

2. Die Quarzporphyr- und Porphyroidformation in Südpatagonien und Feuerland.

Von

Percy Quensel.

Inhalt.

Einleitung.

Die Nomenklatur dynamometamorpher Quarzporphyre.

Die Verbreitung und das Alter der Porphyroidformation in Patagonien.

Das Azopardotal.

Unveränderte Felsitporphyre.

Gepresste Porphyre.

Porphyroide.

Quarzitähnliche Umwandlungsformen.

Kugelporphyre und Eutaxite.

Ursachen der verschiedenen Entwicklung dynamometamorpher Porphyre.

Vulkanische Breccien und Tuffe.

Skyring Water und Ultima Esperanza.

Chemische Zusammensetzung des Felsitporphyrs.

Chemische Zusammensetzung des Porphyroids.

Lago Argentino.

Einleitung.

Die Veranlassung zu der Bearbeitung des vorliegenden Materials gab vor allem die ausserordentlich günstige Gelegenheit, die Einwirkung der Gebirgsfaltung auf die patagonischen und feuerländischen Quarzporphyre im Detail verfolgen zu können. Schon die geographische Verbreitung

dieser Formation längs dem Ostabhang der Cordillera lässt vermuten, dass man Vorkommnisse von wenig veränderten Porphyren im Gebiet der östlichen Vorgebirge antreffen könnte, die man nachher gegen Westen mit immer zunehmender regionaler Umwandlung bis in die beinahe zur Unkenntlichkeit veränderten Porphyroide und Sericitschiefer der Centralcordillera sollte verfolgen können. In der Tat bietet auch die Quarzporphyrfornation von Südpatagonien und Feuerland, dank der gewaltigen regionalen Verbreitung von petrographisch ausserordentlich monotonen Gesteinstypen, eine seltene Gelegenheit, sowohl die mineralogischen als auch die chemischen Veränderungen bei der Dynamometamorphose der Quarzporphyre kennen zu lernen. Es erschien mir um so wünschenswerter, diese Gelegenheit auszunützen, da gerade auf diesem speziellen Gebiet der Petrographie die Zahl der einschlägigen Beobachtungen noch nicht hinreichend ist, um die endgültige Antwort auf mehrere noch schwebende Fragen geben zu können.

Die Nomenklatur dynamometamorpher Quarzporphyre.

Ehe ich aber zu einer näheren Beschreibung der verschiedenen untersuchten Gebiete übergehe, möchte ich einige allgemeine Bemerkungen über unsere jetzigen Kenntnisse der Dynamometamorphose der Quarzporphyre, sowie über die gebräuchliche Nomenklatur der verschiedenen Umwandlungsprodukte beifügen.

Die eigentliche Schwierigkeit bei der Untersuchung dynamometamorpher Quarzporphyre liegt darin, die verschieferten oder umkrystallisierten Porphyre, einerseits von den den Quarzporphyren entsprechenden Tuffen, andererseits von ebenso veränderten sedimentären Gesteinen mit Sicherheit unterscheiden zu können. Da diese Gesteine oft chemisch nahe übereinstimmende Gemenge darstellen, und da die regionalmetamorphen Umwandlungen alle in derselben Richtung gehen, liefert die Natur hier nahe mit einander übereinstimmende Endprodukte, die aus genetisch weit auseinanderstehenden Gesteinen herrühren können.

In den letzten Jahren hat man die aus eruptivem Material hervorgegangenen Gesteine dieser Kategorie, die sich also entweder durch ihr geologisches Auftreten oder durch noch wahrnehmbare Reliktstrukturen als eruptiven Ursprungs kennzeichnen, als *Porphyroide* zusammengefasst. In seiner letzten Ausgabe der Elemente der Gesteinskunde (1910) beschränkt ROSENBUSCH (im Gegensatz zu seinen früheren Darstellungen) den Begriff Porphyroid auf die dynamometamorphosierten Quarzporphyre und schlägt den Namen Tuffporphyroid (oder Klastoporphyroid) für die entsprechenden ebenfalls umgewandelten Tuffe vor. Für eine mit stärkerer Sericitisierung verbundene, noch intensivere Umwandlung der Quarzporphyre wird der Name Sericitporphyroid benützt; sind schliesslich die Einsprenglinge des ursprünglichen Porphyrs durch die regionale Ver-

änderung vollkommen verwischt worden, so bezeichnet man das Endprodukt als Sericitschiefer.¹

Der Porphyroidbegriff wird also in der vorliegenden Arbeit im Sinne Rosenbusch's (1910) und Johnsen's² angewendet, und fasst sämtliche regionalmetamorphe Quarzporphyre (resp Keratophyre) ein, die sonst als schiefriger Porphy, flasriger Porphy, Felsitschiefer, Porphyrschiefer etc. etc. beschrieben werden.

Es muss wohl vorläufig dahingestellt bleiben, ob wirklich aus rein klastischen Sedimenten porphyroidähnliche Gesteine überhaupt entstehen können. Wo die Einsprenglinge noch eine Andeutung ihrer ursprünglichen Ausbildung behalten haben, dürfte man noch den Ursprung des Gesteins ziemlich sicher bestimmen können. Sind aber die Einsprenglinge vollkommen zertrümmert, was übrigens bei den Quarzporphyren erst bei der aller kräftigsten Metamorphose der Fall ist, so findet man vielleicht in dem resultierenden Sericitschiefer keine sicheren Anhaltspunkte mehr für die Beurteilung der Genesis, wenn das geologische Auftreten des Gesteins in dieser Richtung keinen Aufschluss geben kann. Dass man sich nicht zu viel auf die chemische Zusammensetzung verlassen darf, geht aus einigen unten angeführten Analysen hervor, die deutlich zeigen, wie gross auch die chemischen Veränderungen bei einer durchgreifenden Regionalmetamorphose gelegentlich sein können.

Überblickt man die Litteratur der dynamometamorphen Quarzporphyre und verwandter Gesteine, so zeigt es sich, dass die meisten bekannten und beschriebenen Fundstellen in stark gefalteten Gebieten liegen, wo man also nur ausnahmsweise den Übergang zwischen unverändertem Porphy und Porphyroid verfolgen kann. Allerdings lässt sich auf einigen Stellen (so z. B. in den Windgällen, im Val Camonica u. a.) ein sicherer Zusammenhang zwischen den Porphyroiden und dem Ausgangsmaterial, den unverschieferten Quarzporphyren nachweisen. Von diesen Stellen stammen auch die einzigen chemischen Daten über die bei der Dynamometamorphose stattfindende chemische Veränderung, die sich auf unveränderte und stark umgewandelte Porphyre *desselben Gebietes* beziehen. Die Porphyre, die hier Gegenstand einer kurzen Beschreibung sein sollen, bieten nun gerade in dieser Hinsicht eine aussergewöhnlich gute Gelegenheit, die Einwirkung der Regionalmetamorphose Schritt für Schritt zu verfolgen. Die Porphyre liegen nämlich, wie schon erwähnt, am Ostabhang der Cordillera, so dass sie teils von der Faltung mitgerissen worden sind, teils wenigstens stellenweise davon unberührt gelassen wurden. In demselben Gebiet, wo die Gesteine also mit Sicherheit eine geologische Einheit darstellen, kann man vollkommen ungepresste Gesteine antreffen und dicht dabei findet man beinahe zur Unkenntlichkeit veränderte Sericitporphyroide. Es ergibt sich von selbst, dass sich hier eine besonders gute Gelegenheit bietet, die

¹ In Analogie mit der Einteilung in Orto- und Paragneisse, könnte man das Gestein als *Orto-Sericitschiefer* bezeichnen.

² Neues Jahrbuch B. B. 27 (1909) p. 326.

Einwirkung der Dynamometamorphose, sowohl die mechanische Deformation als auch die chemischen Veränderungen, im Detail zu verfolgen.

Es ist daher in der vorliegenden Arbeit nicht die Absicht, alle zu der Gruppe der Quarzporphyre und Porphyroide gehörigen Gesteine ausführlich zu beschreiben. Bei der immerhin oberflächlichen Feldarbeit, die die notwendige Folge einer Expedition in unbewohnten und teilweise unkartierten Gegenden sein muss, ist die Verbreitung dieser Gesteine zu wenig bekannt, um einen Versuch zu rechtfertigen, die verschiedenen Quarzporphyrtypen auseinanderzuhalten. Dagegen können wir die interessante und aktuelle Frage über die regionale Umwandlung der Quarzporphyre mit grossem Vorteil an dem vorhandenen Material verfolgen, wo in manchen Fällen eine Reihe von Übergangsgliedern den gewöhnlich vorhandenen Sprung zwischen den frischen Porphyren und den s. g. Porphyroiden vermittelt. Indem ich mich also eigentlich auf diese Frage beschränke, werde ich im Vorübergehen natürlich auch die petrographischen Merkmale erwähnen, die von allgemeinem Interesse sein können.

Die Verbreitung und das Alter der Porphyrfornation in Patagonien.

Über die geographische Verbreitung und über das allgemeine geologische Auftreten der Quarzporphyre in Südpatagonien und Feuerland kann ich mich kurz fassen, indem ich auf den allgemeinen Teil meiner Arbeit: Geologisch-petrographische Studien in der patagonischen Cordillera¹ hinweise. Beinahe überall, wo ich westlich genug in der Cordillera vordringen konnte, habe ich diese Porphyroidformation angetroffen. Nur bei einer Gelegenheit, in dem Durchbruchstal des Gajardokanals, wurde die ganze über 20 km breite Formation durchkreuzt. Noch gut erkennbare vulkanische Tuffe und Breccien zeigen, dass es sich um wirklich effusive Ergüsse handelt, eine Tatsache, die auch die mikroskopische Untersuchung vollständig bestätigt. Die ganze Formation, die auf einem über 400 km langen Gebiet in sehr übereinstimmender Weise auftritt, scheint auch an einen bestimmten geologischen Horizont gebunden zu sein. Wie ich schon früher hervorgehoben habe, sind die Porphyre und Porphyroide die ältesten vorläufig bekannten Eruptivgesteine der südpatagonischen Cordillera. Sie sind in die die *Inoceramus*-horizonte der oberen Kreide konkordant unterlagernden sedimentären Gesteine eingelagert. Wenn man diese Porphyrfornation mit den geologisch entsprechenden Porphyriten auf der Höhe von San Martin parallelisieren dürfte, würde sich eine Zeitbestimmung als oberer Jura durchführer lassen; vorläufig können wir aber mit Bestimmtheit

¹ Bull of the Geol. Inst. Upsala Vol XI (1912).

nichts weiter sagen, als dass sie älter sind als die Ablagerungen der oberen Kreide.

