Schüppchen des Biotits eine gelbliche, nach der Rinde hin ockergelbe bis rostbraune Farbe angenommen. Durch das ganze Gestein lässt sich eine gewisse zuckerkörnige Beschaffenheit nicht in Abrede stellen. U. d. M. erkennt man auch den Feldspath als den weitaus herrschenden Theil der Einsprenglinge, und zwar ist es Mikroklin, welcher weit überwiegt gegenüber den anderen Feldspäthen. Nächst ihm lassen sich noch ziemlich zahlreiche

zwillingslamellirte Plagioklase beobachten, welche nach ihren optischen Eigenschaften dem Albit oder einem sehr kalkarmen Oligoklas angehören. Auch eine kleine Anzahl Orthoklasdurchschnitte sind zu finden, doch zeigt er zwischen gekreuzten Nicols durch sein geflammtes, faseriges oder geädertes Aussehen seine Zugehörigkeit zum Perthit an. Der Glimmer ist ein im durchfallenden Lichte graulichgelber, mit strohgelben und dunkelgrünlichbraunen Farbentönen stark pleochroitischer Biotit mit auffallend vielen pleochroitischen Höfen. Er ist optisch vollkommen einaxig und zeigt so starke Doppelbrechung, dass man im Dünnschliff stets noch deutlich den ersten Ring des Axenbildes beobachtet. — An der Zusammensetzung der Grundmasse betheiligen sich neben weitaus vorherrschendem Quarz Orthoklas und sehr spärlich Biotit. Ausserdem sind vereinzelte Körnchen von Fluorit vorhanden. — Die Structur hat mancherlei Eigenthümlichkeiten (Fig. 1 u. 2 Taf. XXXVII). Betrachtet man den Dünnschliff mit der Lupe, so scheinen alle Einsprenglinge, ausgenommen den Glimmer, scharf begrenzt. U. d. M. aber und zwischen gekreuzten Nicols ist es anders. Gleichwie der Biotit in den grösseren Individuen eine ruinenhafte Begrenzung zeigt und in den kleinen Flitterchen der Grundmasse sich sogar dem dendritischen Aussehen nähert, oder wolkenartig zerschlitzten Blumenblättern gleicht, so sind die Einsprenglinge des Quarzes und Feldspaths allüberall etwas in die Grundmasse fortgewachsen und man erhält dadurch den Eindruck einer eben beginnenden Granophyrstructur. Das Quarzfeldspathgemenge der Grundmasse nähert sich der panidiomorph-körnigen Structur der Aplite und gewährt zwischen gekreuzten Nicols den Anblick eines unregelmässigen Pflasters. — Mit der Annäherung an das Salband nimmt der Fluorit etwas zu und der Gegensatz zwischen Einsprenglingen und Grundmasse schwindet mehr und mehr. Dagegen nehmen an dem feinkörnigen Gemenge der Grundmasse jetzt auch Mikroklin und Albit theil, die man vorher darin nicht erkennen konnte. Dicht am Salband sind die Einsprenglinge gänzlich verschwunden und es macht sich nun ein Streben nach der Bildung von Mikropegmatit geltend. Nach Structur und Mineralbestand haben wir sonach ein Gestein vor uns,

welches seine Stellung zwischen den Apliten und Granitporphyren finden müsste. Die von einem meiner Schüler Herrn M. SCHWEIG angefertigte Analyse II ergab folgendes Resultat:

Analyse II.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO ₂	72,6	1202	80,30
Al ₂ O ₃	13,9	136	9,08
Fe ₂ O ₃	0,8	5	0,33
FeO	0,8	11	0,73
MgO	Spur	—	—
CaO	0,2	4	0,27
Na ₂ O	6,2	100	6,68
K ₂ O	3,7	39	2,61
Glühverlust	0,8	—	—
Summe	99,0	1497	100,00

Aus dieser Analyse ist ersichtlich, dass das Gestein einen fast reinen Feldspathkern mit ca. 24 % darin gelöster überschüssiger Kieselsäure darstellt. Die geringen Mengen von Eisenoxyd und -Oxydul gaben zur Biotitbildung Veranlassung und die verschwindend kleine Quantität von Kalk tritt in den Albit ein, der ja, wie wir oben gesehen haben, einen wesentlichen Gemengtheil des Gesteines bildet. Wie schon z. Th. die Structur, so weist auch der chemische Bestand auf ein aplitisches, dem Paisanit ähnliches Gestein hin. Versuchen wir uns nun ein Bild von den Krystallisationsvorgängen in diesem Magma zu machen, so müssen wir zuvörderst betonen, dass nach den Untersuchungen von SCHWEIG¹ ein solches Feldspathmagma so grosse Mengen von Kieselsäure nur bei exorbitant hoher Temperatur aufzunehmen vermöchte. Da aber das Magma durch die ersten Ausscheidungen von Mikroklin und Albit demonstrirt, dass es eine solch exorbitant hohe, 1500° C. übersteigende Temperatur nicht hatte, so müssen wir an die Gegenwart beträchtlicher Mengen von Wasser denken. Dann deutet aber die Structur des Salbandes auf rasche Abkühlung einerseits und schnellen Wasserverlust andererseits, während das Gewebe der Gangmitte mit seiner quarzreichen Grundmasse auf ein langes Festhalten des Wassers und mit seiner porphyrischen Structur auf langsame Abkühlung hinweist. Aus diesen Betrachtungen aber,

¹ S. die letzte Arbeit dieses Bandes.

wie auch aus den Einschlüssen von Granit, ergibt sich auch, dass das Nebengestein des Ganges schon fest und relativ kalt geworden war, als das Ganggestein zur Eruption kam, dass also dieses jenem nicht unmittelbar genetisch verbunden sein kann.

V. Granitporphyr.

Ein bis zwei Stunden südlich von Kadero findet man zahlreiche Stücke eines dunkelfleischroth gefärbten, parallel-epipedisch abgesonderten, nahezu splitterig brechenden Granitporphyrs, in welchem man mit blossem Auge nicht eben zahlreiche kleine Einsprenglinge von Orthoklas und Quarz erkennt. Die Verwitterungsrinde ist lichter gefärbt. U. d. M. erscheint das ganze Gestein fast nur aus Quarz und Feldspath zu bestehen, indem die Menge des stark chloritisirten, z. Th. ganz in Chlorit umgewandelten Biotits ausserordentlich gering ist. Seiner Zersetzung mögen auch die wenigen Erzpartikelchen ihre Entstehung verdanken. Die Structur des Gesteines ist typisch porphyrisch und die Einsprenglinge eines stark kaolinisirten Orthoklases, des Quarzes und des Biotits, liegen in einer feinkörnigen, im Wesentlichen granoporphyrisch struirten, aus Mikropegmatit bestehenden Grundmasse. Nur ganz local zeigt sich eine Annäherung an die mikrogranitische Structur. — Wie wir sehen ist auch für dieses Gestein wie für das vorher besprochene von Kawalib der geringe Gehalt an farbigen Silicaten und damit an zweierwerthigen Metallen charakteristisch und wir können es vom chemischen Standpunkt, nicht aber vom structurellen, den Apliten angliedern.

VI. Syenitporphyr.

Eine Gangspalte des Gneissgranits von Tegele ist erfüllt mit einem im relativ frischen Zustand dunkelfleischroth, im verwitterten lichtziegelroth aussehenden Syenitporphyr von dichter Beschaffenheit. Man erkennt darin mit der Lupe nur verhältnissmässig wenige, kaum 2 mm grosse Einsprenglinge von Orthoklas und vereinzelte Nesterchen von Epidot. U. d. M. sieht man neben den kaolinisirten Einsprenglingen von Orthoklas eine im Wesentlichen panidiomorph-körnige Grundmasse von gedrunenen Orthoklasleisten mit sehr wenig intersertalem

Quarz. Diese Grundmasse ist durchschwärmt von meist sehr kleinen Muscovitleisten, die scheinbar etwas flaserartig angeordnet sind; sie ist übersät mit kleinen Putzen oxydischer Eisenerze und nicht selten finden sich winzige Rhomboëder von bluthroth bis braun zersetztem Eisenspath. — Nach diesen Beobachtungen dürfte sich das Gestein von den weiter oben erwähnten Granitporphyren chemisch durch geringeren Kieselsäuregehalt und etwas grössere Mengen von Eisen unterscheiden. Mineralogisch hat es mit dem Granitporphyr von Kadero den Mangel an Mikroklin gemein und unterscheidet sich eben dadurch von dem aplitischen Gestein von Kawalib, dem es aber wieder structurell näher verwandt ist.

VII. Malchit-Gauleit-Gabbroporphyr.

1. Das von Kadero stammende Gestein ist lichtgrau gefärbt, feinkörnig und porphyrisch struirt. Der porphyrische Charakter wird durch zahlreiche, lichtgrünlichweiss aussehende bis 12 mm lange und 6 mm breite, meist aber kleinere Plagioklase und einzelne schwarze, in der Prismenzone wohlbegrenzte Hornblendesäulchen von ca. 5 mm Länge bestimmt. Ausserdem erkennt man in dem Gestein mit der Lupe einzelne grössere Krystalle von Pyrit. U. d. M. vermehrt sich dieser Mineralbestand um eine lichtgrünliche Hornblende neben der braunen, um etwas Quarz, Titanit, Apatit, Magnetit und Chlorit. Von diesen Mineralien gehörten wohl die grüne Hornblende, der Chlorit, vielleicht auch Titanit und Magnetit nicht dem primären Bestande an. — Der Feldspath tritt in zwei Generationen auf, als Einsprengling und als herrschender Bestandtheil der Grundmasse. Jene schon mit der Lupe als zwillingslamellirte Plagioklase erkennbar, haben durch Verwitterung eine starke Veränderung erfahren, indem sie aufs Innigste mit meist stark licht- und kräftig doppelbrechenden, gewöhnlich stengeligen bis blätterigen, selten körnerförmigen Substanzen durchsetzt sind, welche nach dem optischen Verhalten zum grössten Theile Hornblende, seltener Chlorit oder saussurische Producte sein dürften. Dadurch ist die Zwillingslamellirung sehr stark verwischt. Die Feldspäthe der Grundmasse verhalten sich, was die Zersetzung betrifft, im Centrum meist wie die Einsprenglinge, nach aussen aber sind sie

frisch und unverändert. Ihre Form ist eine isometrische bis ganz schwach leistenförmige, die Begrenzung im Wesentlichen idiomorph mit ruinenartig gezacktem Rande und stellenweise kommt es zur Bildung von ganz geringen Mengen von Mikropegmatit. Die Zwillingsbildung ist meist eine einfache nach dem Karlsbader Gesetz, ganz selten nur ist polysynthetische Streifung vorhanden, die Auslöschung ist im Centrum grösser als am Rande und nimmt mit Annäherung an den Rand ganz allmählich ab. Auf die Natur dieser Feldspäthe wollen wir nachher noch einmal zu sprechen kommen. — Die primäre Hornblende ist braun, mit einem starken, zwischen lichtstrohgelb und lichtkastanienbraun wechselnden Pleochroismus und besitzt in der Prismenzone eine maximale Auslöschungsschiefe von ca. 15° . In dieser Zone wird sie begrenzt von den Formen $\{110\}$ und $\{010\}$, wobei die erstere etwas vorherrscht. Öfters ist sie in eine bläulichgrüne, faserige Hornblendevarietät umgewandelt oder es sind auch unregelmässige Fetzen von Chlorit und vielleicht daneben Pyrit und die unregelmässigen farblosen Titanitkörnchen entstanden. — Der Apatit ist nur spärlich zu beobachten. — Die Structur (Fig. 3 Taf. XXXVIII) des Gesteins ist holokrystallinporphyrisch. Dabei neigt das Gewebe der Grundmasse zum panidiomorph-körnigen und durch die Ausfüllung der letzten Interstitien mit Quarz und Mikropegmatit zum mikrogranitischen. — Die chemische Zusammensetzung ergibt sich aus folgender von Herrn D. SCHIMPF ausgeführten Analyse III.

Analyse III.

		Mol.-Prop. auf 100 ber.	
SiO ₂	62,07	10276	68,11
TiO ₂	0,21	30	0,20
Al ₂ O ₃	17,15	1678	11,13
Fe ₂ O ₃	1,87	117	0,78
FeO	3,57	496	3,29
MnO	0,26	37	0,25
MgO	2,39	592	3,93
CaO	4,84	864	5,73
Na ₂ O	4,75	765	5,07
K ₂ O	2,15	229	1,52
P ₂ O ₅	Spur	—	—
S	0,08	—	—
H ₂ O bei 110°	0,21	—	—
Glühverlust	0,97	—	—
Summe	100,52	15084	100,02

Hieraus ergibt sich die OSANN'sche Formel s 68,3, a 6,6, c 4,6, f 8,7, n 7,5. Berechnet man die Thonerde auf Alkali- bezw. Kalkfeldspath, den Rest des Kalkes zusammen mit den anderen zweiwerthigen Metallen als Metasilicate, so verbleibt ein Überschuss von rund 10 % freier Kieselsäure, was gegenüber dem mikroskopischen Befund etwas hoch erscheint, aber wir haben ja auch das Eisenoxyd nicht berücksichtigt. Das Verhältniss von Alkalifeldspath zu Kalkfeldspath stellt sich bei dieser Berechnung $Ab : An = 3 : 1$, wobei allerdings eine Verschiebung noch zu Gunsten des Alkalifeldspathes eintreten kann durch den Eintritt von Thonerde in den Amphibol. Das Verhältniss von Orthoklas zu Albit ist wie 3 : 10. Hieraus und aus den mikroskopischen Beobachtungen dürfte nun zu folgern sein, dass die ersten Ausscheidungen aus dem Magma, die Einsprenglinge, einem Andesin angehören, der auch im Kern der Grundmassfeldspäthe auftritt, welchen ich übrigens für synchron mit den Einsprenglingen halte. Im weiteren Verlauf der Feldspathkrystallisation muss dieser immer ärmer an Kalk, muss mehr und mehr Oligoklas werden; aber zuletzt überwiegt der Kaligehalt den Natrongehalt und man muss nun entweder an einen Mantel von Orthoklas oder, was mir wahrscheinlicher dünkt, von Anorthoklas denken. — Wenn man sich nun fragt, wo das Gestein einzureihen sei, so kommt man in eine gewisse Verlegenheit, weil man sein Alter nicht kennt. Ist es ein (älteres) Ganggestein im Sinne von ROSENBUSCH, so muss man es nach dem chemischen und mineralogischen Befund bei den Dioritporphyriten oder bei den Malchiten einreihen. Will man es aber mit Ergussgesteinen vergleichen, so findet man die am meisten ähnlichen Gesteine bei den Quarzporphyriten und Daciten.

2. An dieses Gestein ist ein weiteres, an demselben Fundpunkt beträchtlich häufiger vorkommendes anzureihen. Es unterscheidet sich von dem vorhergehenden Gestein durch die dunkler graue Färbung, feineres Korn und grössere bis 20 mm lange und 3 mm breite, öfters zu Knäueln zusammengehäufte, ebenfalls grünlichweiss-speckige Plagioklas-Einsprenglinge. U. d. M. tritt zu dem Mineralbestand des vorbesprochenen Gesteins Pyroxen hinzu und der Quarz fehlt. — Auch hier tritt der Feldspath in zwei Generationen, als Einspreng-

ling und Grundmasse, auf. Im ersteren Falle demonstrirt er sich durch die fast gerade Auslöschung gegen die Klinodiagonale auf M, durch den goniometrisch gemessenen Spaltungswinkel $M : P \ 93^{\circ} 17'$ als ein Andesin oder kalkreicher Oligoklas. Die Umwandlung in Amphibol ist hier wie dort vorhanden, aber mehr auf den Kern beschränkt und z. Th. an die Spaltungsrisse geknüpft. Der Rand der Einsprenglinge ist wesentlich frischer als der Kern. Die Feldspäthe der Grundmasse zeigen meist etwas kürzere Leistengestalt, die vielfach in eine rechteckig-anguläre übergeht. Sie geben sich leicht als Oligoklas mit Mänteln von Orthoklas oder Anorthoklas zu erkennen, sind viel frischer als die Einsprenglinge, doch im Kerne auch etwas angegriffen, während der Rand ganz intact ist. Meist ist die Begrenzung ganz regelmässig, öfters aber auch ruinenartig. — Der Pyroxen ist monoklin, sehr licht gefärbt, fast farblos und als Einsprengling vollkommen idiomorph. Doch treten die Pyroxeneinsprenglinge gegenüber dem Feldspath sehr zurück. Die Auslöschungsschiefe auf der seitlichen Endfläche beträgt mehr als 40° gegen die Spaltrisse, was auf einen diallagartigen Augit hinweist. An der Zusammensetzung der Grundmasse betheiligt sich der Augit in einer sehr eigenthümlichen Weise, indem er zumeist mit dem Feldspath poikilitisch verwachsen ist (Fig. 4 Taf. XXXVIII) und so gleichsam die Stelle des Mikropegmatits in dem vorhergehenden Gesteine vertritt. Die einzelnen Theile des im Feldspath öfters subradial angeordneten Pyroxens zeigen eine gemeinsame Auslöschung und das Ganze erinnert manchmal an Granophyr- oder Hornfelsstructur. Meist ist der Augit randlich in eine lichtgrasgrüne, seltener bläulichgrüne Hornblende umgewandelt, die auch in zahlreichen langen, farblosen oder ganz schwach grünlich gefärbten Nadeln das ganze Gestein durchspickt. Bei dieser Umwandlung haben sich Putzen von Titanit gebildet, welche nun in der secundären Hornblende stecken. — Möglicherweise waren auch geringe Mengen einer primären braunen Hornblende wie in dem vorhergehenden Gestein vorhanden, denn einige regelmässige bräunlich gefärbte Durchschnitte weisen darauf hin. — Das Erz ist offenbar zweierlei Art, denn einerseits finden sich vielfach Schnitte durch das Oktaëder, was auf Magnetit deutet, und andererseits kommen

auch zahlreiche lange Leistchen vor, die ich dem Titaneisen zuzusprechen geneigt bin. — Structurell ist das Gestein durchaus dem vorhergehenden ähnlich, holokrystallin-porphyrisch und die Grundmasse nahezu panidiomorph-körnig. Die Ausscheidungsfolge der wichtigeren Mineralien ist: Andesin, Augit, Hornblende, Oligoklas, Augit. — Von den chemischen Verhältnissen giebt die von Herrn SCHWEIG angefertigte Analyse IV ein Bild.

Analyse IV.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
Si O ₂	58,0	9603	64,49
Al ₂ O ₃	16,1	1575	10,61
Fe ₃ O ₃	4,0	250	1,68
Fe O	6,2	861	5,78
Mg O	1,8	446	2,99
Ca O	5,1	911	6,12
Na ₂ O	5,5	886	5,95
K ₂ O	3,4	361	2,42
Glühverlust	1,1	—	—
Summe	101,2	14893	100,04

Daraus ergibt sich die OSANN'sche Formel s 64,5, a 7,19, c 1,93, f 10,88, n 7,1. Es ist das Gestein gegenüber dem vorhergehenden also ausgezeichnet durch geringeren Gehalt an Kieselsäure, höheren Gehalt an Alkalien und an Magnesia plus Eisenoxydul. Durch dieses Verhältniss wird die Ausscheidung von Quarz unmöglich gemacht, denn der Kieselsäurequotient fällt auf $k = 0,96$; es wird das Verhältniss von nicht an Thonerde im Feldspathmolecül gebundenen Kalk zum Rest der zweiwerthigen Basen (Fe O + Mg O + Mn O), welches dort wie 1:6 war, günstiger für den Kalk und gleich 1:2,25, wodurch die Ausscheidung der Hornblende, hier die des Augits bedingt zu werden scheint. Wollte man nun die gesammte Thonerde als Feldspath berechnen, dann ergäbe sich die Ausscheidung eines Orthosilicates als Nothwendigkeit. Da von einem solchen aber nicht einmal Spuren gefunden wurden, so muss ein Theil der Thonerde im Pyroxen stecken. Dieser Antheil lässt sich nun aber berechnen unter der gewiss nicht ganz, aber doch nahezu zutreffenden Voraussetzung, dass das Eisenoxyd vollständig in

Form von Magnetit an der Gesteinszusammensetzung sich betheiligt. Unter Verzicht auf die Einzelheiten der Berechnung ergibt sich in Molecularproportionen Folgendes:

K Al Si ₃ O ₈ . . .	2888	}	ca. 70 % Feldspath
Na Al Si ₃ O ₈ . . .	7088		
Ca Al ₂ Si ₂ O ₈ . . .	580		
Ca Si O ₃	1516	}	ca. 23½ % Augit
Mg Si O ₃	542		
Fe Si O ₃	1222		
Mg Al ₂ Si O ₆	525		
Fe Fe ₂ O ₄	500		

ca. 5½ % Magnetit.

Das Verhältniss der Feldspäthe zu einander stellt sich dann wie folgt: Ab : Or = 10 : 4 und (Ab + Or) : An = 13 : 1. Aus diesen Zahlen lassen sich auf die Vorgänge im Magma Schlüsse ziehen. Hoher Alkaligehalt mit niedrigem Gehalt an Kieselsäure bedingt die erste Ausscheidung des Oligoklas mit Kalkreichthum, jene Verhältnisse in Verbindung mit hohem Gehalt an Thonerde und zweiwerthigen Basen die gleichzeitige Bildung von Thonerde-haltigem Pyroxen. Durch diese Ausscheidungen, mit denen die Bildung der Eisenerze Hand in Hand geht, wird das Restmagma auf eine dem Alkalifeldspath nahestehende Zusammensetzung gebracht und es müssen demnach die Feldspäthe der Grundmasse oder die letzten Anwachszone der Feldspatheinsprenglinge Alkalifeldspäthe sein. Nach dem optischen Verhalten kann aber nur Anorthoklas und kein monokliner Feldspath vorliegen. Mit ihm scheiden sich die letzten Reste der Metasilicate, im vorliegenden Falle in poikilitischer Verwachsung, aus. — Sieht man sich nach ähnlichen Gesteinen um, so findet man, dass es wie das vorhergehende Gestein unter den Ganggesteinen seine nächsten Verwandten wiederum unter den Natronminetten und Malchiten hat, sich von ihnen aber durch auffallend grossen Alkaligehalt bzw. sehr grosses a der OSANN'schen Formel unterscheidet und damit dem Gauteit nähert. Unter den Ergussgesteinen passt es vortrefflich zu den Trachydoleriten.

3. Hier reiht sich noch ein anderes Gestein von Kadero an, welches grünlichgrau gefärbt, von feinkörniger Beschaffenheit und nicht porphyrisch ist. Mit der Lupe erkennt man darin nur kleine kurze Feldspathleisten, zahlreiche kleine

Amphibolsaulchen und einzelne kleine Calcitnester. U. d. M. sieht man ausserdem noch Pyroxen, sehr wenig Erz und Apatit, etwas reichlicher Chlorit und Titanitfetzen, spärlich Epidot. — Der Feldspath bildet nicht allzulange Leisten von ruinenhafter Begrenzung und ist im Kerne sehr stark von neugebildetem Amphibol durchsetzt, während der Rand frisch und wasserklar ist. Die Doppelbrechung ist im Kerne durch die Neubildungsproducte fast ganz verwischt, am Rande dagegen deutlich aber schwach. Zwillingslamellirte (mit feinen Lamellen) Individuen sind selten, ofers findet man solche mit ganz verschwommener Lamellirung und am häufigsten sind solche ohne eine Spur davon. Stets aber ist eine zonare Structur vorhanden, insoferne als die Auslöschung vom Centrum nach der Schale sich allmählich ändert. An mit THOULET'scher Lösung isolirten Stückchen kann man auf Schnitten nach P, welche jene Lamellirung erkennen lassen, eine geringe etwa $+5^{\circ}$ betragende Auslöschungsschiefe bestimmen, die in Schnitten nach M etwa 5° bis 10° beträgt. Im convergenten Lichte sind Beobachtungen wegen der Kleinheit der Stücke und ihrer unvollkommenen Durchsichtigkeit nicht zu machen. Allem nach scheint es mir wahrscheinlich, dass auch dieser Feldspath wenigstens in seinem Rande einen Anorthoklas darstellt, während sein Kern vielleicht Oligoklas ist und jedenfalls ist eine, abgesehen vom fehlenden Quarz, Übereinstimmung mit dem ersten dieser Gesteine vorhanden. — Der Pyroxen ist ein farbloser Augit mit einer ca. 40° gegen die Verticalaxe betragenden maximalen Auslöschungsschiefe. Er zeigt keine idiomorphe Begrenzung, sondern tritt intersertal zwischen den Feldspäthen auf, doch scheint dann ofers der ruinenartig gezackte Rand der Feldspäthe zu fehlen. Idiomorphe Augite wurden nie beobachtet (Fig. 5 Taf. XXXIX). Vielfach ist das Mineral in Chlorit umgewandelt, der nun seinerseits interstitial zwischen den Feldspäthen liegt und ofers noch Putzen unzersetzten Augits umschliesst. Häufig findet sich auch der Augit mit einem Barte neugebildeter Hornblende umsäumt. In der Gesellschaft der Augitzeretzungsproducte findet man ausserdem unregelmässige Putzen seltener Krystalle von Titanit und einzelne Körner blassgelben Epidots, wie auch die Calcitnestchen sich wohl an die Stelle des Pyroxens gesetzt

haben. — Der Amphibol ist z. Th. sicher primär und entspricht dann dem aus dem p. 420 beschriebenen Gestein. Er ist lichtkastanienbraun, stark pleochroitisch und hat eine im Maximum ca. 15° gegen die Verticalaxe betragende Auslöschungsschiefe. Er ist in der Prismenzone idiomorph $\{110\}$ $\{010\}$ und wird randlich eingefasst von den Feldspäthen, die aber dann nicht ruinenartig gezackt sind und nach ihm hin der frischen Randzone ermangeln. Doch kommt auch intersertale Hornblende vor, die dann ausnahmsweise ein Augitkorn umschliesst, so dass man in Zweifel geräth, ob hier eine primäre oder, was wahrscheinlicher ist, secundäre Hornblende vorliegt. Die braune Hornblende ist in allmählicher Umwandlung in eine grüne Abart begriffen und es kommt nicht selten vor, dass sie dann einen uralitischen Bart hat. Zweifellos neugebildete uralitische Hornblende ist im Gestein allenthalben in einzelnen lichtgrünlich gefärbten Nadeln zerstreut. — Das Gesteinsgewebe ist nach dem Gesagten sehr merkwürdig. Auf den ersten Blick hält man es für lamprophyrisch, doch weicht es hiervon durch den intersertalen Augit ganz erheblich ab. Die Ausscheidungsfolge ist, abgesehen von den Accessorien, Hornblende (bei Beginn des Feldspaths noch gleichzeitig), Feldspath, Augit. — Der ganzen mikroskopischen Beschaffenheit nach steht das Gestein bezüglich seiner chemischen Zusammensetzung zwischen den beiden vorhergehenden, hat malchitischen Habitus und wird mit dem ersten den höheren Gehalt an Magnesia und mit dem letzteren den niedrigeren an Kieselsäure und den höheren an Alkalien gemeinsam haben; damit träte es mehr in die Reihe der Kersantite bei den Ganggesteinen, von denen es sich aber structurell wesentlich unterscheidet, während der trachydoleritische Charakter der Ergussgesteine erhalten bleibt. Das Fehlen der porphyrischen Structur könnte auf andere Abkühlungsverhältnisse zurückgeführt werden.

4. An die eben besprochenen drei Gesteine, welche chemisch durch das starke Hervortreten des Alkalifeldspatkernes und des Eisens charakterisirt sind und sich mineralogisch durch das Auftreten von Anorthoklas- oder Orthoklasmänteln um die Plagioklase, structurell durch ein gewisses intersertales Gewebe auszeichnen, schliesst sich am

nächsten eines an, das im Chor bei Delen gefunden wurde. Äusserlich ist es dem Gestein No. 3 ähnlich, nur kann Calcit darin nicht nachgewiesen werden. Der Thongeruch beim Anhauchen ist sehr stark. U. d. M. erkennt man als Hauptbestandtheil den Plagioklas und neben ihm reichlich Hornblende, auch beträchtliche Mengen von Biotit, spärlich Titanit, Magnetit und Apatit. — Der zwillingsgestreifte Plagioklas ist frisch und zeigt Zonarstructur, aber keine Mäntel von Orthoklas oder Anorthoklas. Er bildet dicke Leisten von lamprophyrähnlicher Ausbildung und dürfte nach der optischen Untersuchung durchschnittlich etwa einem Andesin oder Labradorit(?) entsprechen. — Die Hornblende ist faserig, an den Enden ausgefranst, lichtbläulichgrün von Farbe und schwach pleochroitisch. Ihre Auslöschungsschiefe beträgt auf klinopinakoidalen Schnitten ca. 22° gegen die Verticalaxe. Ihre Ausbildung ist keine idiomorphe, vielmehr liegt sie meist in einer Art von Nestern zwischen den Feldspathleisten, oder in einzelnen Stengeln zwischen diesen. Öfters umschliesst sie Putzen von Titanit und Magnetit. — Biotit findet man häufig in Begleitung der Hornblende, seltener allein. Er ist gelblichkastanienbraun und bildet unregelmässige Fetzen und Leisten, welche sich gerne randlich an den Amphibol anlagern. — Zur Beurtheilung der Structur muss man sich vergegenwärtigen, dass die vorhandene Hornblende zweifellos secundär ist, indem sie ihre Entstehung entweder einer primären braunen Hornblende oder einem Pyroxen oder beiden verdankt. Das primäre Mineral muss nun entweder intersertal aufgetreten sein oder vielleicht mit geringen Mengen Feldspath eine intersertale Grundmasse gebildet haben. Mir scheint nach Analogie mit dem vorhergehenden Gestein das erstere der Fall gewesen zu sein und demnach wäre die Hornblende secundär und im Wesentlichen aus intersertalem Augit und z. Th. aus primärem, idiomorphem, braunem Amphibol entstanden. Zieht man dann aus dem Mineralbestand einen Schluss auf die chemische Zusammensetzung, so ist man gezwungen, für das vorliegende Gestein grössere Armuth an Kieselsäure und Alkalien als für das vorhergehende anzunehmen. Damit entfernt sich das Gestein wie in seinem structurellen, so auch in seinem chemischen Habitus mehr und mehr von

den vorhergehenden Gesteinen und schliesst sich mehr den folgenden als basische Dioritporphyrite bzw. Gabbroporphyrite zu bezeichnenden Gesteinen an. Mit ihm haben auch gewisse später zu besprechende dioritische Orthogneisse von demselben Fundort, vom Golfan und Tagoi die grösste Ähnlichkeit.

Während des Druckes der vorliegenden Abhandlung wurde von Herrn SPROCKHOFF noch eine Analyse (IV a) dieses Gesteines angefertigt, welche, wie man sieht, die vorstehenden Vermuthungen vollauf bestätigt.

Analyse IV a.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO ₂	51,97	8605	58,25
TiO ₂	0,22	30	0,20
Al ₂ O ₃	16,21	1586	10,74
Fe ₂ O ₃	3,37	211	1,43
FeO	9,51	1321	8,94
MgO	3,68	912	6,17
CaO	7,67	1370	9,27
Na ₂ O	3,41	549	3,72
K ₂ O	1,75	186	1,26
Glühverlust	1,97	—	—
Summe	99,76	14770	99,98

Hieraus ergibt sich die OSANN'sche Formel s 58,5, a 3,4, c 3,9, f 12,7, n 7,5 und der Kieselsäurequotient $k = 0,97$. Mit Bezug auf die Feldspäthe lässt sich berechnen, dass $Ab : Or = 3 : 1$ und $(Ab + Or) : An = 5 : 3$ ist. Dieses Verhältniss wird sich durch den Eintritt eines Theiles der Thonerde in den Amphibol für den Kalkfeldspath noch etwas ungünstiger gestalten, so dass im Wesentlichen Andesin vorliegen dürfte.