Die gewöhnliche regionale Metamorphose der patagonischen Quarzporphyre führt in den meisten Fällen entweder zu einem mehr oder weniger stark verschieferten Porphyroid oder zu einem quarzitähnlichen Gestein.¹ Dass die verschiedenen Endprodukte der Metamorphose nicht nur von der Intensität der Druckeinwirkung bei der Gebirgsfaltung abhängig sind, sondern dass auch, und dies vielleicht in noch höherem Grade, das Ausgangsmaterial sowie die äusseren Verhältnisse, unter denen die Metamorphose sich vollzogen hat, von entscheidender Bedeutung gewesen sind, scheint aus der folgenden Darlegung hervorzugehen.

Ich gehe nun zu einer näheren Beschreibung der einzelnen, während der Expedition besuchten Fundstellen über.

Das Azopardotal.

Das wichtigste Gebiet für die richtige Auffassung der Geologie der Quarzporphyrformation ist das Azopardotal im Feuerland, von wo schon OTTO NORDENSKIÖLD im Jahre 1895 eine reichhaltige Sammlung mitbrachte und die meisten von den Gesteinstypen auch petrographisch untersuchte. In seiner Beschreibung erwähnt NORDENSKIÖLD,² dass diese Gesteine rein petrographisch mehrere auffallende Eigenschaften zeigen und eine ausführlichere Beschreibung verdienen würden, als er Gelegenheit hatte auszuführen. Die Gesteine des Azopardotals wurden als felsophyrische Quarzporphyre oder Felsitporphyre charakterisiert.

Das Verbreitungsgebiet der Porphyre im Azopardotal ist nicht gross. Mit Hope, ein 800 m hoher Berg in der NW. Verlängerung der Fagnano-depression, wird ganz von Porphyren und Tuffen aufgebaut. Auf der Südseite des Tales kommt man aber bald wieder in die Schieferformation der Ostcordillera hinein; der Kontakt lässt sich auf dem Höhenrücken

¹ Letzteres kann ein so vollkommen quarzitisches Aussehen annehmen, dass dieses Gestein bei feldgeologischer Arbeit oft mit wirklich sedimentären Quarziten verwechselt wird. Das häufige Auftreten von Quarzitlagern zwischen metamorphen Porphyren, dem man besonders in der älteren Literatur so oft begegnet, hat sich bei näherer Untersuchung oft dadurch erklärt, dass metamorphe Quarzporphyre resp. Quarzkeratophyre oder ihre entsprechenden Tuffe diesen Habitus angenommen haben. JOHNSEN schreibt in seiner ausführlichen Beschreibung der Thüringer Porphyroide betreffs der quarzitähnlichen Modifikationen, dass ohne die Kenntnis der deutlicheren Strukturen gewisser Varietäten (die früher erwähnt worden sind), würde man den umgewandelten Porphyr von Fleckberg für einen normalen sedimentären Quarzit halten. (Neues Jahrbuch Beil. Bd 1909 p. 387 u. 397.)

² Die krystallinen Gesteine der Magellansländer p. 224 in Wissenschaftliche Ergebnisse der Schwed. Expedition nach den Magellansländern I, N:o 6 (1901).

gleich südlich vom Azopardotal leicht verfolgen, und nach Angaben von HALLE¹ kommt man gegen Norden auch bald aus der Porphyrbildung heraus. Man kann also sagen, dass die Porphyre hier auf das M:t Hope-massiv selbst und auf die nächsten nördlich und südlich davon liegenden Höhen beschränkt sind.

Die Porphyre, die an dem Aufbau dieses Gebietes teilnehmen, zeigen auf den ersten Blick eine sehr bunte Mischung von einander ziemlich verschiedenen Typen.

Unveränderte Felsitporphyre.

Am wenigsten verändert und lokal sogar ohne jede Spur von Metamorphose sind die Porphyre am südöstlichen Teil des M:t Hope, gleich



Fig. 1. Felsitporphyr, Azopardo, mit fluidalen Streifen.
Nat. Grösse.

nördlich von dem Ausfluss des Rio Azopardo aus dem Fagnanosee. Das Gestein ist hier makroskopisch ein schwarzer, etwas fluidaler *Felsitporphyr* mit zahlreichen, porzellanweissen Feldspatkörnern und gegen die dunkle Grundmasse schwarz erscheinenden Quarzkörnern als einzige Einsprenglinge in einer schwarzen, aphanitischen Grundmasse, in der man u. d. M. einen fluidalen Wechsel von gröberen und feinkörnigeren mikrogranitisch ausgebildeten Schlieren beobachtet (Fig. 1). Die Quarzeinsprenglinge sind meistens sehr idiomorph und besitzen häufig die charakteristischen

¹ nach freundlicher Mitteilung.

Einbuchtungen und schlauchartigen Corrosionskanäle, die in den Porphy-quarzen so oft vorkommen. Die Feldspateinsprenglinge bestehen aus einem schwach rötlich pigmentierten Orthoklas und in untergeordneter Menge einem sauren Plagioklas. Der einzige dunkle Gemengteil ist Biotit, der aber meistens in Epidot und Chlorit umgewandelt ist. (Vergl. Fig. 9, von einem entsprechenden Typus.)

Es ist von einer gewissen Wichtigkeit diesen Typus im Gedächtnis zu behalten, einerseits weil er so zu sagen das Ausgangsmaterial für sämtliche mehr oder weniger metamorphosierte Formen der rings herum anstehenden Porphyroide bildet, andererseits weil gerade dieser durch seine weissen Feldspateinsprenglinge und dunklen Quarzkörner leicht charakterisierte, schwarze Felsitporphyr in auffallend ähnlicher Ausbildung in den verschiedenen Porphyrgebieten nördlich von der Magellansstrasse auftritt und auch da dynamometamorphe Umwandlungsprodukte liefert, die ihrerseits den entsprechenden Typen des Azopardotales zum Verwechselln ähnlich sind.

Gepresste Porphyre.

In der nächsten Nähe dieses unveränderten Porphyrtypus treten Gesteine auf, die als *gepresste Felsitporphyre* zu bezeichnen sind.

Durch die Druckeinwirkung werden in diesen Typen leicht in der Grundmasse Erscheinungen hervorgerufen, die auf den ersten Blick der Fluidalstruktur der vulkanischen Gesteine sehr ähnlich sind. Bei beginnender Dynamometamorphose kann es sogar sehr schwer sein, die primären Fluidalerscheinungen von den durch Druck hervorgerufenen Bewegungen in der Grundmasse auseinanderzuhalten. Ich möchte diese durch den Druck hervorgerufenen Bewegungen als eine Art *sekundäre Fluidalstruktur* bezeichnen, da es sich hier nicht nur um eine »Piezokrystallisation« sondern tatsächlich um Strömungen in der Grundmasse handelt. Die Einwirkung des Druckes bei den porphyrischen Gesteinen mit felsitischer oder glasiger Grundmasse ist nämlich eine ganz andere, als bei den vollkrystallinen Gesteinen; die durch Reibung zwischen den Mineralkörnern hervorgerufene, randliche Kataklase fällt bei den ersteren beinahe vollständig weg. In den porphyrischen Gesteinen erleiden die Einsprenglinge eine auffallend geringe Veränderung, die sich meist nur in einer schwachen, optischen Deformation kundgibt. Erst bei sehr intensiver Metamorphose tritt eine vollständige Zertrümmerung der Einsprenglinge ein. Diese Tatsache dürfte davon abhängig sein, dass die Grundmasse sich gegenüber den Einsprenglingen wie eine leichter bewegliche Matrix oder wie ein viskoses Fluidum verhält, das zuerst dem Druck nachgibt.¹ Es ist leicht verständlich, dass bei durch Druck hervorgerufenen Bewegungen in der

¹ Vergl. ROSENBUSCH, Elemente d. Gesteinskunde 1910, p. 337.

Grundmasse, wobei eine Parallelanordnung der Gemengteile, sowie ein Umfließen der feinkörnigen Matrix um die Einsprenglinge stattfindet, Erscheinungen hervorgerufen werden können, die den fluidalen Phenomänen ausserordentlich ähnlich sein können. Jedenfalls soll in den folgenden Seiten versucht werden, die beiden Erscheinungen auseinanderzuhalten.

Die erste durch Druck veränderte Stufe in der beinahe vollständigen Reihe des vorliegenden Materials von normalem Felsitporphyr zu Porphyroiden und Sericitschiefern, ist ein Porphyr, bei dem die ursprünglich schwarze Grundmasse sich in hellere und dunklere Streifen aufgelöst hat. Die Einsprenglinge sind makroskopisch noch ganz unverändert. U. d. M.



Fig. 2. Gepresster Porphyr, erste Stufe, mit sekundärer Fluidalstruktur. Vergr. 24 \times .

zeigen sich die Einsprenglinge auch beinahe unbeeinflusst von der Metamorphose. Die Quarzkörner sind noch ganz idiomorph, oft mit dihexäedrischem Umriss und zeigen dieselben Korrosionsphenomäne wie früher. Dagegen weisen sie eine deutlich undulöse Auslöschung auf. Einzelne Körner zerfallen sogar optisch in verschieden orientierte Felder. Die Feldspateinsprenglinge sind noch besser erhalten; nur auf ein paar Stellen findet sich eine Andeutung zur schwachen Deformation. Bloss da, wo zwei oder mehrere Einsprenglinge an einander stossen, erscheint eine randliche Zertrümmerung. — In der Streckungsrichtung lagern sich vor und hinter den Einsprenglingen, ganz besonders den Feldspateinsprenglingen, die bekannten kegelförmigen Anhäufungen, die aus einem Quarz-Feldspataggregat von relativ größerem Korn als in der Grundmasse bestehen.

Die eigentliche Veränderung, die dieses Gestein gegenüber dem vorhergehenden erlitten hat, liegt in der Grundmasse. Es hat dann zuerst eine Entfärbung der dunklen Grundmasse stattgefunden, die sich jedoch nicht gleichmässig, sondern so zu sagen schichtenweise vollzogen hat, so dass ganz helle Streifen mit dunklen abwechseln. Unter dem Mikroskop zeigt die Grundmasse prachtvolle Fluidalerscheinungen (Fig. 2). Es entsteht nun die Frage, ob wir es hier mit einer primären Fluidalität in dem Magma zu tun haben oder ob sich die Erscheinungen durch Einwirkung des Druckes erklären lassen. Vieles scheint mir dafür zu sprechen, dass die Regionalmetamorphose diese Fluidalerscheinungen hervorgerufen habe. Wenn man die Fluidalstruktur bei dem vorliegenden Gestein etwas näher ins Auge fasst, so ist es auffallend, dass die sericitreicheren Schlieren den Fluidalstreifen streng folgen und besonders da, wo die fluidale Grundmasse sich zwischen mehrere Einsprenglinge hineindrängt, sind die Sericitblätter reichlicher und grobkörniger entwickelt als sonst. Entsprechen nun die fluidalen Streifen einer primärmagmatischen Struktur, so würde man, bei der durch Druck hervorgerufenen Sericitisierung einen von dieser ziemlich unabhängigen Verlauf erwarten. Es wäre mehr als ein Zufall, wenn diese Richtung stets mit den primären Fluidalstreifen übereinstimmen würde. Schon aus diesem Grunde scheint es mir, dass man die fluidalen Erscheinungen der vorliegenden Gesteine nicht als primäre Strukturen deuten darf (wie es von NORDENSKJÖLD geschehen ist). Dazu kommt, dass die Deformation der Einsprenglinge in unverkennbarem Zusammenhang mit den fluidalen Erscheinungen steht; da wo die Quarzkörner gesprungen sind, dringen die fluidalen Streifen in die Risse hinein, oder wo die Feldspateinsprenglinge gebogen sind, schmiegen sich die Sericitblättchen der fluidalen Grundmasse allen Unebenheiten an.