5. Diesem Gestein am nächsten steht ein etwa zwei Stunden südsüdwestlich von Kadero, wie auch bei Cordalla vorkommendes grünlichgraues, feinkörniges Gestein, in welchem man mit der Lupe schmale Tafeln eines triklinen Feldspathes, gut spaltende grüne Hornblende und einen schlecht spaltenden dunklen Gemengtheil erkennt. Seine Verwitterungsrinde ist braun. U. d. M. sieht man Plagioklas, Augit, Amphibol, Chlorit, Titaneisen und Apatit an dem Gesteinsgewebe theilnehmen. — Der Plagioklas ist nach seinen optischen Eigenschaften ein Labradorit. Er bildet lange, grossentheils idiomorphe Leisten, die sich regellos durchkreuzen und mit guter Krystallbegrenzung in den dunklen Gemengtheilen

endigen. Sein Kern, offenbar kalkreicher, ist mit zahllosen Fetzen und Nadeln einer secundären blassgelblichgrünen Hornblende erfüllt. — Der Pyroxen, welcher ausschliesslich intersertal auftritt, ist ganz blassröthlich gefärbt, zeigt kaum merkbaren Pleochroismus und krystallisirt monoklin. Seine Auslöschungsschiefe beträgt auf Schnitten der Prismenzone im Maximum ca. 40° gegen die Verticalaxe. Gar häufig ist er vom Rande oder von den Sprüngen aus in einen lichtbläulichgrünen, faserigen Amphibol von 15° bis 18° Auslöschungsschiefe umgewandelt. Dieser ist dann bald mehr parallel-stengelig, bald mehr verworren-faserig und im letzteren Falle die ophitische Structur des Gesteines gerne versteckt. Ausserdem kommt aber auch etwas Chlorit als Umwandlungsproduct des Pyroxens vor. — Neben der secundären aus Augit entstandenen grünen Hornblende kommt aber auch primäre vor. Sie tritt bald als Einschluss von unregelmässiger Gestalt im Augit auf, ist dann unzersetzt und zeigt lichtkaffeebraune Farbe mit kräftigem Pleochroismus, bald umrandet sie den Augit oder sie bildet selbständige intersertale Felder. In den beiden letzteren Fällen wandelt sie sich gerne vom Rande aus in eine compacte, blaugrüne Varietät um. Die frische braune Hornblende hat auf (010) nur eine Auslöschungsschiefe von ca. 15° gegen die Verticalaxe, welche sich bei der Umwandlung in blaugrüne etwas vergrössert. — Das Eisenerz ist theilweise erst bei der Umwandlung der Augits entstanden, bildet dann Körner, welche wohl Magnetit sein dürften. Theilweise sind es durchbrochene, gitterartige Krystalle, und Krystallskelette von beträchtlicher Grösse, welche vermuthlich primär sind und dem Titaneisen angehören. — Apatit ist reichlich in dünnen, langen Säulchen zu beobachten. — Structurell (Fig. 6 Taf. XXXIX) schliesst sich dieser Gabbroporphyrith den Diabasen oder Doleriten an, zu denen er auch chemisch und mineralogisch die nächsten Beziehungen hat.

6. Ein anderes, 2 Stunden nördlich von Kadero gangförmig auftretendes Gestein gehört ebenfalls hierher. Es ist dunkelgrau, im verwitterten Zustande braun und feinkörnig. Mit der Lupe erkennt man Täfelchen und Leisten von zwillinglamellirtem Feldspath. U. d. M. zeigt sich das Gesteins-

gewebe aus Plagioklas, Pyroxen, Amphibol, Biotit, Magnetit, Apatit und etwas Serpentin zusammengesetzt. — Der Plagioklas, dem nach seinen optischen Eigenschaften die Zusammensetzung eines Labradorits oder sehr kalkreichen Andesins zukommt, tritt in Form ziemlich breiter Leisten in divergentstrahliger Anordnung auf. Die Leisten zeigen ruinenartige Begrenzung und behindern sich vielfach gegenseitig in der Ausbildung. Neben der Zwillingsbildung ist ausgezeichnete Zonarstructur in sehr feiner Schichtung mit im Allgemeinen recurrirender Zusammensetzung vorhanden. Hin und wieder liegt dazwischen eine sehr dünne Schale, welche durch die grössere Auslöschungsschiefe und sehr starke Doppelbrechung so sehr vom übrigen abweicht, dass man an Anorthit denken muss. Die Feldspäthe sind frisch und wasserklar. In den zwischen diesen Feldspäthen gelassenen Interstitien liegen als Grundmasse die anderen Mineralien gemengt mit kleineren, sonst aber mit den grösseren gleichartigen Feldspathleisten. — Der Pyroxen ist zum weitaus grössten Theile ein rhombischer, und zwar, wie es scheint, ein Hypersthen. Dieser bildet meist unregelmässige Körner, welche sich in ihrer Form vielfach gerundeten kurzen Säulen nähern oder in sie übergehen und damit idiomorphe Ausbildung erlangen. Ihre Farbe ist ganz blassröthlich, der Pleochroismus kaum wahrnehmbar. Neben der recht vollkommenen Spaltbarkeit nach {110} ist eine, besonders bei starker Vergrösserung deutlich sichtbare Faserung oder Streifung nach der Verticalaxe vorhanden. Manchmal sieht es so aus, als ob der Hypersthen sich in den Feldspath hineingefressen hätte. — Neben dem Hypersthen kommt in geringerer Menge ein monokliner Augit vor, der der Farbe nach fast vollkommen mit jenem übereinstimmt. Er bildet ganz ähnliche Körner wie jener, aber die mangelnde Längsfaserung, die lebhaften Polarisationsfarben, eine gegen 40° betragende Auslöschungsschiefe in klinopinakoidalen Schnitten machen ihn leicht kenntlich. In grösseren Individuen beobachtet man öfters vielfache Zwillinge, die dem Plagioklas vergleichbar sind. Nicht selten umrandet der Augit den Hypersthen so, dass man an eine Resorption des letzteren denken muss, ja manchmal sind nur noch einzelne gerundete oder zerfressene Körner von Hypersthen im Augit vorhanden.

Auch gesetzmässige Verwachsung von Augit mit Hypersthen kommt vor. Sie ist gewöhnlich so beschaffen, dass dort, wo ein grösseres Augitkorn mit dem rhombischen Pyroxen in Berührung ist, jener dünnere oder dickere Lamellen in den letzteren hineinsendet. Solche Lamellen sind der Zwillingslamellirung vergleichbar und sinken oft zu äusserster Feinheit herab (Fig. 7 Taf. XL). — Die nur spärlich in einzelnen allotriomorphen Stücken vertretene Hornblende ist kaffeebraun und zeigt starken normalen Pleochroismus. Sie besitzt auf (010) beträchtliche, bis zu $20-25^{\circ}$ betragende Auslöschungsschiefe gegen die Spaltungstracen. Auch sie umschliesst zerfressene und gerundete Stücke von Hypersthen, wie sie auch monoklinen Augit umschliesst. Aber auch im Augit kommt sie als Einschluss von unregelmässigen Fetzen vor. — Ganz analog der Hornblende verhalten sich die wenigen Fetzen eines kastanienbraunen, stark pleochroitischen Biotits. — Der mit den farbigen Gemengtheilen vergesellschaftete Magnetit bildet meist ziemlich grosse, gute, einzeln liegende Krystalle, doch ist er manchmal auch in Häufchen im rhombischen Pyroxen in einer Art poikilitischer Verwachsung zu beobachten. Selten umschliesst er in Form eines Kranzes einheitliche Hypersthene von den Umrissen des Olivins (Fig. 8 Taf. XL), wie es auch vorkommt, dass ein Kränzchen von Magnetitkörnern eine wie angeschmolzen aussehende Partie von faserigem, grüngelbem Serpentin mit Maschenstructur umschliesst und das Ganze dann von Hypersthen umschlossen wird. Demnach dürfte ursprünglich Olivin in dem Gestein vorhanden gewesen sein. — Die Ausscheidungsfolge muss also in dem Gestein folgende gewesen sein: Olivin, Feldspatheinsprenglinge, Hypersthen und Resorption des Olivins und z. Th. des Feldspaths, Augit z. Th. noch gleichzeitig mit dem Hypersthen und unter theilweiser Resorption des letzteren; Hornblende, Biotit und Feldspath zweiter Generation; Magnetit mit der Hypersthenbildung beginnend und bis zum Schlusse sich fortbildend. — Die Structur ist holokrystallinporphyrisch mit grosser Annäherung an das Ophitische. Nach Mineralbestand und Structur wäre das Gestein bei den Hypersthen-Andesiten einzureihen. — Die chemischen Verhältnisse sind aus der von mir ausgeführten Analyse V ersichtlich.

Analyse V.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
SiO ₂	51,80	8576	57,00
TiO ₂	0,51	73	0,49
Al ₂ O ₃	16,01	1567	10,42
Fe ₂ O ₃	5,80	363	2,41
FeO	8,70	1208	8,03
MgO	5,00	1239	8,24
CaO	8,25	1473	9,79
Na ₂ O	2,40	386	2,57
K ₂ O	1,50	159	1,06
Summe	99,97	15044	

Aus der vorstehenden Analyse ergibt sich die OSANN'sche Formel: s 57,5, a 2,45, c 4,55, f 13,0, n 7,1 und der Kieselsäurequotient $k = 1,04$. Wenn man sich nun in Ansehung dieser chemischen Verhältnisse ein Bild von den Vorgängen bei der Krystallisation des Magmas zu machen versucht, so erhebt sich zuvörderst die Frage, wie es bei einem so hohen Kieselsäurequotienten zur Abscheidung von Olivin kommen kann? Wie die Analyse VII bezeugt, ist dort in einem Gestein, dessen k unter 1,0 fällt, eine Olivinabscheidung nicht nachweisbar. Ein Vergleich mit jenem Gestein kann uns daher vielleicht Aufklärung bringen. Zunächst muss man annehmen, dass in einem solchen Magma auch Fe₂O₃ als Base fungirt und so Kieselsäure bindet, dann kommen wir sehr angenähert auf den Quotienten $k = 1,0$, aber immer noch nicht zur chemischen Nothwendigkeit von Bisilicaten. Wir stellen nun zwischen den Gesteinen mit den Analysen VII und V folgende Verhältnisse fest:

	VII	V
Na ₂ O + K ₂ O : CaO (im Feldspathmolecül)	1 : 0,8	resp. 1 : 1,9
Na ₂ O + K ₂ O : FeO + MgO	1 : 3	" 1 : 4,4
MgO : FeO	3 : 4	" 1 : 1
CaO (Rest) : MgO + FeO	1 : 4	" 1 : 5,4
CaO (insgesamt) : MgO + FeO	1 : 1,3	" 1 : 1,66
CaO (insgesamt) : MgO	1 : 0,79	" 1 : 0,83

Daraus ersehen wir aber, dass Olivin sich abgeschieden hat in demjenigen Gestein, welches einen kalkreicheren Feldspath enthält, bei dem FeO + MgO den relativ grösseren Werth hat, die Magnesia über das Eisenoxydul überwiegt, MgO + FeO die Menge des im Metasilicat gebundenen und des Kalkes überhaupt stärker übertreffen, Magnesia zum Kalk

in einem für erstere günstigeren Verhältniss steht. Alles in Allem müssen wir die Abscheidung des Olivins in dem vorliegenden Gestein als eine Folge der Übersättigung des Magmas mit Magnesium ansehen. Hypersthene schmelzen leichter als Olivine (DOELTER), magnesiumärmere leichter als daran reichere, folglich stellt ein an Eisen nicht allzureicher Olivin das am schwersten lösliche zweier möglichen Silicate dar und bildet sich zuerst. Nachdem dann durch die Abscheidung eines Theiles Feldspath die Löslichkeitsbedingungen für das Magnesiumsilicat bessere geworden sind, löst sich der abgeschiedene Olivin wieder auf und statt seiner scheidet sich Hypersthen ab. Da aber inzwischen das Magma ärmer an Kieselsäure (durch Feldspathbildung) wurde, so spielt jetzt das Eisenoxyd die Rolle einer Säure und es scheidet sich Magnetisen ab. Wenn durch die Hypersthenbildung in dem Magma der Kalk stark angereichert worden ist, so muss sich Augit mit den letzten Resten des Feldspaths ausscheiden. So etwa müsste man sich die Krystallisationsvorgänge vorstellen, es bliebe aber experimentell zu eruiren, ob, wie es nach dem Obigen wahrscheinlich ist, die Löslichkeit der Magnesia mit dem Kalkgehalt des Magmas fällt oder ob sie steigt.

Das Gestein ist seinem chemischen Bestand nach von trachydoleritischem Habitus, wenn auch eine Annäherung an die Basalte und Andesite in chemischer und mineralogischer Hinsicht nicht zu leugnen ist, im Zusammenhang mit den anderen Gesteinen haben wir es jedoch als Gabbroporphyrat zu bezeichnen.

7. Ferner gehört hierher ein in schmalen Gängen im Gneiss am Gebel Tagoi aufsetzendes dunkelgraues, feinkörniges Gestein, in welchem man mit blossem Auge nur eine grössere Anzahl von porphyrischen, wenige Millimeter grossen Plagioklasleisten erkennt. U. d. M. zeigen sich Plagioklas, Augit, Hornblende und wenig Erz und Apatit. — Der Feldspath ist durchweg ein frischer, sehr einschlussarmer, zwillingsgestreifter Plagioklas von sehr selten zonarem Bau. Die Auslöschungsschiefe von -20° auf M und das stark nach der Seite verschobene Axenbild deuten auf eine dem Labradorit oder Bytownit nahestehende Mischung. Die Einsprenglinge sind reichlich vorhanden, keineswegs aber sehr vollkommen idiomorph begrenzt, sondern scheinen vielmehr mit der Grund-

masse noch fortgewachsen zu sein. Diese bildet, soweit sie Feldspath ist, unregelmässig bis divergentstrahlig angeordnete Leisten. — Der Pyroxen ist ein violettbrauner, monokliner Augit mit sehr schwachem, zwischen mehr röthlichen und mehr braunen Farben wechselndem Pleochroismus. Er tritt überall nur intersertal zwischen den Feldspathleisten auf und ist meist in eine grüne, stengelige, uralitische Hornblende umgewandelt, welche auch sonst im Gesteinsgewebe weit verbreitet ist und schwachen, von blassgrünlich bis bläulichgrün wechselnden normalen Pleochroismus zeigt. Ihre Auslöschungsschiefe beträgt auf (010) ca. 16° gegen die Verticalaxe. — Das Erz ist Magneteisen, das in einzelnen Krystallen, in gestrickten Formen und unregelmässigen Putzen auftritt. Meist ist es in Limonit zersetzt. — Die Structur ist porphyrisch mit ophitisch struirter holokrystalliner Grundmasse, wo sie nicht durch die secundäre Hornblende verwischt ist. Man dürfte demnach dieses Gestein ebenfalls am besten bei den Gabbroporphyriten oder Diabasporphyriten einreihen und den vorhergehenden beiden Gesteinen besonders 7. vergleichen.