Die Grundmasse des vorliegenden Präparats ist durchaus grobkörniger als diejenige des nicht umgewandelten Porphyrs. Die Veränderung, welche die Grundmasse erlitten hat, besteht daher ausser der Entfärbung in einer, längs gewissen, einander ziemlich parallelen Streifen, hervorgerufenen Bewegung und gleichzeitigen Sericitisierung neben einer mehr oder weniger vollständigen Umkrystallisation. Die Grundmasse hat, mit anderen Worten, dem Druck nachgeben müssen und hat sich den Einsprenglingen gegenüber als ein Fluidum verhalten, das einerseits diese vor einer Zertrümmerung geschützt hat, andererseits sich um die Einsprenglinge bewegt hat.

In einem etwas stärker gepressten Typus (Fig. 3) ist der Unterschied zwischen den hellen und dunklen Streifen noch markierter. Die Einsprenglinge fallen makroskopisch nicht mehr so deutlich auf. Die Spaltflächen des Gesteins (parallel der Verschieferungsrichtung) zeigen einen fettartigen Glanz, der durch die Bekleidung dieser Flächen mit winzigen Sericitblättchen hervorgerufen wird und deutlich zeigt, dass längs dieser Flächen Bewegungen im festen Gestein stattgefunden haben. U. d. M. erkennt man gegenüber dem vorhergehenden Präparat einen recht bedeutenden Unterschied, der auf eine etwas weiter vorgeschrittene Dynamometamorphose

deutet. Die Quarzeinsprenglinge als solche sind beinahe vollständig verschwunden; sie sind aber noch in ellipsoidförmigen Trümmernestern von Quarzkörneraggregaten oder parallel der Streckungsrichtung verlaufenden,



Fig. 3. Gepresster Porphyr. (Zweite Stufe.) Nat. Grösse.

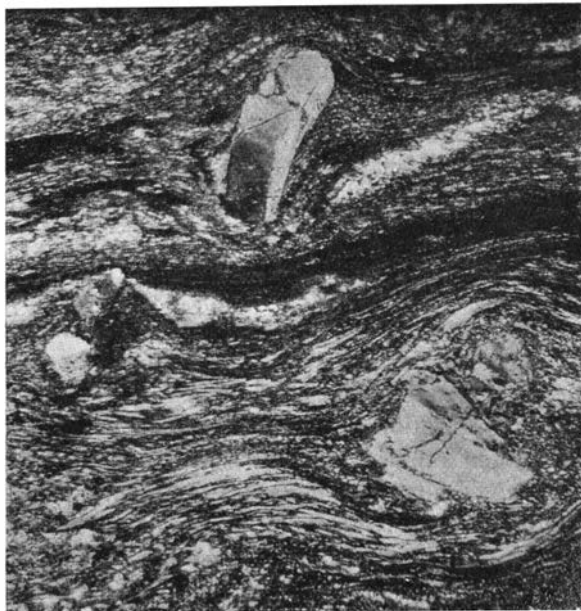


Fig. 4. Gepresster Porphyr. Mikrophotographie von Fig. 3.
Vergr. 24 X.

häufig von Sericiträndern umgebenen, langen Streifen von granulierten Quarzkörnern zu erkennen. Die Feltspateinsprenglinge sind besser erhalten aber teils kräftig verbogen (Fig. 4) teils geknickt. Die kegelförmigen

Anhäufungen um die Einsprenglinge sind auch deutlicher markiert. Die Grundmasse zeigt prachtvolle, hier alle als sekundär gedeutete Fluidalerscheinungen. In gewissen Streifen ist der Sericit ganz grobblättrig entwickelt.

Porphyroide.

Die nächste Ausbildungsform in der Reihe der dynamometamorphosierte Porphyre ist schon als ein typischer *Porphyroid* (schiefriger Porphyr) zu bezeichnen. Mehrere Merkmale scheinen darauf zu deuten, dass die Verschieferung in einer sehr geringen Tiefe stattgefunden hat und dass diese Gesteine eigentlich nicht von stärkeren, regionalen Bewegungen er-



Fig. 5. Porphyroid, Azopardo. Nat. Grösse.

griffen worden sind als die schon beschriebenen, sondern ihre abweichende Ausbildung eher anderen physikalischen Bedingungen (mehr einseitigem Druck, intensiverer Hydratisierung) während der Metamorphose verdanken.

Die Porphyroide aus dem Azopardotal besitzen bei typischer Ausbildung ein sehr konstantes Aussehen. Die Verschieferungsflächen sind uneben, buckelig und von perlmuttartigem Schimmer. Sehr charakteristisch ist der runzelige und höckerige Habitus des ganzen Gesteins, der dadurch hervorgerufen wird, dass die immer noch nicht zertrümmerten Einsprenglinge von einer Hülle von Sericitblättchen umgeben sind. Ich möchte hier wieder hervorheben, dass dieser Typus aus dem Azopardogebiet weder makroskopisch noch mikroskopisch von ähnlichen Entwicklungsformen nördlich von der Magellansstrasse zu unterscheiden ist (Fig. 5). — U. d. M. verwundert man sich über die noch so gut erhaltenen Einsprenglinge (vergl. Fig. 11 von einem entsprechenden aber nördlicheren Typus). Ob-

wohl oft geknickt oder in mehrere Teile gesprengt, kann die ursprüngliche Krystallbegrenzung gewöhnlich noch leicht verfolgt werden. Die Quarzeinsprenglinge sind sogar bedeutend besser erhalten, als in dem vorhergehenden Gestein, in welchem meistens nur Trümmeraggregate übrig geblieben waren. Grössere Feldspateinsprenglinge sind gewöhnlich von sehr sericitreichen Adern durchzogen, wobei die Sericitblätter quer zur Längsrichtung der Spalten stehen. Die Grundmasse ist stark sericitisiert und zeigt einen nicht unbedeutenden Carbonatgehalt, der neben kleineren Mengen von Epidot, Zoisit und Chlorit mit ziemlicher Sicherheit auch zu den dynamometamorphen Neubildungen zu rechnen ist. Wo sekundäre Fluidalerscheinungen in der Grundmasse zu verfolgen sind, schmiegen sich die Streifen nicht mehr sanft um die Einsprenglinge herum sondern stossen direkt an diese an.

Der eigentliche Unterschied zwischen diesem Typus und dem oben beschriebenen, liegt also in der intensiven Verschieferung der Porphyroide gegenüber einer an fluidale Bewegungen erinnernden Metamorphose der Grundmasse in den gepressten Felsitporphyren. Das Ausgangsmaterial ist in beiden Fällen dasselbe gewesen und es ist schwierig, eine andere Erklärung für die so verschiedene Entwicklung der beiden Facies zu finden, als die durch verschiedene Tiefenstufen oder andere Verhältnisse hervorgerufenen abweichenden Krystallisationsbedingungen bei der Dynamometamorphose. Die mineralogischen Neubildungen sind in beiden Typen nicht ganz dieselben. In dem einen Falle ist die Sericitisierung der Grundmasse nur mit einer Umkrystallisation und Fluktuation derselben verbunden, in dem andern hat sich die regionale Druckwirkung hauptsächlich durch eine intensive Verschieferung und eine relativ beträchtliche Hydratisierung (Bildung von Chlorit, Epidot, Zoisit und Carbonaten) neben der Sericitisierung geäussert. In dem letzten Falle scheint auch ein nicht unbeträchtlicher Stoffwechsel stattfinden zu können, wie einige unten angeführte Analysen zeigen.

Quarzitähnliche Umwandlungsformen.

Die zweite, mit den Porphyroiden äquivalente Hauptentwicklung der veränderten Porphyre des Azopardotales führt, wie schon erwähnt, zu einem beinahe quarzitähnlichen Gestein. Makroskopisch erscheint das Gestein auf frischem Bruch ganz dicht und homogen, erst an der weissen Verwitterungsrinde bemerkt man Unregelmässigkeiten in der Zusammensetzung. U. d. M. fällt sofort ein eigenartiges, an eine Perlitstruktur erinnerndes System von Rissen auf (Fig. 6), die unter einander hübsch konzentrisch sind, wie Schalen einer Kugel. Eigentümlicherweise bestehen die inneren Teile dieser von Rissen umgrenzten Partien aus viel gröberem Quarz-Feldspataggregat als die feinkörnige Grundmasse. Der Gedanke, dass diese Risse als perlitische Absonderungen in einem primär glasigen Gestein aufzufassen

wären, scheint mit diesen strukturellen Eigentümlichkeiten schwer in Einklang zu bringen. Genau dieselbe Struktur habe ich übrigens in einem unten beschriebenen, ziemlich unmetamorphisierten, einsprenglingsreicheren Porphyry vom Lago Argentino gefunden, wo die zentralen Teile der kugelförmigen Absonderungen mit Prehnit ausgefüllt sind. Wenn aber diese Risse nicht als perlitische Absonderungen gedeutet werden können, liegt es am nächsten, an die schalige Lithophysenstruktur mancher Rhyolite zu denken. Ich werde diese Frage unten bei der Beschreibung des schon erwähnten Vorkommnisses vom Lago Argentino näher erläutern, wo es sich um ein viel weniger umgewandeltes Gestein als im Azopardogebiete handelt.



Fig. 6. Quarzitähnliche Modifikation der metamorphen Porphyry mit gekammerten Lithophysen. Azopardotal. Vergr. 20 \times .

Die 'Grundmasse' des quarzitähnlichen Gesteins besteht teils aus einem feinkörnigen, allotriomorphkörnigen Gemenge von Quarz und Feldspat, teils aus sphärolitischen oder radialfaserigen oder büschelförmigen Quarzfeldspataggregaten. Einsprenglinge fehlen diesem Typus vollständig, wenn man nicht den oben erwähnten kugelförmigen Gebilden die Rolle von Einsprenglingen zuschreibt, mit denen sie aber genetisch sicher nichts gemeinsam haben. Es scheint deswegen wahrscheinlich, dass diese quarzitähnliche Modifikation der dynamometamorphen Quarzporphyry ursprünglich einsprenglingsfreie, glasige oder mikrofelsitische Effusivgesteine darstellen. Die Einsprenglinge der Felsitporphyry sind viel zu widerstandsfähig um nicht irgend welche relikte Erscheinungen zu hinterlassen, wenn sie einmal vorhanden gewesen wären.