8. Im Chor bei Delen tritt in den krystallinischen Schieferen ein schwarzes, specifisch schweres, dichtes Gestein auf, welches spärliche, bis 10 mm lange und 5 mm dicke Einsprenglinge von grünlichweissem Plagioklas enthält. Auch u. d. M. (Fig. 9 Taf. XLI) ist das Gestein äusserst feinkörnig und die weitaus herrschende Grundmasse besteht aus feinen, vielfach besenartig angeordneten Feldspathleistchen von verhältnissmässig sehr grosser Länge und äusserst geringer Breite und Dicke. Dazwischen liegen zahllose, winzige, grünlichgelbe Augitkörnchen und sehr reichlich Erz in gestrickten Leisten und Täfelchen. Diese Täfelchen sind braun durchscheinend und vielfach dendritisch aggregirt. Die Ästchen legen sich dem Hauptstamm unter einem Winkel von ca. 60° an. Der Umriss der Einzelkryställchen lässt sich aber nicht einmal mit Immersionsystem erkennen. Auch diese Erzskelette, welche wohl dem Titaneisen angehören dürften, zeigen sich untereinander besenartig verbunden und die Büschel bestehen dann gerne abwechselungsweise aus Feldspathleistchen oder Augitkörnern mit Erzskeletten. Das gleiche Erz kommt auch in isolirten, sehr kleinen, unregelmässigen, bräunlich durchscheinenden

Blättchen vor und daneben finden sich noch kleine, meist quadratisch begrenzte Durchschnitte eines undurchsichtigen, für Magnetit gehaltenen Erzes. — In dieser Grundmasse liegen nun als Einsprenglinge einzelne grosse, durch starke Resorptionserscheinungen buchtig begrenzte Plagioklase und viele sandartige Körner von Quarz. Diese Quarzkörner sind z. Th. einheitlich, z. Th. aus mehreren Individuen zusammengesetzt und zeigen bald ungestörte, bald undulöse Auslöschung. — Der chemische Bestand ergibt sich aus nachstehender Analyse VI, die ich meinem Assistenten, Herrn SPROCKHOFF, verdanke.

Analyse VI¹.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
Si O ₂	52,53	8697	61,11
Ti O ₂	0,69	98	0,69
Al ₂ O ₃	14,77	1445	10,15
Fe ₂ O ₃	10,03	627	4,41
Fe O	7,46	1060	7,44
Mn O	Spur	—	—
Mg O	2,72	673	4,73
Ca O	5,43	970	6,82
Na ₂ O	3,02	468	3,42
K ₂ O	1,85	196	1,38
Glühverlust	1,74	—	—
<hr/> Summe	<hr/> 100,24	<hr/> 14234	<hr/> 100,15

Es ergibt sich daraus die OSANN'sche Formel: s 61,8, a 4,03, c 4,50, f 11,47, n 7,1, k 1,16. Das Gestein unterscheidet sich von der Analyse V durch einen beträchtlich höheren Kieselsäurequotienten, durch das stärkere Hervortreten der Alkalien und die geringere Menge an nicht im Feldspath gebundenen zweiwerthigen Metallen. Gegenüber der Analyse III beruht der Unterschied wesentlich in geringerem Gehalt an SiO₂ und Alkalien. Da nun der Kieselsäuregehalt in Form von Quarz zweifellos von einem eingeschmolzenen fremden Gestein herrührt, so ist das Gestein wohl nur mit der Analyse V bezw. mit der noch folgenden Analyse VII zu vergleichen und man könnte sich die Veränderung des Magmas durch die Auflösung von Granit hervorgebracht denken. Dadurch müsste ja in der OSANN'schen

¹ P₂ O₅ 0,61%, nachträglich bestimmt, wäre noch von Fe₂ O₃ abziehen.
28*

Formel mit dem Kieselsäurequotienten der Werth für s und a erhöht, der für f erniedrigt werden. Aus dem primären Magma wären die ersten Ausscheidungen Hypersthen und sehr kalkreicher Feldspath, aus dem durch die Granitaufnahme veränderten Magma aber ein Andesin oder Oligoklas und je nach dem Verhältniss zwischen Kalk und Magnesia Augit oder Hornblende. Somit mussten aus dem ersten primären Magma vor der Granitaufnahme ausgeschiedene Labradorite oder Bytownite wieder aufgelöst werden und ferner musste infolge der starken Anreicherung der Kieselsäure das Eisenoxyd in Form des Magnetit gefällt werden. Alle diese Annahmen sind mit dem mikroskopischen Befund im Einklang. Daher stehe ich nicht an, das Gestein mit dem vorhergehenden und nachfolgenden in eine Gruppe zu stellen, wenngleich es infolge secundärer Umstände den Charakter der Kersantite und Ortlerite angenommen hat.

9. Zu diesen Gesteinen gehören endlich noch die zwei schmalen Gänge, welche im Gneiss-Granit von Tegele aufsetzen. Es sind dunkelgraue bis fast schwarze Gesteine von dichter Beschaffenheit und mit zahlreichen, nur wenige Millimeter grossen Einsprenglingen von Plagioklas. Ihre Verwitterungsrinde ist gelbbraun. U. d. M. unterscheiden sich beide Gesteine nur durch die Korngrösse, welche bei dem einen wenig bedeutender ist als beim anderen. Von Mineralien erkennt man neben Plagioklas als Einsprengling einen rhombischen Pyroxen, und in der Grundmasse Plagioklas, Augit, viel Magneteisen und etwas Apatit. — Der Feldspath der Einsprenglinge ist ein Andesin, der der Grundmasse, wie es nach den optischen Verhältnissen scheint, ein kalkreicher Oligoklas. Durchgehends ist er wasserklar und frisch und nur in der Verwitterungsrinde kaolinartig getrübt. Die Einsprenglinge zeigen gute und vollkommene Begrenzung und sind dicktafelförmig, die Grundmassefeldspäthe stellen bald kleine Leisten in theilweise fluidaler Anordnung dar, oder die Leisten werden etwas grösser, womit auch die Fluidalstructur schwindet und sich eine Annäherung an das Divergentstrahlige geltend macht. — Der rhombische Pyroxen, welcher nur als Einsprengling auftritt, ist ein ganz licht röthlich, fast weiss gefärbter, kaum pleochroitischer Hypersthen. Er bildet

ziemlich lang säulenförmige, etwas gerundete Krystalle, an denen Spaltbarkeit und Absonderung gut zu beobachten sind. Zwillingähnliche Verwachsungen mehrerer Krystalle kommen öfters vor. — Monokliner Augit von 40° Auslöschungsschiefe auf (010) nimmt reichlich an der Zusammensetzung der Grundmasse Theil. Er ist in frischem Zustande bräunlich, in etwas zersetztem grünlich gefärbt und bildet unregelmässige Körner, deren Begrenzung öfters an das intersertale Auftreten erinnert. — Das Magneteisen ist in beiden Gesteinen sehr reichlich vorhanden. In dem groberkörnigen Gestein bildet es meist kleine, wohl ausgebildete Oktaëderchen, in dem feinerkörnigen gestrickte Skelette, welche das Gestein ganz durchspicken. Ausnahmsweise finden sich einzelne grössere Krystalle, deren Umrisse auf das Rhombendodekaëder als Krystallform hinweisen. — Apatit konnte trotz des hohen Phosphorsäuregehaltes des Gesteins nur in ganz vereinzelten Kryställchen nachgewiesen werden. — Die Ausscheidungsfolge ist offenbar: Hypersthen und Feldspatheinsprenglinge, Magnetiteinsprenglinge, dann Feldspath z. Th. noch gleichzeitig mit dem Augit und mit beiden gleichzeitig die kleinen Magneteisenkrystalle und Krystallskelette. — Die Structur ist holokrystallin porphyrisch mit einer Annäherung der Grundmassestructur an das ophitische. — Beifolgende, von Herrn D. SCHIMPF an der groberkörnigen Varietät ausgeführte Analyse VII giebt ein Bild der chemischen Verhältnisse.

Analyse VII.

		Mol.-Prop. auf 100 ber.	
Si O ₂	49,05	8121	56,12
Ti O ₂	0,32	46	0,32
P ₂ O ₅	1,39	123	0,85
Al ₂ O ₃	13,73	1343	9,50
Fe ₂ O ₃	8,26	516	3,56
Fe O	9,31	1293	8,94
Mn O	0,41	58	0,40
Mg O	3,96	981	6,78
Ca O	7,01	1252	8,65
Na ₂ O	3,34	538	3,72
K ₂ O	1,89	200	1,38
H ₂ O bei 110° C.	0,68	—	—
Glühverlust	0,62	—	—
Summe	99,97	14471	100,22

Hieraus ergibt sich die OSANN'sche Formel: s 57,3, a 3,41, c 2,95, f 13,64, n 7,3 und man erhält von den Vorgängen im Magma folgendes Bild: Bei dem geringen Kieselsäuregehalt (k 0,96) tritt das dreiwertige Eisen in die Rolle der Säure und es scheidet sich Magnetit in grossen Mengen neben gleichzeitig sich bildendem Feldspath ab. Bei dem nun starken Überwiegen des Eisens und Kalkes über die Magnesia kann es nicht mehr zur Bildung von Olivin kommen und es scheidet sich Hypersthen ab. Hierauf folgt die Bildung der Grundmassfeldspäthe und des Augits. — Auch dieses Gestein gehört der gleichen Gruppe an wie die vorhergehenden. Dies demonstirt sich ganz besonders in den Grössen von f, s und k.

VIII. Tinguaitische Ganggesteine.

1. Etwa 4 km westlich von Kadero tritt ein etwa 80 m hoher, kuppenförmig ausgewitterter, ca. 30—40 m breiter, in W. streichender Gang eines grauen, sehr feinkörnigen Gesteins mit brauner Verwitterungsrinde auf, in welchem man mit der Lupe vereinzelte Sanidinleistchen, Titanitkrällchen und Noseandurchschnitte erkennt. U. d. M. bemerkt man neben jenen Mineralien noch Augit, Amphibol und Magnetit. — Der Feldspath ist durchgehends ein dünntafelig bzw. leistenförmig ausgebildeter Sanidin, der z. Th. in Form von vereinzelten, grösseren Einsprenglingen, zum überwiegenden Theil aber in kleinen, der Grundmasse angehörigen Leistchen auftritt. — Das stets idiomorphe, durch Resorption buchtig begrenzte Mineral der Hauyngruppe ist an sich farblos, aber meist folgt auf eine schmale, dem Resorptionsrande angepasste, wahrscheinlich in zweiter Generation angewachsene, vollkommen wasserklare Zone, ein von aussen nach innen mit den bekannten dunklen Nadeln in regelmässigem Gittergewebe durchspickter Ring, der wohl seine Entstehung den Resorptionserscheinungen verdankt, denn bei den in den Sanidineinsprenglingen eingeschlossenen Individuen ist weder Resorption noch Ausscheidung der dunklen Nadeln zu beobachten. Nach dem Schwefelsäuregehalt des Gesteins hat man es wohl mit Nosean zu thun. — Der Nephelin ist in ziemlich zahlreichen, idiomorphen Einsprenglingen vorhanden, welche aber den Feldspath an Grösse nicht erreichen. Ausser-

dem tritt er aber noch recht reichlich als letztes Ausscheidungsproduct in der Grundmasse in Form von Füllmasse zwischen den Feldspathleisten der Grundmasse auf. — Nicht gerade spärlich tritt in dem Gestein eine braune, idiomorphe, stets aber unter Neubildung von Augit und Magnetisen stark resorbirte Hornblende auf. Sie besitzt kräftigen Pleochroismus von normaler Orientirung und auf (010) eine 15° gegen die Verticalaxe nicht übersteigende Auslöschungsschiefe. Der bei der Resorption entstehende Augit stellt seltener einheitliche Krystalle, häufiger ein subparalleles Aggregat vieler Einzelkryställchen dar, die wohl ägirinartiger Natur sein dürften. Auf der Grenze von Augit und Hornblende findet sich in der Regel ein Magnetitkränzchen, so dass es den Anschein gewinnt, bei der Resorption des Amphibols werde zuerst Magnetit gebildet, dieser aber später bei der Augitbildung wieder resorbirt. — Der Pyroxen tritt einerseits in ziemlich grossen, zonar gebauten Einsprenglingen und gelblichen, nicht zonar gebauten Grundmasseindividuen auf, deren Dimensionen sich durchweg in sehr engen Grenzen halten. Bei den Einsprenglingen wechseln saftgrüne mehr ägirinartige und bräunlichgrüne mehr diopsidartige Zonen miteinander ab. Die Auslöschungsschiefe schwankt in klinopinakoidalen Schnitten um 36° gegen die Verticalaxe und ist etwas grösser in den grünlicher gefärbten Zonen. — Titanit in lichtweingelben, gut automorphen Krystallen ist ein häufiger, Magnetit, abgesehen von den Resorptionszonen am Amphibol, ein spärlicher Gemengtheil. — Die Structur ist holokrystallin-porphyrisch. Die Grundmasse besteht vorherrschend aus Sanidinleisten in ausgesprochen fluidaler Anordnung, und zwischen ihnen eingeklemmt findet sich als letztes Krystallisationsproduct der Nephelin und Augit. Der Habitus ist also etwas trachytoid. — Die Ausscheidungsfolge stellt sich so dar: Nosean, Hornblende, Resorption des Noseans mit gleichzeitiger Bildung der Feldspatheinsprenglinge, Augiteinsprenglinge und Resorption des Amphibols, Neubildung von Nosean, Nephelineinsprenglinge, Sanidin der Grundmasse, Augit und Nephelin der Grundmasse. — Der chemische Bestand ergibt sich aus der von Herrn D. SCHIMPF angefertigten Analyse VIII.

Analyse VIII.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
Si O ₂	52,48	8698	60,14
Ti O ₂	0,66	94	0,64
P ₂ O ₅	Spur	—	—
S O ₃	0,80	100	0,66
Al ₂ O ₃	19,28	1887	13,05
Fe ₂ O ₃	4,00	250	1,73
Fe O	2,93	407	2,81
Mn O	0,48	68	0,46
Mg O	1,34	332	2,30
Ca O	4,01	716	4,95
Na ₂ O	8,66	1395	9,65
K ₂ O	4,91	521	3,61
H ₂ O bei 110° C.	0,29	—	—
Glühverlust	1,17	—	—
Summe	101,01	14468	100,00

Hieraus ergibt sich die OSANN'sche Formel s 61,4 a 11,6, c 0, f 8,4, n 7,3. Auffallend an der chemischen Zusammensetzung ist in erster Linie der grosse Gehalt an Eisen, besonders an Oxyd, das nach dem mikroskopischen Befund geringer Mengen von Eisenerzen zum grösseren Theil im Ägirinmolecül oder Jadeitmolecül vorhanden sein muss. Die übrigen durch die Analyse gelieferten Daten stimmen durchaus mit dem mikroskopischen Bilde. Die geringe Menge von Kieselsäure bei beträchtlichem Gehalt an Thonerde spricht bei vorherrschendem Natriumgehalt für die reichliche Anwesenheit des Nephelinmolecüls, die Schwefelsäure für die Bildung des Noseans. Dem grossen Kalkgehalt ist die spätere Resorption der Hornblende zuzuschreiben. — Allen mikroskopischen und chemischen Verhältnissen nach muss man das Gestein bei den Tinguáiten oder Phonolithen einreihen, und zwar spricht gerade der hohe Eisengehalt zu Gunsten der ersteren.

2. Etwa 1½ Stunden südlich von Kadero kommt am Westrande der Berge noch ein anderes, etwas abweichendes, aber hierher gehöriges Gestein vor. Es ist von lichtgrünlich-grauer Farbe, sehr dicht und besitzt splitterigen, feuersteinartigen Bruch mit mattem, glanzlosem Aussehen. Mit der Lupe erkennt man darin einzelne bis 2 mm grosse Nephelin-

durchschnitte und vereinzelte winzige Körnchen von Eisenkies. Die Verwitterungsrinde ist schmutzigweiss. U. d. M. erscheinen neben dem Nephelin ein Mineral der Hauynggruppe, Sanidin, Ägirin und Reste eines farblosen Glases. — Der Nephelin tritt sowohl in porphyrischen Einsprenglingen als auch durch alle Zwischenstufen verknüpft in kleinen Krystallen in der Grundmasse auf. Im ersteren Falle sind mit ihm zahlreiche feine, farblos durchsichtige Nadelchen derart gesetzmässig verwachsen, dass sie sich auf den Prismenflächen mit ihrer Längsrichtung parallel und senkrecht zur Verticalaxe des Nephelins orientiren. Dadurch entsteht auf dem Prisma des letzteren eine Art Gitter- und auf der Basis eine zonare Structur. Der Nephelin ist frisch und unzersetzt. — Das nur als Einsprengling auftretende Hauynmineral ist nach dem chemischen Befund ein Sodalith. Es sind einzelne grosse, stark zersetzte, farblose Individuen mit nur ganz schwachen Resorptionserscheinungen. — Der Feldspath ist nicht allzu reichlich, und zwar nur in der Grundmasse vorhanden. Er bildet dort meist äusserst feine, kurze, z. Th. nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingte Leistchen, die nicht selten büschelförmig oder eisblumenartig zusammengestellt sind. — Der Pyroxen, ein typischer Ägirin von blassgrünlicher Färbung, findet sich in subparallelen, büschelförmigen Aggregaten von kleinen Kryställchen, die sich bald zu dichterem Haufwerk zusammenschaaeren und dann auch ohne Nicols leicht sichtbar sind, bald aber auch nur feinste, dendritenartige Gebilde liefern, welche man erst zwischen gekreuzten Nicols deutlich erkennt. So durchtränken und überdecken sie auch die ganze Grundmasse derart, dass man deren Bestand nur schwer studiren kann. — Es ist aber nicht zweifelhaft, dass ein wesentlicher Theil der Grundmasse einem farblosen Glas angehört. — Die Structur des Gesteins ist also hypokrystallin-porphyrisch und die Ausscheidungsfolge wie nachstehend: Sodalith, Nephelinsprenglinge, Sanidin, Ägirin, Nephelin der Grundmasse, Glas. — Der chemische Bestand ist aus folgender von Herrn D. SCHIMPF¹ ausgeführter Analyse IX ersichtlich.