Kugelporphyre und Eutaxite.

Auf der Nordseite von Mt Hope steht ein gut erhaltener lithophysenreicher Felsophyr an (Fig. 7). Das Gestein zeigt u. d. M. einen ziemlich inhomogenen Bau, indem ein feinkörniges Gemenge von Quarz und Feldspat mit optisch beinahe vollkommen isotropen, oft scharfeckigen Partien von mikrofelsitartiger Zusammensetzung abwechseln. Die Lithophysen haben nicht den schaligen oder gekammerten Bau, der in den quarzitischen Modifikationen vorhanden war, sondern zeigen sich einfach als ovale Anhäufungen eines allotriomorphkörnigen, ziemlich grobkörnigen Quarz-Feldspataggregats. Am ehesten erinnern diese Gebilde an die Kugeln der Kugelporphyre der småländischen 'Eorhyolite'.¹ Der Quarz, der in den Kugeln oder Lithophysen immer in weit überwiegender Menge vorkommt, ist besonders durch äusserst zahlreiche Einschlüsse von winzigen, schwach

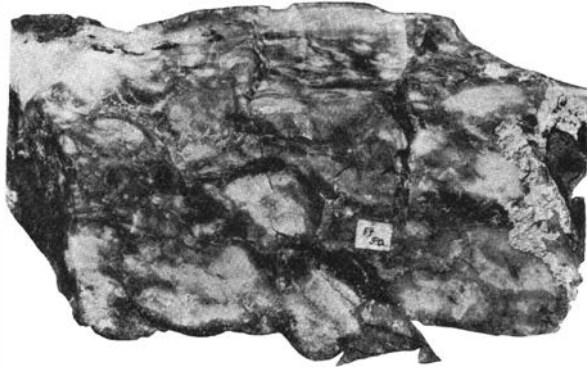


Fig. 7. Kugelporphyr. Azopardo. Nat. Grösse.

doppelbrechenden Körnern (Feldspat) charakterisiert, die gelegentlich so reichlich auftreten können, dass das einheitliche Quarzindividuum beinahe versteckt wird. Der Quarz dieser Lithophysen zeigt ausserdem neben einer nicht seltenen Zwillingsbildung in einzelnen Krystallen eine eigenartige Faser- oder Gitterstruktur (Wabenstruktur).

In geologischem Zusammenhang mit diesem Kugelporphyr findet man ein beinahe hällfintähnliches Gestein, das mit ziemlicher Sicherheit nur eine metamorphe Modifikation des vorhergehenden darstellt. Strukturell entspricht es beinahe vollkommen gewisse Eutaxiten der småländischen Porphyre, wie sie von O. NORDENSKJÖLD beschrieben worden sind. Makroskopisch von blaugrauer Farbe und flasrigem Bruch, zeigt diese Facies u. d. M. einen noch mehr inhomogenen Bau. Feinkörnige, mikrogranitähnliche Schlieren wechseln mit annähernd isotropen, oft scharfeckigen Bruchstücken

¹ Bull. Geol. Inst. of Upsala. Vol. I, p. 220.

von mikrofelsitartiger Struktur. Hier und da trifft man Quarztrümmeraggregate, die möglicherweise die letzten Spuren von ehemaligen Einsprenglingen darstellen könnten, wahrscheinlicher aber die Reste von zertrümmerten Lithophysen sind. Gewisse mehr einheitliche Partien könnten nach ihrer Form Feldspateinsprenglinge vorstellen, bestehen aber aus sehr feinen, fasrigen Quarz-Feldspatstreifen, die immer quer zur Längsrichtung des Individuums stehen. Diese Individuen sind selbst in langgezogene, sich auskeilende Felder zerteilt, die gegen einander eine verschiedene optische Orientierung zeigen.

Mehrere Umstände, unter anderem das geologische Auftreten neben den zuerst beschriebenen gepressten Porphyren, sowie die deutliche Umkrystallisation des Gesteins ohne eigentliche Verschieferung scheinen dafür zu sprechen, dass dieser hälleflintähnliche Eutaxit einerseits betreffs des Ausgangsmaterials mit den quarzitähnlichen Modifikationen übereinstimmt, und also ursprünglich von einsprenglingsfreien, glasigen oder mikrofelsitischen Typen herrührt, andererseits zu diesen dieselbe Stellung einnimmt, wie die gepressten Porphyre zu den Porphyroiden.

Ursache der verschiedenen Entwicklung dynamometamorpher Quarzporphyre.

Überblicken wir die verschiedenen Modifikationen der dynamometamorphosierte Quarzporphyre, die wir vorläufig in dem Azopardogebiet gefunden haben, so lassen sich nach der obigen Darstellung vier Haupttypen unterscheiden. Zwei von diesen beziehen sich auf einsprenglingsreiche Felsitporphyre als Ausgangsmaterial, das sind die noch als gepresste Porphyre erkennbaren Typen und die Porphyroide mit ihren Endgliedern, den Ortosericitschiefern. Die beiden andern Typen beziehen sich auf einsprenglingsfreie Felsite oder ursprünglich glasige oder mikrofelsitische Gesteine, das sind die hälleflintähnlichen Eutaxite und die quarzitähnlichen Modifikationen. Diese vier Typen lassen sich aber nicht nur nach dem Ausgangsmaterial einteilen; nimmt man die durch die Metamorphose hervorgerufenen Strukturen als Einteilungsgrund, so bekommt man eine andere Gruppierung. Die gepressten Porphyre und Eutaxite werden dann durch eine intensive Umkrystallisation gekennzeichnet, ohne dass jedoch dabei die primären Strukturen ganz verloren gehen; die diesen beiden Typen völlig entsprechenden Porphyroide resp. »Quarzite« verdanken ihr jetziges Aussehen vor allem einer kräftigen Verschieferung neben einer bedeutend stärkeren Hydratisierung. Es kann leicht der Fall sein, dass gerade ein höherer oder geringerer Grad von Hydratisierung neben einem an verschiedenen Horizonten ungleichmässig wirkenden Druck die verschiedene metamorphe Entwicklung dieser ganzen Gesteinsreihe bedingt. Möglicherweise hat auch die Tiefenstufe, bei der sich die Metamorphose vollzogen

hat, eine Rolle gespielt, obwohl man natürlich dann nur einen ganz geringen Unterschied annehmen könnte, der zwar auf die Wirkung des regionalen Druckes aber kaum auf die Mineralneubildungen Einfluss haben würde.

In wie weit Verwerfungen die jetzige Verteilung der beiden Serien bestimmen, lässt sich vorläufig nicht feststellen; liegt der Unterschied auf irgend eine Weise in der Tiefenstufe, so ist es wahrscheinlich, dass die ursprüngliche Verteilung der dynamometamorphosierten Typen eine andere war, als ihre jetzige Verbreitung vermuten lässt.

Schon NORDENSKJÖLD hat die nahe Verwandtschaft besonders zwischen den beiden hier als gepresste Porphyre und Eutaxite beschriebenen Formen und gewissen schwedischen Vorkommnissen von archaischen Porphyren hervorgehoben. Ich kann dieser Bemerkung nur vollkommen beistimmen. Es ist vielleicht von Interesse zu erwähnen, dass in Småland nicht nur diese beiden Modifikationen, sondern auch, obwohl in relativ geringer Verbreitung, die beiden stärker verschieferten und kräftiger hydratisierten Typen in Form von Sericitschiefern und 'Quarziten' auftreten.¹

Vulkanische Breccien und Tuffe.

Ausser den oben beschriebenen Porphyrtypen ist das Azopardogebiet sehr reich an Trümmergesteinen, die teils als vulkanische Breccien, teils als Eutaxitbreccien zu bezeichnen sind. In mehreren von diesen breccienartigen Gesteinen, die schon von NORDENSKJÖLD ausführlich beschrieben sind und besonders am linken Ufer des Azopardoflusses auftreten, ist noch reichlich nur halb devitrifiziertes, vulkanisches Glas vorhanden. Eine andere Breccia zeigt auf verwitterter Oberfläche ein Aussehen, das vollständig an ein sedimentäres Konglomerat erinnert. Die Bruchstücke sind ausgewittert und dabei abgerundet, wie gewöhnliches Konglomeratgeröll, sind aber in Wirklichkeit eckige Bruchstücke von verschiedenen Porphyrtypen. Diese Breccia ist übrigens stark verschiefert, wobei die Verschieferungsflächen quer durch die Bruchstücke verlaufen.

Die Tuffe des Azopardotales verdienen auch eine kurze Erwähnung. Auf der Südseite vom M:t Hope finden sich auf mehreren Stellen, oft mit den oben beschriebenen quarzitähnlich veränderten Porphyren wechselagernd, hübsch gebänderte Quarzporphyrtuffe, deren helle und dunkle Bänder von einigen mm bis zu mehreren dm Breite in sehr regelmässiger Weise abwechseln (Fig. 8). Das ganze Gestein erinnert stark an die gebänderten, schwedischen Hälleflintas. In bezug auf die Metamorphose stellt es auch ein vermittelndes Glied zwischen einem recenten Quarzporphyrtuff und dessen archaischen Äquivalenten dar. Die gröberen Varietäten erreichen eine bedeutende Mächtigkeit. Innerhalb der verschiedenen Bänder wechseln Schichten mit feinerem und gröberem Korn. Es besteht

¹ Bull. Geol. Inst. of Upsala. Vol. I, p. 179.

also kein Zweifel, dass die Bänderung die primäre Schichtung darstellt. Was die einzelnen Bänder betrifft, so unterscheiden sich die dunkleren von



Fig. 8. Hällefintähnlicher Tuff. Azopardo.
 $\frac{1}{2}$ Nat. Grösse.



Fig. 9. Fein gebänderter Tuff, Azopardo. Mit Verwerfungen.
Verschiebung parallel der Abbildung. Nat. Grösse.

den lichten hauptsächlich durch bedeutend feineres Korn und durch ein reichliches Pigment von opaker Eisenoxydschubstanz. Das ganze Gestein ist

von Krystallfragmenten aufgebaut, die durch eine meist sehr feinkörnige Grundmasse verkittet sind. — In einigen anderen, viel feinkörnigeren Tufftypen fallen die dunklen Bänder beinahe weg und das Gestein nimmt ein quarzitisches Aussehen an. Eine sehr deutliche Verschieferung verläuft beinahe quer zur primären Schichtung. Kleine Verwerfungen, senkrecht zur Schichtung, sind in einem dritten Typus (Fig. 9) deutlich sichtbar. Die Verschieferung des abgebildeten Handstückes verläuft parallel der Abbildung, so dass die Verwerfungen mit der Dynamometamorphose nichts zu tun haben, sondern wahrscheinlich kleinere Setzungen in dem noch nicht festen Gestein darstellen.

Skyring Water und Ultima Esperanza.

Nördlich von der Magellansstrasse wurde die Quarzporphyrformation zuerst wieder im inneren Teil von Skyring Water angetroffen, wo das ganze Gebiet von Gesteinen dieser Formation aufgebaut wird. Genau dieselben Typen, die wir schon vom Azopardotal kennen gelernt haben, kehren hier wieder. Wenn man überhaupt wegen vollkommen übereinstimmender, petrographischer Beschaffenheit zwischen Eruptivgesteinen sich eine stratigraphische Parallelisierung erlauben kann, so ladet die durchaus analoge Entwicklung der Quarzporphyre nördlich und südlich von der Magellansstrasse zu einer solchen ein. NORDENSKJÖLD¹ schreibt über die Bedeutung der Porphyrfornation schon 1901: »Es sei nur erwähnt, dass die wissenschaftliche Bedeutung nicht soviel in ihren interessanten petrographischen Eigenschaften als vielmehr darin liegt, dass sie die Möglichkeit einer näheren Parallelisierung der feuerländischen Cordilleren mit den südpatagonischen und bei weiteren Studien auch mit den südamerikanischen Cordilleren im allgemeinen gewähren«. Unsere Kenntnisse über die Verbreitung und über den einheitlichen Bau der Porphyrfornation Südpatagoniens sind seitdem erweitert worden und einer von den wichtigsten Schlüssen, den man aus der Verbreitung dieser Gesteinsreihe ziehen kann, ist auch, wie schon NORDENSKJÖLD vor 10 Jahren voraussetzte, die ausserordentlich nahe geologische Verwandtschaft zwischen den feuerländischen und den patagonischen Cordilleren.

Bei Bahia Rodriguez, im westlichsten Teil von Skyring Water, wo ich zuerst wieder die Porphyrfornation antraf, treten Felsitporphyre und typische Porphyroide zusammen auf. Die nicht veränderten Porphyre haben allerdings nur eine ganz lokale Verbreitung und scheinen dem Umstande, dass sie von der regionalen Metamorphose unberührt geblieben sind, Dislokationen zu verdanken, denn in nur geringer Entfernung trifft man die typischen, stark verschieferten Porphyroide an, ohne einen allmählichen Übergang verfolgen zu können. Die Porphyroide gehen ihrer

¹ Die krystallinischen Gesteine p. 228.

seits gegen Westen bei zunehmender Metamorphose allmählich in Sericitporphyroide und zuletzt in Ortosericitschiefer über. Die beiden letzten Typen haben im Westsyring eine beträchtliche Verbreitung und lassen sich wahrscheinlich mit relativ kleinen Unterbrechungen bis Ultima Esperanza und weiter über Cerro Zapato bis gegen Lago Argentino hin verfolgen.

Bei der durchaus übereinstimmenden Entwicklung dieser Typen mit den entsprechenden Modifikationen aus dem Azopardotal, wäre es eine unnötige Wiederholung, die Strukturen wieder im Detail zu beschreiben. Ich werde mich daher auf eine Diskussion der chemischen Zusammensetzung und systematischen Stellung der Haupttypen beschränken, umso mehr,

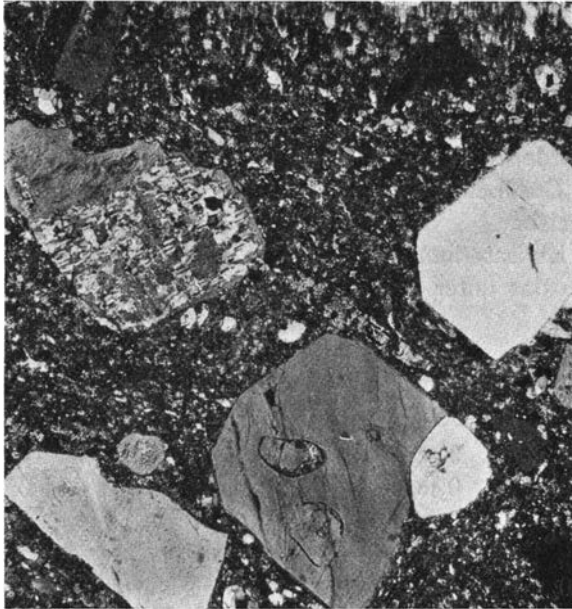


Fig. 10. Felsitporphyr. Bahia Rodriguez, Syring Water.
(Vergl. Fig. 1.) Vergr. 20 ×.

als von hier zwei Analysen ausgeführt worden sind, welche zu einer Diskussion über einige interessante prinzipielle Fragen anregen.

Aus zwei Gründen entschloss ich mich das Analysenmaterial von Bahia Rodriguez zu wählen. Erstens zeigte eine mikroskopische Untersuchung des unveränderten Felsitporphyres, dass das Gestein nicht nur von der Dynamometamorphose ganz unberührt war, sondern auch dass die atmosphärische Verwitterung nur unbedeutende Veränderungen hervorgerufen hatte. Die Porphyroide waren ebenfalls ganz frisch, die Umwandlungen und Mineralneubildungen, die vorhanden waren, wurden nämlich alle auf die Metamorphose zurückgeführt und also für das Gestein als charakteristisch angenommen. Zweitens hatte ich jede Veranlassung zu

glauben, dass die beiden Typen eine geologische Einheit darstellen, und dass also der Porphyroid durch eine regionalmetamorphe Umwandlung aus dem Felsitporphyr hervorgegangen war. Da beide Typen eine grosse regionale Verbreitung besaßen und überall eine sehr übereinstimmende Zusammensetzung zeigten, glaubte ich, durch die Analysen von dem Felsitporphyr als Ausgangsmaterial und vom Porphyroid als metamorpher Facies, eine Auffassung über die chemischen Veränderungen bei einer intensiven, regionalen Umwandlung des Porphyrs bekommen zu können.

Chemische Zusammensetzung des Felsitporphyrs.

Der Felsitporphyr ist beinahe ganz frisch. Der Feldspat ist vollkommen glasig und tritt deswegen nicht mit dem porzellanartigen Habitus, wie weiter südlich, auf, wodurch das Gestein makroskopisch eine weniger auffallende Porphystruktur zeigt. Die Quarzeinsprenglinge sind sehr idiomorph, dihexaëderförmig und überaus reich an Flüssigkeitseinschlüssen, die oft auch Gaslibellen besitzen. Keine Umwandlung in Sericit ist im Gestein nachweisbar.

Eine im Laboratorium von Prof. MAX DITTRICH ausgeführte chemische Analyse, ergab das unter N:o I folgender Tabelle angeführte Resultat.

	I	I a	I b	II	III	IV	V
Si O ₂	79,19	131,11	85,99	79,75	78,04	76,43	76,06
Ti O ₂	0	—	—	0,15	—	Sp.	—
Al ₂ O ₃	9,88	9,66	6,34	10,47	11,98	11,69	12,37
Fe ₂ O ₃	0,21	0,13	—	0,64	0,23	0,57	2,05
Fe O	0,63	0,88	0,75	0,92	0,60	0,62	—
Mn O	0	—	—	Sp.	—	—	—
Ca O	0	—	—	0,15	0,62	Sp.	Sp.
Mg O	0,55	1,36	0,89	0,13	0,04	0,30	0,51
K ₂ O	7,68	8,14	5,34	6,01	6,83	6,96	6,99
Na ₂ O	0,66	1,06	0,70	1,36	0,24	1,62	1,13
P ₂ O ₅	0	—	—	0,05*	—	0,09	—
CO ₂	0,64	—	—	0,06**	—	0,08	—
H ₂ O —	0,03	—	—	0,08	—	—	—
H ₂ O +	0,54	—	—	0,60	1,43	0,84	1,21
	<u>100,01</u>	<u>152,34</u>	<u>100,01</u>	<u>100,37</u>	<u>100,01</u>	<u>99,30***</u>	<u>100,32</u>

* ZrO₂.

** Ba O.

*** Neben 0,10 SO₃.

- I. Schwarzer Felsitporphyr, Bahia Rodriguez, Skyring Water, Patagonien, M. DITTRICH anal.
- I a. Molekularproportionen der Analyse I.
- I b. D:o auf die Summe 100 berechnet.

- II. Quarzporphyr, Blowing Rock, Watauga County, N. Carolina. W. F. HILLEBRAND anal. A. KERTH. Bull. U. S. Geol. Survey. N:o 168, p. 52.
- III. 'Feldsteinsporphyr', Riggerbachtal, Münstertal, Schwarzwald. BUNSEN's Laboratorium anal. A. SCHMIDT Neues Jahrbuch 1889, I, p. 95.
- IV. Quarzporphyr, Alvensleben, Magdeburg, Sachsen. HAMPE anal. F. KLOCKMANN. Jahrb. Pr. Geol. Landes-Anstalt XI, p. 192.
- V. Mikrofelsitischer Quarzporphyr, Grosser Knollen, Lauterberg, Harz, Elemente der Gesteinskunde 1910, p. 316.

Die OSANN'schen Konstanten ergeben:

	S.	A.	C.	F.	a.	c.	f.	n.
I	85,99	6,04	—	1,64	15,75	—	4,25	1,2.

Der Felsitporphyr gehört zu den kieselsäure- und kalireichsten Typen, die überhaupt beschrieben sind. Sehr auffallend ist auch der ausserordentlich niedrige Natrongehalt, sowie das absolute Fehlen von Kalk. Von den OSANN'schen Typen liegt Typus Comende am nächsten mit

S	a	c	f
82,5	15,5	0,5	4

aber die Glieder dieser Gruppe sind meistens sehr natronreiche Gesteine (Quarzkeratophyre, isländische Liparite), die systematisch mit dem vorliegenden wenig gemeinsam haben. Unter II, III, IV und V habe ich vergleichshalber Analysen von den chemisch am besten übereinstimmenden Gesteinen angeführt. Die gemeinsamen Charakterzüge dieser Gruppe der Quarzporphyre wären also ein gegen 80 % steigender Kieselsäuregehalt, ein sehr niedriger bis auf 0 sinkender Kalkgehalt, sowie das vollständige Überwiegen des Kalis über Natron (Verhältnis $K_2O:Na_2O > 5:1$). In einer Hinsicht zeigt Analyse IV eine interessante Übereinstimmung mit dem vorliegenden Porphyr, indem in beiden der Kalk durch MgO ersetzt ist. Beim vollständigen Fehlen des Kalkes muss man sich wohl denken, dass die vorhandene Kohlensäure an Mg als Magnesit und an Fe als Siderit gebunden ist, die wahrscheinlich kleine Mengen von infiltriertem Material darstellen. Einige Körner von Carbonat sind auch im Mikroskop nachweisbar.