¹ Chemisches Laboratorium von D. ERBSTEIN und D. SCHIMPF in Erfurt.

Analyse IX.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
Si O ₂	54,52	9026	63,92
Ti O ₂	0,23	33	0,17
P ₂ O ₅	Spur	—	—
Cl	0,71	202	1,43
Al ₂ O ₃	22,00	2153	15,25
Fe ₂ O ₃	1,69	106	0,75
Fe O	1,20	167	1,18
Mn O	0,20	28	0,20
Mg O	0,26	64	0,45
Ca O	0,91	163	1,15
Na ₂ O	9,38	1511	10,70
K ₂ O	6,29	667	4,75
H ₂ O bei 110° C.	1,16	—	—
Glühverlust	2,55	—	—
Summe	101,10	14120	100,00

Daraus ergibt sich die OSANN'sche Formel s 64,1, a 16,2, c 0, f 3,8, n 6,9. Gegenüber dem vorhergehenden ist dieses Gestein charakterisirt durch die beträchtliche Abnahme des Eisenoxyds und aller zweiwerthigen Basen, dagegen hat man eine beträchtliche Zunahme der Alkalien und eine unbedeutende der Kieselsäure zu verzeichnen. Im Übrigen ist das Magma an Thonerde mit Bezug auf die Alkalien übersättigt und es folgt daraus mit Nothwendigkeit die Abscheidung natriumhaltiger Metasilicate und wegen der geringen Menge von Calcium und Magnesium die Bildung von Ägirin. Eine oberflächliche Berechnung des Magmas nach den drei Hauptgemengtheilen: Feldspathvertreter (Nephelin, Sodalith), Feldspath und Ägirin, führt zu dem Resultat, dass ca. 9½ % Ägirin, ca. 35 % Feldspathvertreter und ca. 53 % Sanidin vorhanden sein müssten, und wenn auch diese Berechnung nur eine bedingte Richtigkeit hat, kann man immerhin daraus folgern, dass das Gesteinsglas im Wesentlichen Feldspathzusammensetzung haben muss. Chemisch stellt das Gestein einen fast reinen Feldspath-Nephelinkern dar und man kann es mit den Phonolithen sowohl als mit den Tinguáiten vereinigen. Bei ersteren ist allerdings ein so hoher Eisengehalt bei so niedrigem Gehalt an Calcium und Magnesium selten, während er für die Tinguáite charakteristisch ist.

Zusammenfassendes über die Eruptivgesteine.

Es ist nun wohl nöthig, die Resultate der petrographischen Untersuchung der Eruptivgesteine in kurzen Zügen zusammenzufassen und es möge dabei gestattet sein, auch die dioritischen Amphibol-Orthogneisse in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, obwohl sie erst später des Näheren besprochen werden sollen.

Bei einer solchen Betrachtung dürfen wir, wie oben gezeigt wurde, die Granite und die zweifellos zu ihnen gehörenden Aplite ausschliessen, denn sie sind wesentlich älter als die übrigen Ganggesteine, welche mit dem Gabbro und, wie die Tektonik gelehrt hat, mit den im Gebiet vorkommenden Orthogneissen in Beziehung zu setzen sind. Zwar ist die Sache nicht ohne Complication, aber mit Hilfe der untenstehenden tabellarischen Anordnung der OSANN'schen Formeln und vielleicht noch besser unter Zuhilfenahme der Analysenbilder nach MICHEL-LÉVY und BRÖGGER gelingt es, sich ein klares Bild zu machen.

	s	a	c	f	n	k
I. . . .	54,33	1,8	7,7	10,5	7,0	0,96
II. . . .	80,3	18,1	0	1,9	7,3	1,44
III. . . .	68,3	6,6	4,6	8,7	7,5	1,19
IV. . . .	64,5	7,19	1,93	10,88	7,1	0,96
IV a. . . .	58,5	3,4	3,9	12,7	7,5	0,97
V. . . .	57,5	2,45	4,55	13,0	7,1	1,04
VI. . . .	61,8	4,03	4,50	11,47	7,1	1,16
VII. . . .	57,3	3,41	2,95	13,64	7,3	0,96
VIII. . . .	61,4	11,6	0	8,4	7,3	0,67
IX. . . .	64,1	16,2	0	3,8	6,9	0,67
X. . . .	58,8	5,0	2,1	12,9	6,6	0,90

Dasjenige Gestein, von welchem sich die übrigen ableiten lassen, wird repräsentirt durch die Analyse IV, welche am besten im Einklang steht mit dem Gabbro oder sich mit trachydoleritischen Magmen vergleichen lässt. Hoher Alkaligehalt neben hohem Gehalt an zweiwerthigen Metallen, besonders an Eisen, sind die besonderen Characteristica des Magmas. Ein solches Magma kann in dreifacher Richtung eine Saigerung erfahren: 1. nämlich durch Zunahme der zweiwerthigen Metalle und der Kieselsäure, 2. durch Verminderung der zweiwerthigen Metalle und der Kieselsäure und eventuell Zunahme der Alkalien und Thonerde, 3. durch Zunahme der

zweiwerthigen Metalle und Abnahme der Alkalien und Thonerde. Diese drei Möglichkeiten finden wir in unseren Gesteinen zur Wirklichkeit gemacht, denn an die Analyse IV reiht sich mit höherem Gehalt an Kieselsäure und Thonerde und geringerem an zweiwerthigen Metallen das Gestein mit Analyse III vom chemischen Habitus der Malchite oder eventuell noch der Trachydolerite und an dieses, mit ihm durch die nicht analysirten Granitporphyre und Syenitporphyre verbunden, die Analyse II mit aplitischem bezw. granitporphyrischem Charakter an. Auf der anderen Seite finden wir Verminderung der Kieselsäure und der alkalischen Erden, einschliesslich des Eisens, bei zunehmendem Alkaligehalt und gelangen zu Analyse VIII bezw. IX mit ihrem tinguäitischen Bestand. In der dritten Richtung, welche durch zunehmende zweiwerthige Metalle und abnehmende Alkalien, Thonerde und Kieselsäure gekennzeichnet ist, treffen wir die Analysen IVa, VI, VII und X, von denen IVa und VII dem Typus der basischen Dioritporphyrite oder besser der Gabbroporphyrite entsprechen, während X durch verminderten Magnesia- und vermehrten Eisen- und Alkaligehalt sich unterscheidet und mehr den Shoshoniten nähert, VI endlich lässt deutlich noch seine Zusammengehörigkeit mit VII erkennen, ist aber, wie wir früher gezeigt haben, durch die Einschmelzung granitischen Materials wesentlich verändert und hat den chemischen Charakter der Kersantite oder Ortlerite angenommen.

Von der dritten Reihe bezw. von Analyse VII oder VIII zweigt sich nun eine andere Reihe ab, die durch abnehmenden Gehalt an Eisen und Alkalien und zunehmenden an Magnesia und Thonerde gebildet wird. Es ist dies zunächst Analyse V vom Typus der Lucite oder Gabbroporphyrite und weiterhin der Gabbro selbst.

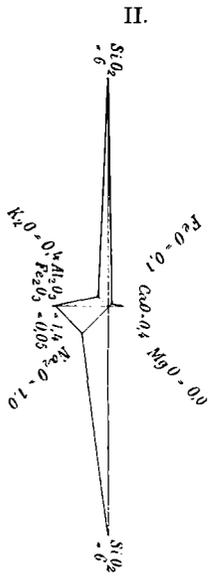
Aus alledem ergibt sich, dass wir in den besprochenen Gesteinen eine ganz ausgezeichnet einheitliche Gefolgschaft von Magmen vor uns haben. Eine Gefolgschaft, welche man nur ableiten kann von einem ursprünglich essexitischen Magma, das sich in drei Theilmagmen getrennt hätte, nämlich in ein solches von dioritischem, ein anderes von theralithischem und ein drittes von Gabbrohabitus. Zu dem ersteren würden die Analysen IV, III, II (zwischen III und II wäre vielleicht

noch der Syenitporphyr einzuschieben), zu dem zweiten die Analysen IV, VIII und IX, zu dem letzten die übrigen Analysen zugehören (vergl. die Zusammenstellung auf p. 446). Für die Zusammengehörigkeit aller Analysen spricht auch die grosse Ähnlichkeit der graphischen Darstellungen und die grosse Übereinstimmung der OSANN'schen Werthe für n.

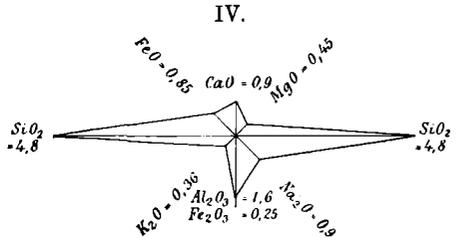
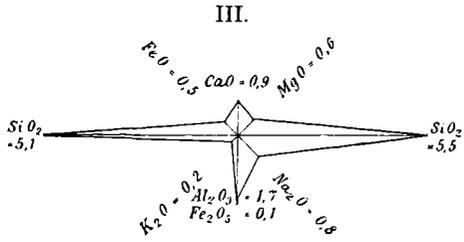
Der wesentliche mineralogische Bestand ergibt sich aus nachstehender Tabelle, welche auch gleichzeitig die structuellen Verhältnisse kurz wiedergibt. Sie bedarf keiner besonderen Erläuterung.

Primärer wesentlicher Mineralbestand.	Structur.
Anal. I. Bytownit-Anorthit, Olivin, Hypersthen, Augit, Hornblende.	Ophitische Gabbrostructur.
Anal. II. Quarz, Mikroklin, Orthoklas, Albit, Biotit.	Gangmitte holokrystallin-porphyrisch mit mikrogranitischer Grundmasse. Salband panidiomorph-körnig.
Anal. III. Andesin - Anorthoklas, braune Hornblende, Mikropegmatit.	Holokrystallin-porphyrisch mit panidiomorph-körniger Grundmasse.
Anal. IV. Andesin - Anorthoklas, Augit, wenig Hornblende.	Ebenso.
Anal. IV a. Andesin, Augit (?), Hornblende, Biotit.	Holokrystallin mit intersertalen uralitisirten dunkelen Gemengtheilen.
Anal. V. Labradorit, Olivin, Hypersthen, Augit, Hornblende, Biotit.	Holokrystallin mit intersertal auftretender, feldspatharmer Grundmasse.
Anal. VI. Reste von eingeschmolzenem Andesin oder Labradorit, Quarzfremdlinge. Grundmasse: Oligoklas-Andesin, Augit, Erz.	Holokrystallin-porphyrisch. Grundmasse panidiomorph-körnig.
Anal. VII. Andesin-Oligoklas, Hypersthen, Augit.	Holokrystallin-porphyrisch. Grundmasse intersertal.
Anal. VIII. Sanidin, Nosean, Nephelin, Augit.	Holokrystallin-porphyrisch. Grundmasse trachytoid-fluidal.
Anal. IX. Nephelin, Sodalith, Sanidin, Ägirin, Glas.	Hypokrystallin-porphyrisch.
Anal. X. Amphibolit.	

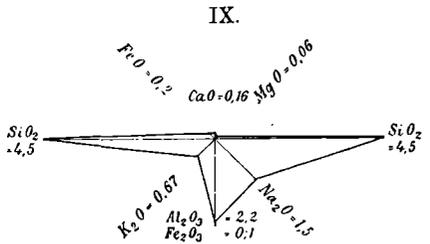
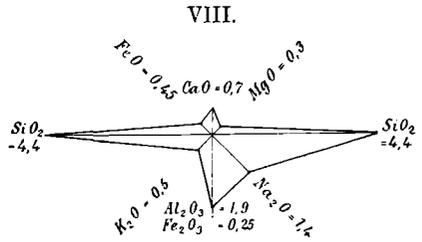
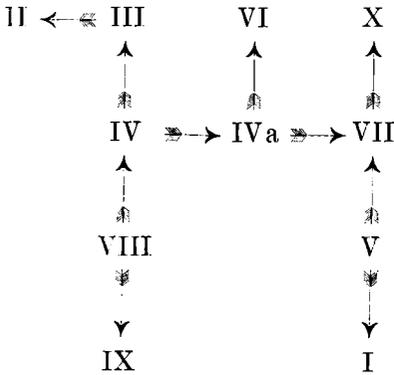
Diesen Gesteinen, welche analysirt wurden, lassen sich die übrigen nicht analysirten Gesteine ohne Zwang einreihen, wie es weiter oben geschehen ist, und auch sämtliche Hornblendegneisse aus dem Golfan, von Delen und Tagoi können



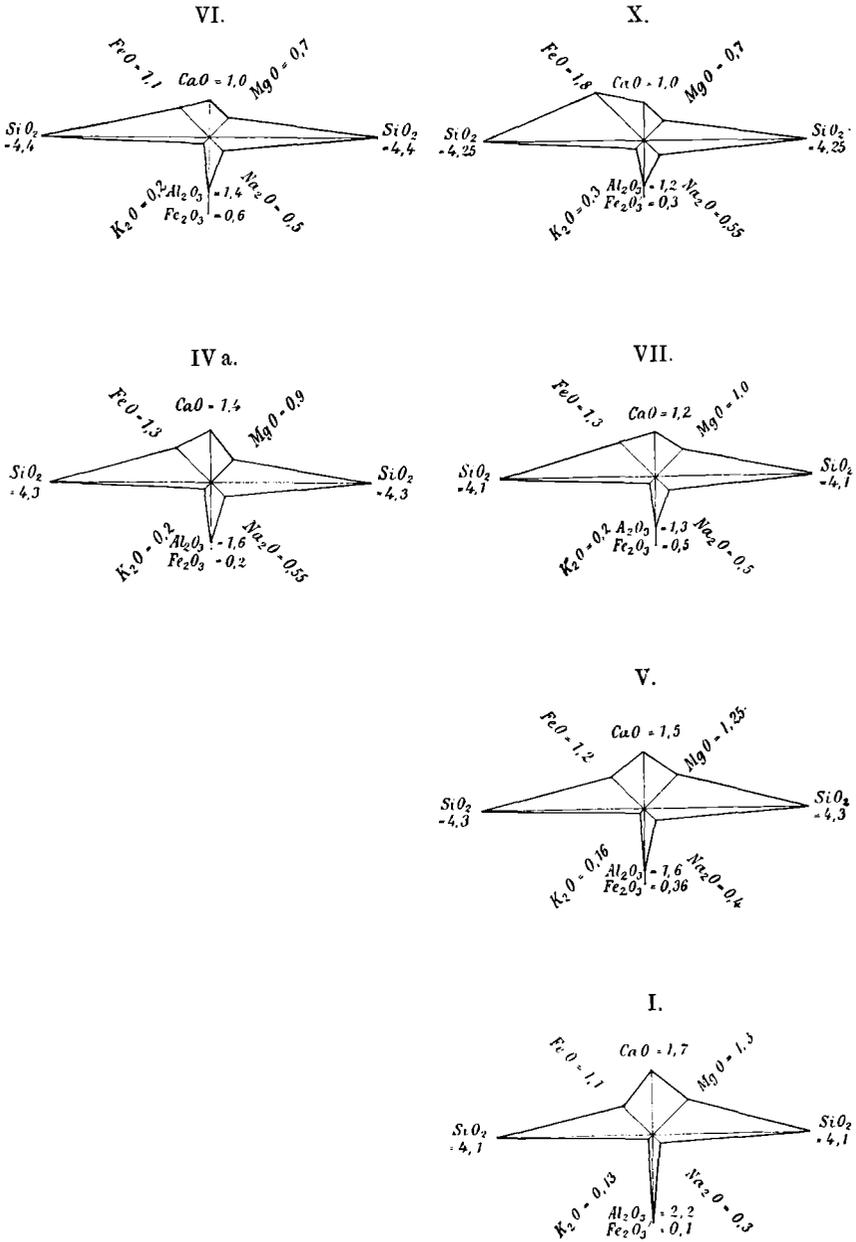
Analysenbilder nach



Beziehungen der Magmen zu einander.



MICHEL-LÉVY und BRÖGGER.



recht wohl als zu ihnen gehörige Ergussformen aufgefasst werden, vielleicht sind ihnen aber auch noch die Zoisit- und Epidotfelse der Phyllite von Tegele verwandt.

Wohl mögen vielleicht einzelne Gesteine etwas jünger, andere älter sein, aber dies stört die verwandtschaftlichen Verhältnisse nicht.

B. Krystallinische Schiefergesteine.

I. Orthogneisse.

Das herrschende Gestein am Gebel Tagoi ist ein grauer, mittelkörniger Biotitgneiss, dessen Structur zumeist körnig-flaserig ist, aber manchmal ins Stengelige oder auch ins Augengneissartige übergeht. Die Bestandtheile, welche man schon mit der Lupe erkennen kann, sind reichlicher Quarz, Orthoklas, Plagioklas und Biotit. U. d. M. tritt hierzu nur noch etwas Magnetit in unregelmässigen Putzen. — Auch hier zeigt sich der Quarz als herrschender Bestandtheil und an ihn schliesst sich in der Menge der Feldspath an, der seinerseits zum überwiegenden Theil ein perthitisch mit Albit verwachsener Orthoklas ist. Daneben findet sich etwas Mikroklin und Oligoklas, sowie nicht gerade reichlich ein normaler, kastanienbrauner Biotit. — Die Structur des Gesteins ist eine typische Mörtelstructur, und zwar ist, wie gewöhnlich, der Quarz immer am stärksten zerrieben und zeigt mosaikartige Begrenzung der Körner. Der Biotit ist vielfach linsenartig gestreckt und der Feldspath, besonders der Orthoklas, bildet die Augen, welche in dem flaserigen Mörtel der anderen Mineralien eingebettet sind. — Nach mineralogischer Zusammensetzung und Structur hat dieser Gneiss die grösste Ähnlichkeit mit den von Tegele und Reschad beschriebenen Graniten, so dass ich geneigt bin, ihn ebenfalls nur für einen solchen anzusehen. Ich habe ihn nur deshalb nicht dort bei den Graniten eingereiht, weil hier der directe Verband mit unveränderten Graniten nicht nachweisbar ist.

Mit diesem Gneiss stehen am Tagoi Amphibolgneisse von dioritischem Charakter in Verbindung. Es sind dies bei feinerem Korn dunkler, bei gröberem lichter grau gefärbte Gesteine von recht hohem specifischen Gewicht. Das eine ist auch für die Lupe dicht, ein anderes feinkörnig und das

dritte von mittlerem Korn. In diesem erkennt man mit der Lupe deutlich Plagioklas, Hornblende und spärlich Biotit als Gesteinsgemengtheile. Alle drei Gesteine zeigen deutliche Plan- und Parallelstructur und werden an Ort und Stelle von pegmatitischen Schmitzen und gangartigen Lagen durchsetzt. U. d. M. treten zu den bereits genannten Gemengtheilen nur noch reichlich Apatit, Titanit und spärlich ein Eisenerz hinzu. Es unterscheiden sich die drei Varietäten durch das Mengenverhältniss der Bestandtheile, indem dem Gestein vom größten Korn der Biotit fast gänzlich mangelt, während er in dem feinkörnigen ziemlich reichlich vorhanden ist. In der dichten Abart endlich fehlt der Biotit, der Feldspath tritt sehr zurück und es erscheint etwas Quarz. — Der Plagioklas ist nach seinem optischen Verhalten ein Labradorit, der reich an den bekannten bräunlichen Einschlüssen ist, wie er auch öfters Apatit in guten Krystallen umschliesst. In allen Gesteinen zeigt er einen verhältnissmässig hohen Grad von Frische, wenngleich ihm vielfach secundärer Amphibol infiltrirt ist. Öfters kann man zerbrochene und verbogene Krystalle beobachten und undulöse Auslöschung ist keine seltene Erscheinung. — Der Amphibol ist in dem herrschenden, feinkörnigen Gesteinstypus fleckig bräunlich bis bläulichgrün gefärbt und zeigt einen zwischen braun und jenen Farben wechselnden, kräftigen Pleochroismus. Er bildet zwar compacte Krystalle, aber sie sind im Wesentlichen von allotriomorpher, höchstens in der Prismenzone von mehr idiomorpher Begrenzung und seine Auslöschungsschiefe gegen die Verticalaxe beträgt im Maximum 20—24°. In der grobkörnigen Varietät ist die Hornblende bei sehr schwachem Pleochroismus ganz lichtgraulichgrün gefärbt und von stengeligter Beschaffenheit. Sie ist meist, wie es scheint, in einer gesetzmässigen Weise von Krystallen von Magnet- oder Titaneisen durchsetzt, welche meist dick und undurchsichtig sind, manchmal aber so dünn werden, dass sie das Licht violettbraun durchscheinen lassen. Diese Hornblende macht einen durchaus secundären Eindruck. Wieder etwas anders sieht sie in der für das blosse Auge dichten Gesteinsvarietät aus. Ihre Farbe ist ganz blassgrünlich, der Pleochroismus verläuft von bläulichgrün bis gelblichgrün, ihre Auslöschungsschiefe beträgt

gegen die Längsaxe in klinopinakoidalen Schnitten ca. 20° und sie tritt in kleinen, ringsum ausgebildeten, bald kürzeren, bald längeren, oft skeletartig oder subparallel aneinander gereihten Säulchen auf, die mit winzigen Erzputzen oder auch mit Leukoxen ganz durchspickt sind. — Der in der herrschenden Gesteinsart recht reichlich auftretende Biotit ist vollkommen frisch, kastanienbraun gefärbt und zeigt einen sehr kleinen optischen Axenwinkel. Seine Begrenzung ist xenomorph. In dem anderen, grobkörnigen Gestein ist er etwas ausgebleicht und hat eine grünliche, der Hornblende ähnliche Farbe angenommen. — Der Titanit tritt in Gestalt lichtgelblich gefärbter, unregelmässiger Körner, seltener in guten Kryställchen, oft als Leukoxen auf. Oft ist er mit Erzpartikeln oder mit Amphibol vergesellschaftet und im letzteren Falle sieht man ihn manchmal von einem pleochroitischen Hof umgeben. In der dichten Gesteinsart erscheint er nur als Leukoxen. — Epidot ist im grobkörnigen Gestein in wenigen, z. Th. von Titanit umrandeten gelben Körnern beobachtet worden. — Der in allen drei Gesteinen reichlich vorhandene Apatit tritt dort, wo er vom Feldspath, Amphibol oder Biotit umschlossen wird, in guten Krystallen, wo dies nicht der Fall ist, in zerstreuten Bruchstücken auf. — Das Erz ist in Form grösserer Putzen und Körner in der herrschenden Varietät nicht sehr reichlich, in der von gröberem Korn spärlich vertreten und dürfte wohl Magnetit oder Titanmagneteisen sein. In der dichten Gesteinsart scheint es Eisenglanz oder Titaneisen zu sein, denn es wird hier öfters mit rother Farbe durchsichtig. — Die Structur ist in den drei verschiedenen Gesteinen etwas verschieden. Die beiden Varietäten von gröberem Korn zeichnen sich durch die deutliche Plan- und Parallelstructur und durch mancherlei kataklastische Erscheinungen aus. Von diesen Erscheinungen abgesehen, ist das Gewebe des herrschenden Typus dem granitisch-körnigen nahestehend, aber die xenomorphe Begrenzung aller wesentlichen Gesteinsgemengtheile weist auf die diabasisch-körnige Structur hin. Das Letztere ist aber noch mehr der Fall bei dem grobkörnigeren Gesteine, wo die farbigen Gemengtheile noch entschieden intersertale Lage haben, doch ist durch die secundäre Hornblendebildung Alles sehr verwischt. Anders ist es mit

der dichten, amphibolitischen Varietät (Fig. 10 Taf. XLI). Der uralitische Amphibol überdeckt das ganze Gesteinsgewebe in einer Weise, dass neben ihm kaum noch etwas Anderes zu sehen ist. Mit der Lupe schon sieht man allerdings den Dünnschliff wie mit vielen Nadelstichen durchbohrt und u. d. M. erkennt man diese Nadelstiche z. Th. als kleine gerundete Körnchen von bald zwillingsgestreiftem, bald nur zonar struirtem Plagioklas, z. Th. als Körnchen oder Körnchenaggregate von Quarz, dessen Körner in den Aggregaten bald sandartig nebeneinander liegen, bald mosaikartig ineinandergreifen. — Von dieser letzteren Varietät wurde durch Herrn Dr. SCHIMPF eine Analyse (X) angefertigt, die Folgendes ergab:

Analyse X.

		Mol.-Prop.	auf 100 ber.
Si O ₂	50,30	8328	57,50
Ti O ₂	0,45	64	0,44
P ₂ O ₅	1,81	127	0,88
Al ₂ O ₃	12,47	1220	8,42
Fe ₂ O ₃	4,66	291	2,01
Fe O	12,88	1789	12,35
Mn O	0,23	32	0,22
Mg O	2,97	736	5,08
Ca O	5,80	1036	7,15
Na ₂ O	3,52	567	3,92
K ₂ O	2,77	294	2,03
Wasser bei 110°.	0,32	—	—
Glühverlust	1,04	—	—
Summe	99,22	14484	100,00

Daraus ergibt sich folgende OSANN'sche Formel: s 58,8, a 5,0, c 2,1, f 12,9, n 6,6. Wenn wir nun die naturgemässe Frage nach der früheren Natur dieser metamorphischen Gesteine stellen, so giebt uns gerade das letztere Gestein, die dichte Abart, den Schlüssel zur Lösung der Frage in die Hand, denn dieses Gestein stimmt, soweit man es überhaupt noch eruiren kann, mit dem Gestein, welches im Chor bei Delen gefunden wurde (Analyse VI) oder mit Analyse VII des Gesteins von Tegele, was Structur, Mineralbestand und, abgesehen vom höheren Eisengehalt, chemische Zusammensetzung anlangt, sehr nahe überein. Es ist nur der Plagioklas fast völlig verschwunden, und aus der fast dichten, aus Feldspath, Augit

und Erz bestehenden Grundmasse des primären Gesteins sehr viel uralitische Hornblende hervorgegangen, welche jetzt den Feldspath der Grundmasse und deren Structur völlig verdeckt. Bei dieser secundären Amphibolbildung wurde das früher vorhandene Erz, der Pyroxen und wohl zum grossen Theil auch der Feldspath aufgezehrt. Kann man sonach, wie ich glaube, in ziemlich unwiderleglicher Weise die Zusammengehörigkeit dieses Amphibolits mit den früher besprochenen Ganggesteinen (Analyse VI und VII) nachweisen, so ist man wohl auch berechtigt, die beiden anderen hierher gehörigen dioritischen Amphibolgneisse mit den anderen in Delen (besonders No. 4) und Kadero vorkommenden Ganggesteinen in Beziehung zu bringen, wohin ja auch Structur, soweit sie in primärem Zustand erhalten ist, und Mineralbestand verweisen. Dies ist schon an sich ein sehr interessanter Nachweis, der aber nach anderer Richtung noch an Wichtigkeit gewinnt, wenn man nämlich bedenkt, dass das Gestein mit dem Granit Kordofans gemeinsam gefaltet und metamorphosirt wurde und demnach mit diesem älter ist als die Faltung. Es ist dies der einzige relative Altersnachweis für jene Gänge überhaupt. Sie bleiben natürlich in dem inneren, ungefalteten Theile des Granits mit diesem ungefaltet und ohne Metamorphose. Oder sollten die drei metamorphen Amphibolgesteine gar ursprünglich zu jenen Gängen zugehörige Ergüsse darstellen? Es ist dies leider von hier aus nicht mit Sicherheit zu constatiren, doch scheinen die mit ihnen vorkommenden Glimmerschiefer in der That darauf hinzuweisen, denn ich habe in dieser Arbeit schon zu beweisen versucht, dass die in Kordofan vorkommenden krystallinischen Schiefergesteine, soweit sie nicht selbst metamorphosirte Granite sind, ihrer Entstehung nach wesentlich jünger sind als der Granit, der vor ihrer Entstehung schon eine weite Abrasionsfläche bildete. Dann sind aber auch die in diesen Gesteinen, von dem Habitus eines dioritischen Amphibolgneisses auftretenden pegmatitischen Schmitzen und Spaltenausfüllungen, ebenso wie ich dies für gewisse Pegmatite des oberen Veltlins schon anderwärts angedeutet habe, nicht eruptive, sondern wässerige, bei der metamorphischen Umbildung der Gesteine entstandene Bildungen.

Die eben besprochenen Gesteine werfen nun auch ein Licht auf zwei Vorkommnisse, welche im Golfan und bei Delen im Chor anstehen.

Das erstere ist ein feinkörniges dunkelgraues, fein weiss getüpfeltes Gestein, in welchem man mit der Lupe Feldspath, Biotit und Hornblende erkennt. U. d. M. hat man den Mineralbestand eines quarzarmen Biotitamphiboldiorits mit den Accessorien Apatit, Eisenglanz und Titanit vor sich. — Der Feldspath ist ein zwillingsgestreifter Plagioklas, nach den optischen Verhältnissen dem Oligoklas zugehörig. Er ist recht frisch, selten im Kerne durch kaolinartige Producte etwas getrübt. Der Form nach sind es entweder unregelmässige Körner, breite Leisten oder Tafeln, welche letzteren beiden öfters eine ruinenartige Begrenzung zeigen und vom Kerne nach dem Rande abnehmende Auslöschungsschiefe besitzen, ohne eigentlich zonar struirt zu sein. Ihm folgt der Menge nach demnächst die Hornblende, welche in Gestalt eines kurzstengeligen graugrünen Aktinoliths auftritt. Ihr Pleochroismus schwankt zwischen farblos und graugrünlischen Tönen, die Absorption ist normal und die Auslöschungsschiefe gegen c in klinopinakoidalen Schnitten ca. 20° . Es sind unregelmässige, ausgefrante, höchstens einmal in der Prismenzone automorph begrenzte Körner. — Der ebenfalls noch recht reichlich vorhandene Biotit ist lichtkastanienbraun von Farbe, kräftig pleochroitisch, optisch einaxig und bildet unregelmässige Fetzen. — Apatit tritt in unregelmässigen, in Biotit oder Amphibol eingeschlossenen Körnern ziemlich reichlich, Titanit in Bruchstückchen oder Körnerhäufchen von lichtgelber Färbung in geringer Menge auf. — Das Erz bildet Leisten oder Tafeln, welche dort, wo sie sehr dünn sind, bräunlich oder auch blutroth durchsichtig werden. Sie sind in Salzsäure leicht und vollkommen löslich, und man dürfte es demnach mit Eisenglanz zu thun haben. Seine Vertheilung ist eigenthümlich und erinnert an die des Graphits, indem er bald in subparallele, allerdings nicht weit fortlaufende Züge, bald zu allerlei Figuren, Kreisen, Netzen, angeordnet erscheint. Dabei kommt er als Einschluss in fast allen Mineralien vor und liegt bald im Quarz, bald im Feldspath, bald im Glimmer, das eine Mal scheinbar längs Zwillings-

oder Spaltungstracen oder zwischen den Körnern, das andere Mal ganz regellos, hier nur in einem Individuum, dort in ein zweites übergreifend. — Die Structur des Gesteines ist schwach flaserig und mörtelartig, bald mit einem Anklang an das Porphyrtartige des Augengneisses, bald mit einem Seitensprung ins Pan- oder Hypidiomorphkörnige, bald wieder durch den idiomorphen Feldspath und die allotriomorphe Hornblende an das Ophitische anklingend. Von einer Krystallisationsfolge kann man wohl in einem dynamometamorphen Gestein kaum reden. Wollte man das, so müsste man dem Eisenglanz das höchste Alter zusprechen, dem Biotit und der Hornblende das geringste, denn der Feldspath allein ist manchmal ganz idiomorph, doch auch in ihm liegen manchmal Amphibolnadeln oder kleine Eier von Biotit. Der Quarz ist hauptsächlich mit dem feinkörnigen Feldspath vergesellschaftet, und tritt dann in unregelmässigen Körnern auf, oder er bildet selbst feinkörnige, etwas flaserige Nesterchen von quarzitischer Mosaikstructur. — Dieses Gestein könnte nach seinem mikroskopischen Verhalten und der daraus abzuleitenden chemischen Natur recht wohl einem der zuerst beschriebenen (Analyse III und IV) Ganggesteine vielleicht als Ergussform zugehören, und es könnten in dem dort nachgewiesenen Eisen- und Alkaligehalt alle Mineralien ihre Erklärung finden.