Die Analyse gibt auch einige Anhaltspunkte über die chemische Zusammensetzung der Grundmasse. Da nur im ganzen $1/2$ % Na_2O vorhanden ist und unter den Einsprenglingen vereinzelte Albitkörner auftreten, dürfte die Grundmasse ausschliesslich aus Quarz und Kalifeldspat

bestehen. Analyse V obenstehender Tabelle bezieht sich auf einen einsprenglingsarmen, mikrofelsitischen Quarzporphyr und stimmt mit dem vorliegenden darin überein, dass der Kaligehalt über das Natron weit dominiert. Es ist leicht möglich, dass ursprünglich auch in dem patagonischen Porphyr eine chemisch analoge mikrofelsitische Grundmasse vorhanden war.

Chemische Zusammensetzung des Porphyroides.

Auf ganz geringer Entfernung von diesem Felsitporphyr trifft man typische Porphyroide von grünlichgelber Farbe und mit den charakteristischen,

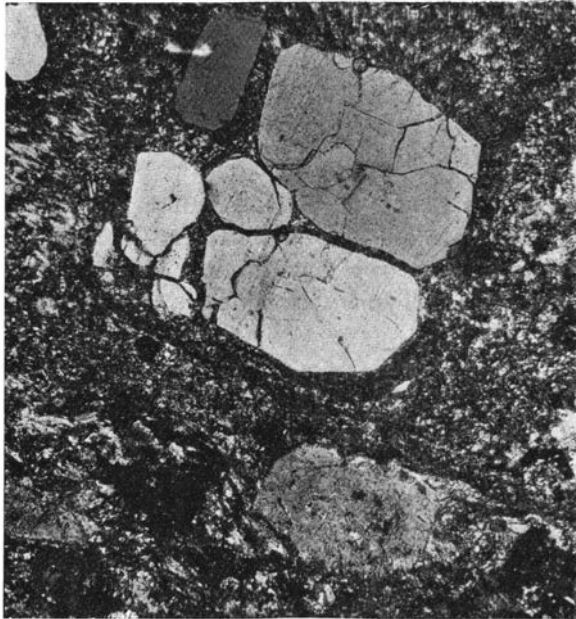


Fig. 11. Porphyroid, Bahia Rodriguez. Skyring Water.
(Vergl. Fig. 5). Vergr. 20 \times .

höckerigen Verschieferungsflächen an (Fig. 11). Die analysierte Facies stimmt beinahe in jedem Detail mit den entsprechenden Typen des Azopardogebietes überein und wurde auch gerade wegen ihrer ausserordentlich konstanten Ausbildung zum Analysenmaterial gewählt. — U. d. M. bemerkt man einige hübsche Strukturdetails. Die grossen Quarzeinsprenglinge sind meistens in mehrere, verschieden orientierte Körner zertrümmert (Fig. 11), ohne dass jedoch die idiomorphe Umgrenzung verloren geht. Oft sind die Einsprenglinge von einer Aureole von Quarz-Sericit umgeben. Die Quarzkörner sind übrigens ausserordentlich reich an Flüssigkeitseinschlüssen. Die Feldspateinsprenglinge bestehen aus Perthit und Albit.

Der erstere ist scheinbar durch den Druck hervorgerufen worden, da im unveränderten Gestein Perthite oder Mikroperthite niemals zu beobachten sind. Auch die Feldspate sind mit breiten Aureolen von radial gestellten Sericitblättern umgeben. Die Grundmasse ist feinkörnig und zeigt einen beträchtlichen Gehalt an Sericit, Zoisit und Calcit. Daneben tritt akzessorisch Orthit auf, sowie in nicht unbeträchtlicher Menge ein Mineral, das mit Sicherheit zu identifizieren nicht gelungen ist. Es kommt in relativ grossen, an Einsprenglinge erinnernden Körnern mit idiomorpher Abgrenzung vor. In einigen Schnitten wurde ein annähernd hexagonaler Umriss beobachtet. Die Lichtbrechung ist hoch, die Doppelbrechung sehr niedrig. Da die grösseren Individuen niemals einheitlich sind, sondern eine Aggregatpolarisation zeigen, ist es schwer, die optische Orientierung zu bestimmen. Das Mineral ist jedenfalls zweiachsig, wahrscheinlich optisch positiv mit relativ grossem Achsenwinkel. Die Farbe ist schmutzig bräunlich bis farblos. Keine Spaltbarkeit wurde beobachtet, unregelmässige Risse durchziehen das Mineral in allen Richtungen. Eine Möglichkeit wäre, dass eine Umwandlung von Cordierit vorläge. Der hohe Mg-gehalt des Gesteins verlangt das Vorhandensein eines Mg-reichen Minerals und es läge dann nahe, an Cordierit zu denken. Eine Pseudomorphose dieses Minerals mit den oben angegebenen Eigenschaften ist mir aber nicht bekannt. Dagegen würden Krystallform und Habitus sich gut damit vereinen lassen. — Zoisit ist relativ reichlich in Form kleiner Stengel in der Grundmasse entwickelt und lagert häufig um die fraglichen Körner herum.

Von diesem Porphyroidtypus wurde nun eine Analyse im Laboratorium von Prof. DITTRICH ausgeführt, die folgendes, etwas unerwartetes Resultat ergab.

	I	I'	Ia	Ib	II	III	IV
Si O ₂	63,59		105,28	71,30	66,69	62,92	81,25
Ti O ₂	Spur		—	—	2,11	0,84	0,08
Al ₂ O ₃	18,63	18,09	18,23	12,35	15,40	14,29	9,03
Fe ₂ O ₃	0,56	0,33	0,35	—	1,84	0,84	0,63
Fe O	1,62	1,58	2,25	2,00	—	4,66	0,40
Mn O	Spur		—	—	—	0,15	—
Ca O	2,14	2,19	3,81	2,58	0,09	2,72	—
Mg O	4,98	4,68	12,34	8,35	0,85	3,14	2,48
K ₂ O	2,07		2,19	1,49	3,50	1,39	1,82
Na ₂ O	1,78		2,87	1,94	0,16	4,30	0,25
P ₂ O ₅	0		—	—	0,08	0,13	—
Ba O	—		—	—	0,09	0,10	0,05
CO ₂	0,65		—	—	—	1,24	—
H ₂ O —	0,14		—	—	0,83	0,22	1,09
H ₂ O +	4,24		—	—	2,97	2,84	2,81
	100,40		147,32	100,01	98,71 ¹	100,10 ²	100,24 ³

¹ Neben 3,99 FeS₂ und 0,11 SO₃.

² Neben 0,32 FeS₂.

³ Neben 0,35 S.

- I. Porphyroid, Bahia Rodriguez, Skyring Water, Patagonien
M. DITTRICH'S Lab. anal.
- I'. Kontrollbestimmungen auf Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO und CaO .
- Ia. Molekularproportionen der Analyse I.
- Ib. D:o auf die Summe 100 umgerechnet.
- II. »Altered Rhyolite«, De Lamar mine, Silver City, Idaho. H. N. STOKES anal. W. LINDGREN. 20:th Ann. Report of U. S. Geol. Survey. III p. 179. (Contains quartz, sericite, pyrite, apatite a. rutile with some undeterminable magnesian mineral.)
- III. Quarzporphyr, Bear Creek, Turnagain Arm, Cook Inlet, Alaska. W. F. HILLEBRAND anal. BECKER. 18:th Ann. Rep. U. S. Geol. Survey III p. 7.
- IV. 'Metarhyolit', Bully Hill, Shasta County, Cal. E. T. ALLEN anal. J. S. DILLER. U. S. Geol. Survey Bull. 213 p. 127.

Der Unterschied zwischen den beiden patagonischen Analysen war unerwartet gross. In bereits publizierten Analysen von stark veränderten Quarzporphyren fand ich anfangs auch keine Analogien, da die ursprüngliche Zusammensetzung im allgemeinen durch die Metamorphose keine so grossen Veränderungen erlitten hatte. Vergleichshalber werden hier zuerst einige Analysen typischer Porphyroide, wo die ursprüngliche Porphyrzusammensetzung noch leicht erkennbar ist, neben den Analysen des entsprechenden Ausgangsmaterials angeführt.

	I	I a	II	II a	III
SiO_2	76,41	76,93	71,50	74,76	77,08
TiO_2	—	—	0,25	—	0,26
Al_2O_3	14,42	14,35	10,79	13,88	11,50
Fe_2O_3	0,48	0,85	3,52	3,25	0,39
FeO	0,74	0,23	2,88	—	0,82
MnO	—	—	0,30	—	—
CaO	1,43	1,29	0,15	Sp.	0,11
MgO	0,24	0,12	0,31	0,93	0,05
K_2O	3,88	0,60	6,87	4,23	7,97
Na_2O	0,63	2,71	2,76	0,25	0,87
H_2O	1,02	1,01	1,00	2,99	0,47
CO_2	1,40	1,71	0,13	—	0,07
P_2O_5	—	—	Sp.	—	0,05
SO_3	—	—	—	—	0,13
	100,65	99,80	100,46	100,29	99,77

- I. Quarzporphyr, Kleine Windgälle. C. SCHMIDT anal. Neues Jahrbuch. Beil. Bd IV 1886, p. 432.
- I a. Schieferiger Porphyr, Schwarzthal, Kleine Windgälle; SERDA anal. C. SCHMIDT l. c.
- II. Quarzporphyr, Val Trompia, GUEMBEL anal. W. SALOMON. Die Entstehung der Sericitschiefer in der Val Camonica. Bericht über die 40. Versammlung des oberrheinischen geologischen Vereins zu Linden. 1907. Sonderabdr p. 2.
- II a. Sericitquarzit, Ponte di Lorengo. M. DITTRICH anal. Ebenda.
- III. Körnig-flasriger Sericitgneiss, Distrikt Burg bei Rambach, PUFAHL anal. LOSSEN Jahrbuch preuss. geol. Landesanstalt 1884, p. 534, vergl. auch W. SCHAUF: Über Sericitgneisse im Taunus. Bericht der Senckenbergischen naturf. Gesellsch. Frankfurt a. M. 1898, p. 24.

Obwohl die unter I und II hier angeführten Gesteine durch die Metamorphose keine so durchgreifende chemische Umwandlung erlitten haben, wie die beiden Analysen der hier besprochenen Gesteine voraussetzen, zeigen sie doch in einer Hinsicht eine sehr auffallende Analogie, indem sie mit den patagonischen Porphyroiden die abnorm hohe Übersättigung von Al_2O_3 gemeinsam haben.