Das Gestein, welches im Chor bei Delen ein Glied der krystallinischen Schiefer bildet, tritt in zwei Varietäten auf. Beide sind dunkelgraugrün und schieferig, das eine fein-, das andere feinkörnig. Bei dem letzteren erkennt man mit der Lupe einzelne kleine Stückchen von Feldspath und eine flaserige Structur. U. d. M. ist der Mineralbestand beider Varietäten der Menge nach geordnet folgender: Feldspath, Quarz, Hornblende, Biotit, Titanit, Erz, Apatit. — Der Feldspath ist, wie es scheint, durchgehends ein zum Oligoklas gehöriger Plagioklas, die Hornblende ein graugrüner, stark pleochroitischer (dunkelblaugrün und lichtschnitzgrün) Uralit von ca. 15° Auslöschungsschiefe gegen c in klinopinakoidalen Schnitten und ausgeprägt stengeliger Ausbildung, der Biotit dunkelgelblichbraun von Farbe. — Die Bestandtheile des Gesteins sind zu einem sehr stark kataklastischen Gesamtbild verwebt, fast alle Mineralien nur in Bruchstückform vorhanden

und die feinsten Stengel der Hornblende zeigen eine ordentliche krystallographische Begrenzung nur dort, wo sie im Quarz oder Feldspath eingebettet liegen, indem sie so den Eindruck hervorrufen, als ob sie erst nach der Zermalmung des Gesteins entstanden wären. Die grössten Bruchstücke findet man noch beim Feldspath, selten bei der Hornblende oder noch seltener beim Quarz. Zwischen ihnen und um sie herum liegen die Fasern von Quarz, Hornblende und Glimmer oder ein feiner bis feinsten Mörtel von Feldspathbruchstückchen. Bis in die Risse der grösseren Feldspäthe hinein ist dieser Mörtel manchmal gedrungen oder es liegen dort neugebildete Uralitsäulchen. Die Quarzfasern haben die Mosaikstruktur der Quarzite, während die aus Hornblende bestehenden Fasern eine subparallele Anordnung der Stengel und stengeligen Individuen zeigen. Um die letzteren legt sich öfters eine schmale Zone zerdrückten Biotits, oder dieser bildet durch sie hindurch ein anastomosirendes Netzwerk, wie auch der Schliff, mit der Lupe betrachtet, einem unregelmässig maschigen Gewebe gleicht. Auch der Titanit und das wohl zum Magnetit gehörende Erz treten in langgestreckten, körnigen Fasern auf, und der Apatit ist durch das Ganze in einzelnen Bruchstückchen zerstreut. — Bei dem feinkörnigen Gestein ist nur die Zermalmung etwas weiter getrieben; nur noch vereinzelt grössere Feldspathstückchen sind vorhanden und alles Andere ist zu feinstem Grus zerrieben. Dadurch ist die deutliche Faserung verloren gegangen und nur noch die zwischen gekreuzten Nicols sichtbare Plan- und Parallelstruktur der Hornblendestengelchen und winzigen Glimmerleistchen deuten auf sie hin. Zersetztes Erz verleiht mancherorts eine eisen-schüssige Färbung. — Auch diese Gesteine könnte man, so meine ich, ohne Zwang mit den früher beschriebenen Ganggesteinen in Beziehung setzen und als eine metamorphe Ergussform davon bezeichnen.

- II. Paragneisse.

Da ist zuerst ein feldspatharmer Graphitgneiss von Golfan (Fig. 12 Taf. XLII) zu nennen, den man auch als graphitreichen und feldspathhaltigen Quarzit bezeichnen könnte. Es ist ein lagenförmig struirtes Gestein, dessen Quarzlagen bald

bis zu 10 mm dick sind, bald auf wenige Millimeter herabsinken und im ersteren Falle ärmer, im letzteren reicher an Feldspath sind. Der Graphit liegt glimmergleich und flaserartig zwischen den einzelnen Lagen, seltener in unregelmässiger Stellung in diesen selbst. Local reichert sich der Graphit nesterartig an und es entstehen mulmige Gemenge von Graphit, Quarz und den Zersetzungsproducten des Feldspaths. Der Feldspath ist nämlich fast durchgehends ganz zersetzt und, wie das Mikroskop zeigt, in Kaolin und Nontronit umgewandelt. — U. d. M. wird in der Hauptmasse ein ausserordentlich typisches Quarzitbild gewährt, wie es nur immer in der Mosaikstructur des Quarzes und in seiner stark undulösen Auslöschung zum Ausdruck kommt. Dort, wo der Quarz unterbrochen wird von den weissen kaolinartigen Substanzen oder von den schwefelgelben, stark doppelbrechenden Producten von Nontronit mit ihrer z. Th. noch deutlichen Feldspathbegrenzung ist er geradlinig von gerundeten Ecken und Kanten begrenzt. Andeutungen von Feldspath-Zwillingsbildung kommen dort vor, wo eine offenbare Verkieselung des Feldspaths eingetreten ist. Es soll aber auch nicht verschwiegen werden, dass manche von den Zersetzungsproducten sehr an die Formen und Eigenschaften des Glimmers erinnern, indem sie Leistenform besitzen, streifige Beschaffenheit zeigen und öfters gebogen erscheinen. — Ehe wir eine Deutung der Entstehung des Gesteins zu geben versuchen, wollen wir erst andere ähnliche, aber graphitfreie Gesteine des gleichen Fundortes betrachten, welche dort in Wechsellagerung mit anderen gneissartigen Gesteinen und besonders Quarziten vorkommen.

Es sind dies Gesteine, die bald ärmer, bald reicher an den Zersetzungsproducten des Feldspaths sind. So ist eines von ihnen vergleichbar einem erdigen Kaolinaggregat, in dem man einzelne Blättchen von Nakrit mit blossen Auge erkennt, und dieses Gestein geht in ein anderes mit sehr grossem Kieselsäuregehalt über, das mit einem Quarzit zu vergleichen ist, in welchem bald mehr, bald weniger Stückchen des ersteren Gesteins eingeschlossen sind. Die kaolinartigen, erdigen Partien sind theils schmutzigweiss, theils ockergelb gefärbt, von poröser oder löcheriger Beschaffenheit. Die quarzitähnlichen Theile zeigen schon bei der Betrachtung mit

blossen Auge einen eigenthümlichen Zustand. Zwischen matten und trüben chaledonähnlichen Stellen von manchmal krystallähnlicher, meist rechteckiger oder quadratischer Form ziehen sich fettglänzende Adern von durchsichtiger Beschaffenheit und daher scheinbar dunklerer Farbe hin, welche Quarz sind. — Diese beiden Arten von Quarz erkennt man u. d. M. wieder leicht auseinander, denn jene durchsichtigen Adern sind in der That weiter nichts als normaler Quarzit mit Mosaikstruktur und z. Th. wenigstens mit undulöser Auslöschung der einzelnen Quarzkörner. Die anderen matten und trüben Partien scheinen fast isotrop — ein Gehalt an Opal konnte aber auf chemischem Wege nicht nachgewiesen werden —, sie sehen im gewöhnlichen Lichte eigenthümlich gekörnelt bis schuppig aus und lassen zwischen gekreuzten Nicols zahlreiche eingeschlossene Kaolinleistchen und -blättchen erkennen, welche oft gesetzmässig nach einer oder zwei sich öfters rechtwinkelig durchkreuzenden Richtungen angeordnet sind. Manchmal sind auch schwefelgelb aussehende nontronitartige Producte zwischengelagert. Daraus dürfte hervorgehen, dass man es mit Pseudomorphosen nach Feldspath zu thun hat. — Nimmt man diese Erfahrungen mit denen bei dem vorhergehenden graphithaltigen Gesteine zusammen, so leuchtet ohne weiteres ein, dass die Gesteine stark verkieselt sind und dass diese Verkieselung mit der Graphitbildung nichts zu thun hat, wohl aber die völlige Zersetzung des Feldspaths in Kaolin und Nontronit damit zusammenhängen kann. Die Bildung dieser Gesteine zerfällt somit in drei Phasen, wie folgt: 1. Bildung eines arkoseartigen klastischen Sediments aus granitischem Material, eventuell mit Beimengung organischer Substanzen. Das Sediment ist bald reicher, bald ärmer an Feldspath. 2. Umwandlung durch dynamometamorphe Vorgänge, eventuell unter Bildung von Graphit aus den organischen Substanzen. 3. Verkieselung wahrscheinlich durch heisse SiO_2 -haltige Quellen mit völliger Zersetzung des Feldspaths unter Bildung von Kaolin und Nontronit.

III. Quarzite.

Abgesehen von den Gangquarziten, die im ganzen Gebiet weit verbreitet vorkommen und nicht näher untersucht

wurden, kommen im Golfan und in Delen, wie schon bemerkt, auch Lagerquarzite vor. Ein solcher von Delen wurde geschliffen. Er gewährt u. d. M. nicht das normale Bild eines metamorphen Sandsteins, sondern vielmehr dasjenige der Braunkohlenquarzite Thüringens, welche ja eigentlich zu Unrecht Quarzite heissen, vielmehr Sandsteine von sehr feinem Korn mit kieseligem Bindemittel sind. Der Quarzit von Delen gleicht äusserlich fast einem splitterig brechenden Hornstein und stellt u. d. M. einen äusserst feinkörnigen Sandstein von durch einzelne grössere Quarzkörner porphyrtigen Structur dar. Neben dem Quarz sind nur noch einzelne kleine Nesterchen von Epidot oder Kaliglimmer vorhanden.

IV. Phyllite.

Dem Kreise der Phyllite angehörige Gesteine wurden wesentlich nur aus dem von Tegele ostwärts liegenden Bergland mitgebracht. Es sind bald mehr, bald bei herrschendem Quarzgehalt minder vollkommen geschieferte Gesteine. Manche sind auch deutlich transversal geschiefert und haben dann Neigung zu griffeligem Zerfallen. Die Schieferungsflächen sind seltener bedeckt von deutlichen Muscovitblättchen, öfters von sericitischen Häuten und manchmal ist neben dem Glimmer Chlorit in erheblicher Menge vorhanden. Eines der Gesteine enthält grosse, in Limonit umgewandelte Eisenkieskrystalle. U. d. M. erkennt man als herrschenden Bestandtheil aller dieser Gesteine feinkörnigen Quarz, zwischen dessen Körnern in flaseriger Anordnung sozusagen als Bindemittel Muscovit oder dieser und Chlorit liegen. Die letzteren Mineralien sind gewöhnlich lagenweise etwas angereichert. Ausser diesen Mineralien kommen in allen Gesteinen Körnchen und Kryställchen von Apatit und Zirkon vor, in den Sericitphylliten ist hier und da ein Körnchen Feldspath, in den Chloritphylliten reichlich Magnetit und in allen übrigen ziemlich reichlich hydratisches Eisenoxyd zugegen. — Die Structur ist bei den fast nur aus Quarz bestehenden Gesteinen die eines feinkörnigen Sandsteins mit wenig örtlich und streifig vertheiltem eisenschüssigen Bindemittel, in den Sericitphylliten lagenförmig mit entsprechender Vertheilung des Glimmers, oder der Glimmer ist gleichmässig als eine Art Bindemittel vertheilt. In den

Chloritphylliten endlich ist die Structur eine mehr richtungslose, indem die Leisten und Fetzen von Chlorit und Muscovit das ganze Gestein kreuz und quer durchspicken. Der Quarz hat in allen Gesteinen den Charakter von Sandkörnern.

Besondere Erwähnung verdienen graphithaltige Phyllite. Sie sind dunkelgrau gefärbt, dünnschieferig, theilweise ebenschieferig, theilweise gefaltet und zeigen matten Seidenglanz auf der Schieferungsfläche, welche übrigens öfters auch etwas eisenschüssig ist. U. d. M. sind es Gesteine von dem Charakter der oben beschriebenen Quarzphyllite mit deutlich ausgesprochener Flaserung. An diese schliessen sich im Wesentlichen die blätterigen Mineralien an, welche Graphit und Biotit bezw. Sericit sind. Das eine der Gesteine ist arm an der manchmal wie dendritisch aussehenden, auf einzelne Quarzschmitzen beschränkten graphitischen Substanz, aber reich an kleinen lichtkaffeebraunen, kräftig pleochroitischen Biotit-Blättchen und -Leistchen. In dem anderen graphitreicheren Schiefer, dessen Graphit sich lagenweise stark anreichert, ist das Glimmermineral ein Sericit.

Während man es in den seither besprochenen Phylliten mit Gesteinen von zweifellosem Charakter der Paragneisse zu thun hatte, weist der Bestand der folgenden phyllitischen Gesteinsarten ebensosehr oder mehr auf die Abstammung der Orthogneisse hin. Sie wechsellagern mit den eben besprochenen Phylliten.

Hierher gehört in erster Linie ein Chloritgneiss, ein kleinkörniges, graugrün gefärbtes Gestein von flaseriger Textur, in welchem man mit der Lupe Chlorit, Feldspath, Nesterchen und Schnüre von zersetztem, eisenhaltigem Dolomit oder Kalkspath und einzelne in Brauneisen umgewandelte Würfel von Pyrit erkennt. U. d. M. zeigen sich Quarz, Chlorit und Carbonat als die herrschenden Bestandtheile. Daneben sind nicht gar zahlreiche Körner von Plagioklas, sowie stellenweise angehäuft recht viele Krystalle und Körner von rothbraunem Rutil zu beobachten. — Die Structur ist flaserig und die Quarzfeldspathgrundmasse hat hin und wieder rein sandigen Charakter, während der Quarz selbst ausnahmsweise Mosaikstructur erkennen lässt.

Noch ausgesprochener den Orthogneissen angehörig sind zwei andere dickbankig abgesonderte Gesteine von sehr fein-

krystalliner Beschaffenheit und graugrüner Färbung. Man erkennt in ihnen mit der Lupe nur vereinzelte Hornblende-säulchen oder Chloritblättchen. U. d. M. zeigt sich das eine der Gesteine, der Menge nach geordnet, aus Quarz, Epidot, Chlorit, Calcit und Amphibol zusammengesetzt, während der Mineralbestand des anderen Gesteines Epidot, Zoisit, Amphibol, Chlorit und Calcit ist. Der Hauptunterschied der beiden Gesteine besteht also in der Quarzführung des einen und in der Zoisitführung des anderen. Putzen von Eisenhydroxyd sind in beiden Gesteinen zugegen. — Der Amphibol, welcher im quarzfreien Gestein reichlicher vorhanden ist, zeigt eine maximale Auslöschungsschiefe von ca. 26° gegen die Längsaxe in klinopinakoidalen Schnitten, stengelige, aktinolithartige Beschaffenheit, lichtgrüne Farbe und schwachen in grünen Tönen sich bewegendem Pleochroismus. Der Epidot und Zoisit treten in unregelmässigen Körnern und unvollkommenen Krystallen auf. Der letztere ist farblos, der erstere ganz licht gelb gefärbt und sehr schwach pleochroitisch. Der Calcit bildet mandelartige Nestchen. — Die Plan- und Parallelstructur ist nur undeutlich, vielmehr zumeist eine richtungslose Structur vorherrschend.