Porphyroid, Skyring Water, Übersättigung an Al_2O_3	6,34
Sericitquarzit, Lorenzo,	» » » 5,80
Schieferiger Porphyr, Windgällen	» » » 4,49

Auf den ersten Blick würde diese beträchtliche Tonerdeübersättigung Zweifel erregen, dass es sich überhaupt um eruptive Gesteine als Ausgangsmaterial handelte. Einen derartigen Tonerdeüberschuss hat natürlich kein normaler Quarzporphyr und ausser korundführenden Syeniten wohl überhaupt kein Eruptivgestein aufzuweisen. SALOMON¹ diskutiert diese Frage ziemlich eingehend und kommt zu dem Schlusse, dass ein beträchtlicher Tonerdeüberschuss bei einer durchgreifenden, durch Dynamometamorphose hervorgerufenen Sericitisierung der natürlichen Entwicklung dieser Umwandlung entspricht.

Den Schluss, den man daher auf den ersten Blick aus den hier angeführten Porphyroidanalysen ziehen möchte, dass nämlich überhaupt kein Eruptivgestein in metamorpher Tracht vorliegt, sondern dass ursprünglich höchstens ein mit sedimentärem Material gemischter Tuff vorhanden war, fällt, was den Tonerdeüberschuss betrifft, weg und muss also für die anderen, auffallenden Zahlen der Analyse geprüft werden.

Bei der Metamorphose hat sich eine ziemlich starke Hydratisierung

¹ SALOMON: Die Entstehung der Sericitschiefer in der Val Camonica. Bericht d. 30. Vers. d. oberrhein. geol. Vereins 1907.

vollzogen. Dass dabei der gesammte Alkaligehalt bedeutend erniedrigt wurde, ist nicht auffallend. Es ist zu bemerken, dass trotz dem reichlichen Vorhandensein von Sericit, der Natrongehalt beträchtlich gestiegen ist, während der Kaligehalt von über 7 % bis zu 2 % gefallen ist. Denselben Wechsel, wenn auch nicht im gleichen Masstab finden wir beim Vergleich der Analysen I und Ia.

Auffallend ist vor allem der Mg-gehalt des Porphyroides mit 4,98 %, während der unveränderte Porphyr nur $\frac{1}{2}$ % Mg O aufweist. Auch diese Zahl scheint vollkommen gegen die Annahme zu sprechen, dass es sich um einen veränderten Quarzporphyr handelt. Auch die Beimengung fremder Substanzen erklärt schwerlich dieses Verhältnis, wenn man nicht direkt annimmt, dass z. B. ein dolomitischer Mergel als Cement eines Tuffes vorhanden war. Dagegen spricht aber bestimmt die mikroskopische Beschaffenheit des Gesteins. SALOMON hat in seinen beiden hier angeführten Analysen in dem veränderten Gestein eine Erhöhung des Mg-gehaltes von 0,31 % zu 0,93 % gefunden, während in dem metamorphosierten Typus Ca O ganz fehlt. Er nimmt an, dass »wenigstens ein Teil der Magnesia später durch Wasser eingeführt worden ist«. Die vergleichshalber unter II, III und IV (Seite 31) angeführten Analysen stellen alle umgewandelte Rhyolite resp. Quarzporphyre dar und zeigen durchwegs einen hohen, für die ursprünglichen Gesteine ganz fremden Mg-gehalt. Betreffs des »Altered Rhyolit« aus dem Lamar district führt LINDGREN¹ einige interessante Daten an. Es wird ein Vergleich zwischen der Durchschnittszusammensetzung des in der Nähe anstehenden, unveränderten Rhyolits und dem Umwandlungsprodukt gemacht. Übersichtshalber füge ich hier die beiden patagonischen Analysen bei.

	I	I a	II	II a
Si O ₂	79,19	63,59	76	66,69
Ti O ₂	0	Sp.	—	2,11
Al ₂ O ₃	9,88	18,63	14	15,40
Fe ₂ O ₃	0,21	0,56	1	1,84
Fe O	0,63	1,62	1	—
Ca O	0	2,14	1	0,18
Mg O	0,55	4,98	—	0,85
K ₂ O	7,68	2,07	4	3,50
Na ₂ O	0,66	1,78	3	0,16
H ₂ O —	0,03	0,14	—	0,83
H ₂ O +	0,54	4,24	—	2,97
C O ₂	0,64	0,65	—	—
Fe S ₂	—	—	—	3,99
S O ₃	—	—	—	0,11
P ₂ O ₅	—	—	—	0,08
	100,01	100,40	100,00	98,71

¹ 18:th Ann. Rep. of U. S. Geol. Survey III, p. 181.

I und Ia normaler resp. veränderter Porphyr von Skyring Water.
 II » IIa » » » » vom Lamar distr.

LINDGREN nimmt nun für diese Veränderung eine kombinierte hydrothermale und dynamische Metamorphose an. Obwohl der Verlauf der Metamorphose der patagonischen nicht im Detail entspricht, ist er lehrreich um zu zeigen, wie sich die chemische Zusammensetzung gelegentlich und besonders bei hydrothermale Einfluss verändern kann. Irgend eine nähere chemische Übereinstimmung derart veränderter Gesteine ist übrigens aus natürlichen Gründen nicht zu erwarten. Analyse III (Seite 31) wird von CLARKE¹ als veränderter Quarzporphyr, von BECKER² in der Originalbeschreibung als 'pyroclastic diorite' beschrieben. Es scheint nach der Beschreibung wirklich ein stark veränderter Quarzporphyr vorzuliegen, obwohl ich keine Literaturangaben über die Namensänderung finden konnte. Wegen des hohen Mg-gehaltes wird die Analyse hier angeführt, da die Metamorphose ziemlich im Sinne des vorliegenden Beispiels vor sich gegangen zu sein scheint. Leider fehlen geologische Daten darüber. Analyse IV habe ich mitgenommen, um zu zeigen, welche abnorme Zusammensetzung, nicht zuletzt in bezug auf den Mg-gehalt, ein metamorphosierter Rhyolit annehmen kann.

Die hier angeführten Analysen zeigen also, dass ein beträchtlicher, für die ursprünglichen Porphyre sicher ganz fremder Mg-gehalt an und für sich kein ungewöhnlicher Bestandteil metamorpher Rhyolite und Quarzporphyre ist.

Ich glaube, dass auch im vorliegenden Fall der Porphyroid trotz seiner sehr abweichenden und für ein Eruptivgestein fremden chemischen Zusammensetzung nur als eine mit Hydratisierung verbundene, dynamometamorphe Entwicklungsform eines normalen Quarzporphyrs aufzufassen ist. Ob das Ausgangsmaterial von einer dem unveränderten Porphyr entsprechenden chemischen Zusammensetzung war, oder ob ein davon mehr oder weniger abweichender Typus ursprünglich vorhanden war, lässt sich natürlich nicht mit Sicherheit entscheiden. Bei dem beträchtlichen Stoffwechsel, der in jedem Fall stattgefunden hat, sind beide Eventualitäten möglich. Die analoge Verbreitung entsprechender Typen im Azopardogebiet, wo Übergänge tatsächlich zu verfolgen sind, scheint dafür zu sprechen, dass trotz aller Differenzen der chemischen Zusammensetzung ursprünglich nahe übereinstimmende Porphyre vorhanden waren. Für diese Annahme spricht auch die durchaus analoge Ausbildung der gut erhaltenen Einsprenglinge in beiden Modifikationen.

Das Resultat der Analyse war jedenfalls so unerwartet, dass ich eine Kontrollbestimmung ausführen liess, um sicher zu sein, dass keine Ver-

¹ Bull. U. S. Geol. Survey 228, p. 267.

² 18:th Ann. Rep. U. S. Geol. Survey III, p. 43.

wechslung beim Herstellen des Analysenmaterials stattgefunden hatte. Die Kontrollbestimmungen sind unter I' (p. 31) angeführt. Die nahe Übereinstimmung bürgt für die einheitliche Zusammensetzung des Gesteins. Es wäre sehr merkwürdig, wenn z. B. ein mit fremder Substanz beigemengter Tuff in verschiedenen Proben so nahe übereinstimmende Resultate geben könnte. Übrigens zeigt die Entwicklung der Einsprenglinge und ihre vollkommen gleichmässige Verteilung im Gestein nach aller Erfahrung an den patagonischen Porphyren und Tuffen, dass im vorliegenden Falle nicht ein pyroklastisches Gestein, sondern ursprünglich ein normales Effusivgestein vorhanden war.

Das Ergebnis dieser ganzen chemischen Untersuchung scheint mir darin zu liegen, dass man bei stark metamorpher Entwicklung von Eruptivgesteinen sich nicht immer auf die chemische Analyse als massgebend für die Ursprungsbestimmungen verlassen kann, Es gibt Beispiele genug, dass auch in bis zur Unkenntlichkeit veränderten Typen die chemische Zusammensetzung keine besondere Veränderung erlitten hat. Ist aber die Dynamometamorphose mit kräftiger Hydratisierung verbunden, so dürfte ein weit grösserer Stoffwechsel gelegentlich stattfinden können.

Die mikroskopische Untersuchung des vorliegenden Porphyroids zeigte, dass ohne Zweifel ein stark metamorphosierter Quarzporphyr vorlag; die chemische Analyse gab dagegen ein Resultat, das überhaupt mit keinem Eruptivgestein übereinstimmte und auch mit den in betracht kommenden Sedimenten (Phyllite, Sericitschiefer etc.) nicht zusammenpasste. Der beträchtliche Stoffwechsel, der sich vollzogen hat, scheint aber nicht allzu ungewöhnlich zu sein und dürfte wie erwähnt, von einer mit der Dynamometamorphose gelegentlich verbundenen vielleicht hydrothermalen Hydratisierung abhängig sein.

Über die übrigen von Skyring Water herrührenden Porphyroidtypen kann ich mich kurz fassen. Von Seno Ventisquero und Canal Gajardo stammen sehr stark gepresste Modifikationen, die in vollkommenen Sericitschiefer übergehen. Die Einsprenglinge sind meistens ganz zerquetscht; der Quarz teilweise als Schwänzchenquarz ausgebildet. Grobblättriger Sericit tritt längs der Verschieferungsebenen auf. Einige Proben aus dem Canal Gajardo sind auch zweifellos Tuffe; noch in dem metamorphosierten Zustand kann ein Wechsel des fragmentarischen Materials nach Korngrösse erkannt werden.

Nördlich von Skyring Water tritt eine Unterbrechung in der Porphyrfornation ein. Bei dem Durchbruch des Ultima Esperanzafjordes habe ich diese Fornation nicht gefunden, dagegen fand ich sie wieder im Wolsley Sound. Hier haben die Gesteine allerdings, so weit ich Gelegenheit hatte, sie kennen zu lernen, durchaus pyroklastischen Ursprung. Wirklich vulkanische Breccien und Agglomerate wechselten mit Tuffen und Primärtrümmergesteinen (Eutaxitbreccien) ab. Strukturell habe ich hier nichts

wesentliches beizufügen. Am »Himmelsblauen See« im innersten Teil des Ultima Esperanzafjordes, steht eine mächtige, quarzitähnliche Formation an, die sich u. d. M. augenblicklich als umgewandelte Quarzporphyrtuffe erkennen lässt. Die primäre Schichtung ist noch leicht erkennbar. Auffallend ist ein nicht unbeträchtlicher Ortitgehalt.

Vom Cerro Zapato verdanke ich D:r SKOTTSBERG eine Probe von dem schon aus Azopardo sowie aus Skyring bekannten, typischen, schwarzen Felsitporphyr. Dieses Wiederauftreten ist von Interesse, indem es auf die weite, regionale Verbreitung petrographisch sehr monotoner Typen hinweist.

Lago Argentino.

Als Blöcke am Ufer des Maravilla-Sees, sowie aus den Moränen des Dickson-Gletschers beschreibt schon NORDENSKJÖLD wenig veränderte, teilweise sphärolitische Felsitporphyre mit »korrodiertem Quarz, glasigem Ortoklas und tafelförmig ausgebildetem, sehr frischem Plagioklas« als Einsprenglinge in einer sehr dichten dunkelgrauen Grundmasse. Das sind die Typen, die wir im Brazo Sur des Lago Argentino in grosser Verbreitung wiederfinden. Hauptsächlich werden sie als Blöcke in den Moränen des Richter- und Bismarkgletschers angetroffen, die beinahe ausschliesslich aus diesem Material bestehen. Dieselbe Formation habe ich am Westufer des Brazo Sur an der Mündung des Rio Crystallo anstehend gefunden. Es soll nun zum Schluss eine kurze Charakteristik der Porphyre dieses ganzen Gebietes gegeben werden.

Die Porphyre vom Lago Argentino sind im Gegensatz zu allen den oben beschriebenen Typen nur wenig oder garnicht von der Dynamometamorphose ergriffen worden. Weiter südlich sind zwar auch unveränderte Porphyre angetroffen worden, aber diese besaßen immer eine ganz lokale Verbreitung, während die metamorphosierten Typen rings herum anstehend gefunden wurden. Da man im Lago Argentinogebiet nicht einen einzigen stärker dynamometamorphosierten Porphyr findet, so liegt schon darin ein wesentlicher Unterschied in dem geologischen Auftreten der Porphyrformation dieses ganzen Gebietes, sei es dass diese Tatsache von einer im Verhältnis zu der Gebirgsfaltung östlicheren, ausserandinen Lage der ganzen Porphyrformation oder von einem Abnehmen der Faltungsprozesse gegen Norden bedingt ist. Es lässt sich auch nicht feststellen, ob die Porphyre gegen Westen in Porphyroide und Sericitschiefer übergehen; die intensive Vergletscherung der Gebirgskette verhüllt auf diesen Breitengraden vollständig den inneren Bau der Cordillera.

Die Quarzporphyre, welche die ganze Moränenlandschaft vor dem Richtergletscher aufbauen, zeigen einen sehr bunten Wechsel an Typen. Besonders die Farbe der Grundmasse, die ja auch für die Farbe des Gesteins massgebend ist, variiert; rote, grüne, schwarze, graue und beinahe schneeweisse Porphyrtypen liegen überall durcheinander.

Die meisten Proben zeigen u. d. M. eine sehr normale Entwicklung von Quarz-, Ortoklas- und Plagioklaseinsprenglingen neben etwas ziemlich chloritisiertem Biotit in einer felsitischen Grundmasse von Quarz und Feldspat neben oft nicht unbeträchtlichen Mengen von Calcit, Epidot und Sericit.

Von besonderem Interesse ist ein beinahe schneeweisser Porphyr aus der Endmoräne des Richter-gletschers. Die Grundmasse zeigt nämlich dieselben konzentrischen an perlitische Risse erinnernden Sprünge, die schon von dem Azopardogebiet erwähnt wurden. Im vorliegenden Falle werden aber die kugelförmigen Räume, die von den Rissen abgegrenzt

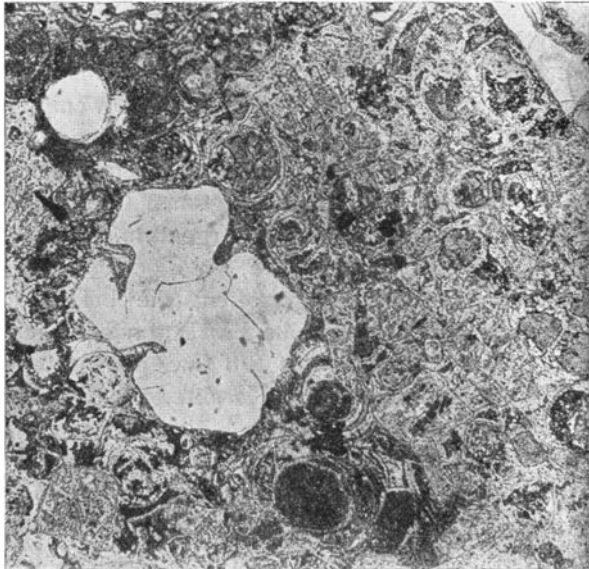


Fig. 12. Weisser Quarzporphyr. Richter-gletscher, Lago Argentino. Vergr. 15 X.
Die gekammerten Kugeln sind von Prehnit und Quarz gefüllt.

sind, meistens von grobkörnigem Prehnit eingenommen. In einigen Fällen sind sie von Quarz ausgefüllt und einzelne Kugeln bestehen zur Hälfte von Prehnit zur Hälfte von Quarz. Wenn Prehnit allein vorhanden ist, zeigen die verschiedenen Körner im allgemeinen dieselbe optische Orientierung oder zerfallen höchstens in zwei oder drei Sektoren. Es erhebt sich nun die Frage, ob die perlitähnlichen Risse mit einer durch Kontraktion in einer Glasbasis hervorgerufenen Perlitstruktur zu vergleichen sind. Mehrere Umstände scheinen dafür zu sprechen, dass nicht so der Fall ist. Es ist vor allem kein vernünftiger Anlass vorhanden, dass gerade die Sektoren innerhalb eines Rissystems eine andere Mineralzusammensetzung besitzen sollten als das Gestein im übrigen zeigt. Ich habe die sehr ähnliche Aus-

bildung eines Porphyrs aus dem Azopardotal als eine Art gekammerte oder schalige Lithophysen gedeutet; die entsprechende Entwicklung am Lago Argentino scheint diese Annahme vollkommen zu bestätigen. Die konzentrischen Sprünge sind ohne Ausnahme mit einem sehr feinkörnigen Quarzaggregat ausgefüllt und wohl auch deswegen so gut erhalten.

Die Mineralzusammensetzung der vorliegenden Gebilde ist jedenfalls nicht die für die Lithophysen normale. IDDINGS¹ gibt als die gewöhnlichen Lithophysenminerale von Obsidian Cliff Quarz, Tridymit, Feldspat, Fayalit und Magnetit an. Das Vorkommen von Prehnit scheint nicht früher beobachtet gewesen sein. Man hat keinen Anlass, den Prehnit im vorliegenden Falle als einen sekundären Umwandlungsprodukt anzusehen. In soweit die Lithophysen selbst als primäre Gebilde zu rechnen sind, muss auch der Prehnit als primär angesehen werden.

In einer anderen Porphyprobe von demselben Gletscher ist die ganze Grundmasse durchwegs sphärolitisch ausgebildet. Überall beobachtet man in der Mikroskop Mengen von winzigen Sphäroliten, die dicht aneinander liegen. Sämtliche zeigen bei gekreuzten Nicols ein negatives Achsenkreuz. Das Aussehen dieser Grundmasse ist übrigens mit den Abbildungen von IDDINGS von Obsidian Cliff² vollkommen übereinstimmend. — Büschelförmige Feldspatindividuen sowie eckige, beinahe ganz isotrope Bruchstücke von Mikrofelsit, die gern von schmalen Chloriträndern umgeben und abgegrenzt sind, kommen ausserdem häufig vor. Grössere Mikrofelsitsphärolite von schmutzgelber Farbe und mit kaum wahrnehmbarer Doppelbrechung liegen stellenweise so dicht, dass sie an einander stossen und damit ihre runde Form verlieren. Trichitartige Fetzen von Epidot sind oft in diesen Sphäroliten zu beobachten. — Es herrscht kein Zweifel, dass dieser Typus ein devitrifiziertes, ursprünglich glasiges oder mikrofelsitisches Gestein (Felsoliparit) darstellt.

Am Westufer des Brazo Sur sind ähnliche Typen häufig anstehend zu finden. Es sind hier dichte, einsprenglingsfreie, hälleflintähnliche Gesteine von meistens grünlichgelber Farbe. Die Grundmasse ist ziemlich stark in Sericit, Epidot und Kalkspat zersetzt, was aber auf die atmosphärische Verwitterung zurückzuführen ist. Keine Spur von Druckmetamorphose ist nachweisbar. Eine Probe zeigt eine Menge Krystallanhäufungen von winzigen, wegen der hohen Lichtbrechung bei kleiner Vergrösserung dunkel erscheinenden Epidotkörnern sehr gleichmässig im Gestein verstreut. Einige grosse Krystalle von pseudopleochroitischem Kalkspat sind die einzigen vorhandenen Einsprenglinge. Dieser Typus dürfte einen entglasten Obsidian (Felsitpechstein) darstellen.

Die Porphyre von Hellgate im Nordarm des Lago Argentino nehmen einen ganz beschränkten Raum ein. Es scheint als ob die mächtige Porphyformation, die sich vom Azopardogebiet in Feuerland mit nur kleinen Unterbrechungen bis zum Lago Argentino ausdehnt, sich hier aus-

¹ Obsidian Cliff, Yellowstone. U. S. Geol. Survey 7th Ann. Rep., p. 266.

² Ebenda. Tafel XVII, p. 276.

zu keilen beginnt. Die Porphyre von Hellgate zeigen keine abweichenden Strukturen, sondern stimmen mit den einsprenglingsreichen Typen des Südarms überein. Sie sind aber durchwegs reicher an femischen Mineralien. Biotit ist in einigen Proben reichlich vorhanden, Ortit als akzessorischer Gemengteil beinahe in jedem Dünnschliff in einigen Körnern nachweisbar. Epidot, Chlorit und Sericit gehören zu den sekundären Gemengteilen einiger ziemlich zersetzter Typen.

Diese Arbeit ist Nr. 6 der in diesem Bulletin erschienenen geologischen Ergebnisse der schwedischen Expedition nach Patagonien und dem Feurlande 1907—1909, die unter der Leitung von Dr. CARL SKOTTSBERG vorgenommen wurde.

Gedruckt 14/3 1913.