Diese Gesteine dürften nach ihrem Mineralbestand am ehesten auf Ergussgesteine von porphyritischem oder diabasischem Habitus zurückzuführen sein.

V. Körniger Kalk.

Im Wechsel mit den phyllitischen Gesteinen wurde auch ein körniger Kalkstein gefunden. Es ist ein sehr feinkrystallinischer graulichweiss gefärbter Marmor, in welchem man schon mit der Lupe einzelne Graphitblättchen erkennen kann. U. d. M. hat man das typische Bild eines Marmors vor sich und erkennt als Ursache der grauen Färbung die Einlagerung von zahlreichen kleinen Graphitblättchen.

5. Rückblick.

Die geologische Geschichte des Hochlandes von Kordofan zerfällt nach dem, was wir in den vorausgehenden Blättern gelesen haben, in sechs Phasen, deren bündige Gesamtschilderung am Schlusse dieser Arbeit gestattet sei.

Die erste dieser Phasen ist uns nicht mehr in allen Zügen bekannt. Sie fällt offenbar in die archaische Zeit und die Granite, welche heute den Kern des Landes bilden, sind offenbar der Torso eines Faltengebirges, welches noch im Archäicum der Zerstörung anheimfiel. Nirgends in dem bereisten Gebiete sind Reste der dem Granit zeitlich vorausgehenden, ihn einst bedeckenden Ablagerungen vorhanden, bei deren Faltung das granitische Magma in die dabei entstandenen Hohlräume eingedrungen ist und darum fehlt uns jegliches Anzeichen einer Contactzone um den Granit. Erst nachdem jenes Gebirge abgetragen und eine vielleicht dem granitischen Gebiete des heutigen Finland, oder der östlichen Uralseite entsprechende ausgedehnte Denudationsfläche entstanden war, begann die

zweite Phase, indem sich neue Bewegungen in der Erdkruste vollzogen. Es entstanden Spalten und durch den Granit hindurch brachen in ihnen Eruptivgesteine, Spaltungsproducte von Gabbro- und essexitischen Magmen. Sie ergossen sich über einzelne Theile des Gebiets und wechselagern dort mit zunächst terrestrischen oder littoralen Bildungen, welche durch Arkosen und Sandsteine charakterisirt sind. Die vulcanische Thätigkeit erlischt allmählich und die dabei entstehenden heissen, kieselsäurehaltigen Quellen führen zur Verkieselung von Gesteinen und zur Ausfüllung von Spalten mit Quarzit (der im S. goldführend ist). Allmählich taucht das Land an den Verwerfungsspalten tiefer unter das Meeresniveau und es kommt zur Ablagerung von Kalkstein. Es mag dies bis tief in die paläozoische Zeit hinein gedauert haben, doch geben die vorhandenen Schichten keinerlei Anhaltspunkte für die Zeitbestimmung. Vermuthlich in spätpaläozoischer Zeit, vielleicht im Carbon, beginnt die

dritte Phase mit der Aufrichtung eines neuen Faltengebirges, dessen Falten im Wesentlichen in NNW. streichen. Jetzt werden die oberen Theile des archaischen Granits mit den darüber liegenden paläozoischen Schicht- und Ergussgesteinen gefaltet, aus den äusseren Theilen des Granits und aus den Ergussgesteinen werden Orthogneisse, oder Zoisit-, Amphibol- und Epidot-haltige Gesteine (Orthogneisse), aus den Arkosen Paragneisse, aus den Sandsteinen Quarzite und

Phyllite und aus dem Kalkstein Marmor. Mit der Gebirgsaufrichtung eröffnet auch die abtragende Thätigkeit ihren Reigen und schreitet so lange fort, bis die Granite aufs Neue blossgelegt sind und nur noch in den Mulden der Falten die metamorphischen Sedimente zu Tage treten. Damit wird die vierte Phase eingeleitet. Das Land senkt sich allmählich unter das Meeresniveau und die Formationsglieder des nubischen Sandsteins werden auf der Denudationsfläche abgelagert. Bis zu welcher Zeit ist unbekannt, wahrscheinlich aber wenigstens bis einschliesslich des Sandsteins, der jetzt in der Gegend von Omdurman ansteht und der als wahrscheinlich cretaceisch anzusprechen ist. Dann treten wieder Störungen auf und die

fünfte Phase nimmt ihren Anfang. Aber diesmal ist es nicht Faltung, die hervorgerufen wird, sondern an Spalten werden Kordofan und sein nördliches Vorland gegeneinander mindestens um eine Sprunghöhe verschoben, welche der Mächtigkeit der ungefalteten prätertiären Schichten Nordostafrikas entspricht, so dass wiederum ein Gebirge und zwar ein Horst von beträchtlicher Ausdehnung und Höhe geschaffen wird, an dem die Erosion ihre Thätigkeit wieder beginnt, deren Zeugen wir auch in den Strudellöchern von Delen noch vorfinden. Sie hat so lange fortgewirkt, bis keine Spur mehr von den horizontal gelagerten Sedimenten vorhanden und sogar noch ein Theil des gefalteten Gebirges mit abgetragen war. Mit den neuesten Verschiebungen in Afrika wurde Kordofan wahrscheinlich in tieferes, sein nördliches Vorland in höheres Niveau gerückt, der Unterschied zwischen beiden Theilen ausgeglichen und damit begann die

sechste und letzte Phase, welche heute noch nicht ganz zu Ende ist. Es wurden die Thäler mit äolischen und fluvialen Alluvionen, mit Gehängeschutt erfüllt und das Land so eingeebnet, dass nur noch die Gipfel der Berge klippengleich aus dem Sande emporragen. Noch jetzt nagen Wind und Wetter an den Bergen, erniedrigen sie, füllen die Ebene auf und das Resultat wird sein, dass Kordofan einen Sandhügel von gewaltiger Ausdehnung darstellt.

So ist das Land geworden, in dessen Bergen die einheimischen Neger vor der arabischen Völkerwanderung Schutz

gesucht und gefunden haben, in dessen ausgedehnten Ebenen der räuberische Araber seine Herden weidet, die Savanne, welche nur in der Regenzeit in grüne, aber dann farbenprächtige und üppige Gewänder gekleidet ist, in der auch in der trockenen Jahreszeit die Brunnen vor dem Versiegen durch den in geringer Tiefe anstehenden Granit geschützt sind.

Jena, mineralog. und geolog. Institut im April 1903.

Erklärung der Tafeln.

Tafel XXXV. — Strudellöcher im Granit von Delen.

Tafel XXXVI. — Reisewege.

Tafel XXXVII.

- Fig. 1. Aplitischer Granitporphyr, Gangmitte. Einsprenglinge von Quarz und Mikroklin. Vergr. 300.
 „ 2. Dasselbe, Salband. Structur mehr panidiomorph-körnig. Vergr. 300.

Tafel XXXVIII.

- Fig. 3. Malchit, Grundmasse. Panidiomorph-körnige bis intersertale Structur, Anorthoklasmäntel um den Plagioklas. Vergr. 120.
 „ 4. Gauteit, Grundmasse. Poikilitische Verwachsung von Augit (dunkel) und Feldspath. Vergr. 200.

Tafel XXXIX.

- Fig. 5. Malchitisches Gestein. Structur lamprophyrisch bis diabasisch-körnig. Intersertaler Augit, Feldspath mit Anorthoklasmänteln, Hornblende idiomorph. Vergr. 220.
 „ 6. Gabbroporphyr. Diabasisch-körnige Structur (Augit hell). Vergr. 70.

Tafel XL.

- Fig. 7. Gabbroporphyr. Lamellare Verwachsung von rhombischem und monoklinem Pyroxen. Vergr. 300.
 „ 8. Dasselbe Gestein. Hypersthen pseudomorph nach Olivin (Umriss des Olivins durch Magnetitkörnchen angedeutet). Vergr. 120.

Tafel XLI.

- Fig. 9. Gabbroporphyr durch Granitaufnahme verändert. Quarzkörnchen, corrodierter Feldspath, Structur der Grundmasse. Vergr. 120.
 „ 10. Amphibolit. Vergr. 300.

Tafel XLII.

- Fig. 11. Gneissgranit. Orthoklas (dunkel) mit Albit verwachsen. Vergr. 120.
 „ 12. Quarzitischer Paragneiss mit Graphit. Vergr. 220.
-



Nach Photographie gezeichnet v. A. Giltseh.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Strudellöcher im Granit von Delen.

Linck: Geologie und Petrographie von Kordofan.



Fig. 1.

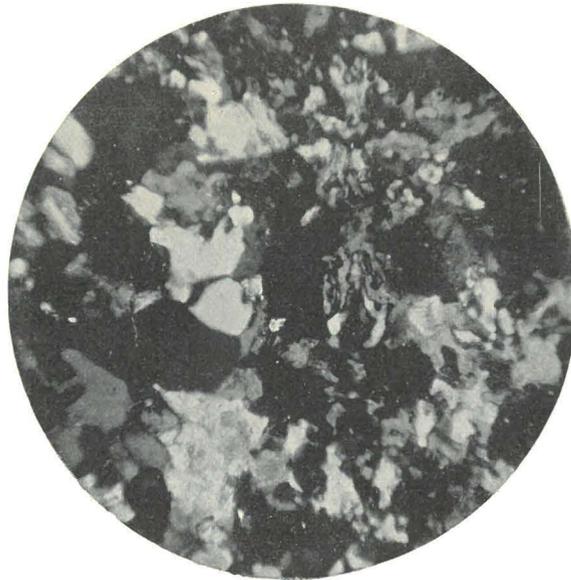


Fig. 2.

Linck: Geologie und Petrographie von Kordofan.



Fig. 3.

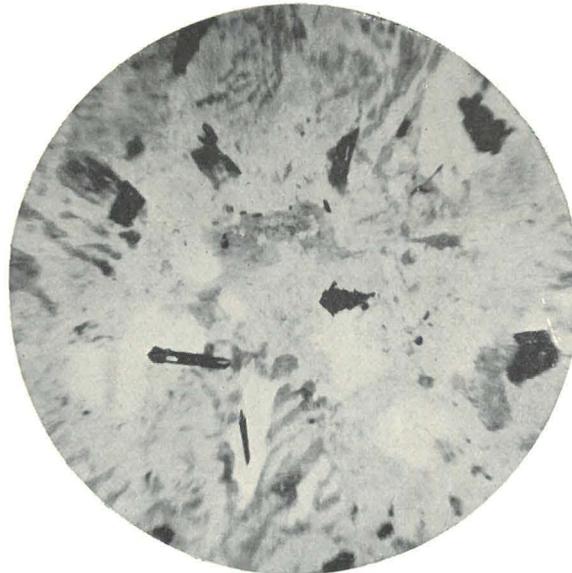


Fig. 4.

Linck: Geologie und Petrographie von Kordofan.



Fig. 5.



Fig. 6.

Linck: Geologie und Petrographie von Kordofan.

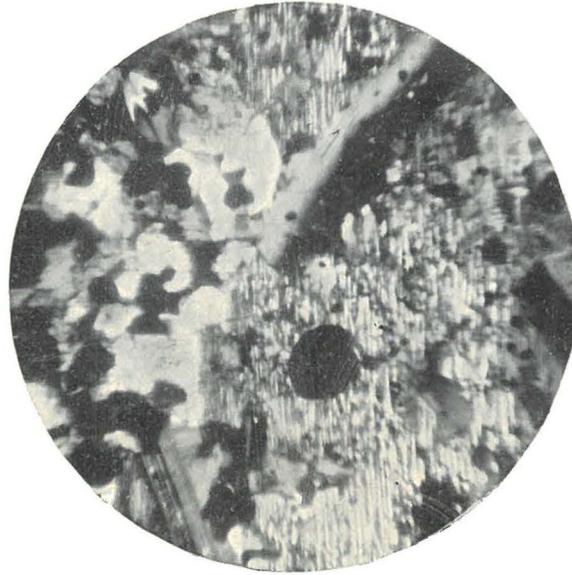


Fig. 7.

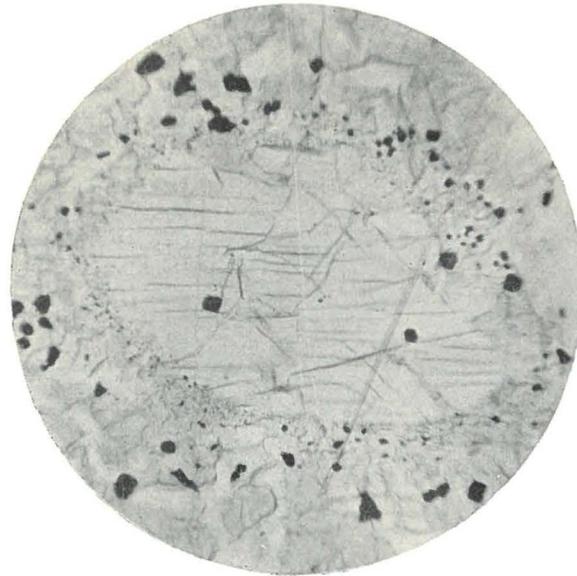


Fig. 8.

Linck: Geologie und Petrographie von Kordofan.

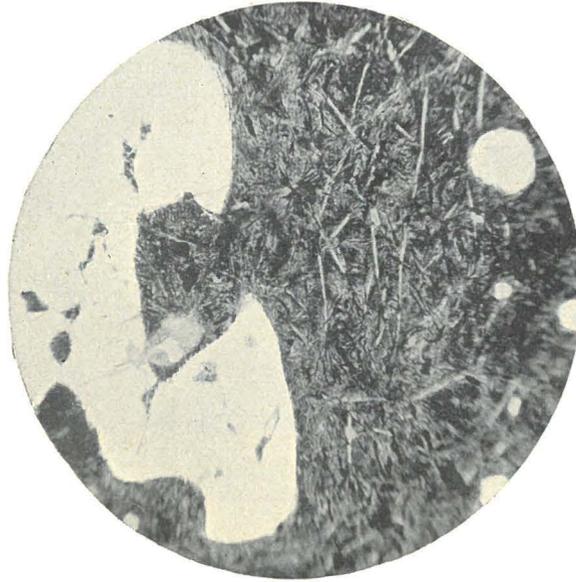


Fig. 9.



Fig. 10.

Linck: Geologie und Petrographie von Kordofan.



Fig. 11.

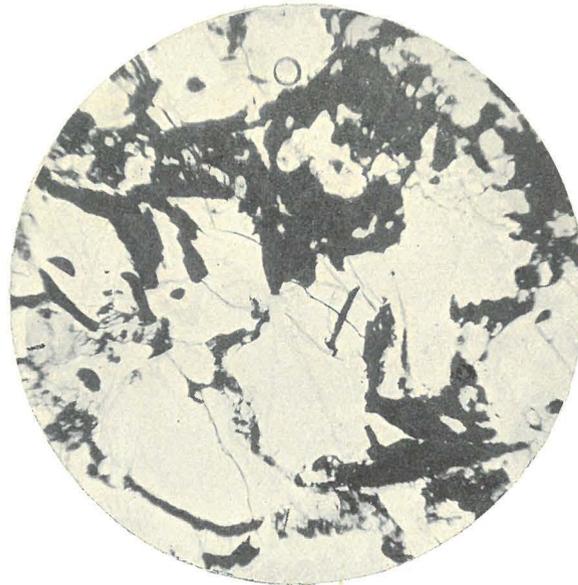


Fig. 12.

Linck: Geologie und Petrographie von Kordofan.
