Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Bern
Band: - (1911)

Artikel: Geologisch-petrographische Studien am Gasterenmassiv
Autor: Truninger, Ernst
Kapitel: A: Petrographische Beschreibung der Gesteine des Gasterenmassivs
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-319218

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

genügend hervorgehoben worden ist und seine Aufzeichnungen und Beobachtungen in der Hauptsache mit denen des Verfassers sich decken.

Vornehmlich sind es die petrographischen Verhältnisse des Aufnahmegebietes, auf die bei den vorliegenden Untersuchungen das Hauptgewicht gelegt worden ist. Was wir bis heute über die petrographische Beschaffenheit der Gesteine dieses Gebietes kannten, beschränkt sich in der Hauptsache auf einige Gesteinsdiagnosen, speziell auf die Definition des Gasterengranites und des zugehörigen Quarzporphyrs durch *C. Schmidt*, [1]) die *Edm. v. Fellenberg* in seiner letzten Arbeit verwendet hat. Zudem hat es sich gerade in den letzten Jahren gezeigt, wie viele neue Gesichtspunkte und interessante Ergebnisse sich aus der systematischen petrographischen Untersuchung solcher lakkolithenartiger Intrusionsmassen und ihrer Umgebung für die Vorgänge bei der Gebirgserhebung ableiten lassen.

A. Petrographische Beschreibung der Gesteine des Gasterenmassivs.

Der Granit des Gasterenmassivs ist in seiner am meisten verbreiteten Ausbildungsart trotz mannigfacher Abweichungen ein Gestein von ziemlich einheitlichem Charakter. Abänderungen von diesem Haupttypus ergeben sich durch Verschiedenheiten im innern und äussern Aufbau, die vor, bezw. nach der Verfestigung des Gesteins zur Entwicklung kamen. Nach diesen strukturellen Unterschieden lassen sich alle Abweichungen vom Haupttypus in zwei Gruppen zusammenfassen, die jedoch infolge Übergreifens dynamischer Vorgänge über die primären Zustände nicht immer einwandfrei von einander zu trennen sind.

I. Gasterengranit (Haupttypus)

II. Primärstrukturelle (z. T. konstitutionelle Abweichungen):

1. Granitporphyr.
2. Quarzporphyr.
3. Hornblendeporphyrit.

[1]) Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. Lfg. XXI.

III. Sekundärstrukturelle Abweichungen:
1. Gasterengranit mit gneisiger Struktur.
2. Durch Gebirgsdruck veränderte Gesteine der heutigen Randzone des Gasterengranites.

I. Der Gasterengranit.

Haupttypus.

In den ältesten Berichten, die den Gasterengranit erwähnen, finden wir begreiflicherweise nur kurze Angaben über sein Vorkommen und seine Zusammensetzung.

Die erste mikroskopisch-petrographische Untersuchung verdanken wir *C. Schmidt*, der uns in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz, Lfg. XXI, 1893, S. 40 und 41 auf Veranlassung *Edm. v. Fellenbergs* eine kurze Charakterisierung dieses Gesteins gibt. Da die Resultate seiner Untersuchungen in den wesentlichsten Punkten mit meinen Beobachtungen übereinstimmen, so glaube ich hier nicht weiter auf seine kurz gefassten Gesteinsdiagnosen eintreten zu müssen.

Der Gasterengranit gibt sich durch die hypidiomorphe, richtungslos körnige Ausbildung seiner Gemengteile als ein gut charakterisierter, nicht veränderter Granit zu erkennen. Nach seiner mineralischen Zusammensetzung lässt er sich kurz definieren als ein mittel- bis feinkörniges Gemenge von vorherrschendem, verschiedentlich gefärbtem Plagioklas, weissem Orthoklas, farblosem Quarz und einem krystallographisch gut ausgebildeten, dunkelbraunen Biotit. Abgesehen von den durch sekundäre Veränderungen erworbenen Gesteinsverfärbungen bleibt seine Grundfarbe meist eine weisse bis graue. Als einzige, besonders charakteristische Ausnahme mag das Vorkommen einer Varietät mit pfirsichblütrotem Feldspat und dunkelgrünem Glimmer erwähnt werden, die ihrer auffallenden Erscheinung wegen schon früh die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen hat. Bereits *Bernh. Studer* [1]) beschreibt diesen roten Granit:

„Eine damit verwachsene Abänderung enthält, wie auf der Südwestseite der Aiguilles Rouges rosenroten bis dunkelroten Feldspat und dunkelgrünen Talk“.

[1]) Geologie der Schweiz, Bd. I, S. 182.

Diese Rotfärbung beruht nach den Untersuchungen von *C. Schmidt*[1]) auf einer Imprägnierung des Feldspates, vornehmlich des Plagioklases, mit einem ferritischen Pigment. Dass es sich dabei nur um ganz geringe Spuren des färbenden Bestandteiles handeln kann, ergibt sich aus einer chemischen Analyse, ausgeführt von *Duparc*,[2]) die für den weissen Gasterengranit einen höheren Gehalt, sowohl an Ferro- wie Ferriverbindungen aufweist. Im übrigen unterscheidet sich dieser rote Granit in seinem mineralischen Bestande nicht vom normalen Typus, und auch sein beschränktes Vorkommen in vereinzelten unscharf begrenzten Partien (Nordseite des Birghorns, Tellital, Südseite des Sackhorns) vermag ihm nur eine ganz untergeordnete Bedeutung zu geben.

Der eigentliche Gasterengranit unterscheidet sich von dem östlich angrenzenden Gneis im allgemeinen durch seinen gut ausgebildeten Glimmer. Dieser, ein tiefbraunschwarzer Biotit zeigt ausgezeichnet die 6seitige Tafelform mit basaler Spaltbarkeit. Die Grösse der Glimmerblättchen schwankt wenig und hält sich meist innert dem Rahmen der übrigen Gesteinsgemengteile. Im polarisierten Lichte äussern die frischen Individuen kräftigen Pleochroismus; $\mathfrak{c}$ u. $\mathfrak{b}$ dunkelkastanienbraun, $\mathfrak{a}$ hellgelb. Absorption $\mathfrak{c} = \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$. Mit beginnender Ausbleichung verliert sich dieser Farbenwechsel mehr und mehr bis zum völligen Verschwinden. Hellbraune, streifig begrenzte Partien vermischen sich allmählich mit hellern und farblosen Stellen, die in ihren optischen Eigenschaften schon dem Muskovit nahe stehen. Die „pfauenschweifig bunten“ Interferenzfarben der letztern leuchten lebhaft zwischen den ausgeschiedenen trüben Zersetzungsprodukten des Biotits hindurch. Und schliesslich können nur noch die massenhaften Umsetzungsprodukte und die Verschiedenheit der optischen Axenwinkel den nunmehr farblosen Glimmer vor einer Verwechslung mit Muskovit schützen.

Eine nicht weniger häufige Pseudomorphose ist die Umwandlung des Biotits in Chlorit, wobei die braunen Farbentöne des Magnesiaglimmers unter gleichzeitiger Abschwächung in grünliche übergehen. Der optische Charakter des neu-

[1]) Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Lfg. XXI, S. 41.
[2]) Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Lfg. XXI, S. 45.

gebildeten Chlorits bleibt insofern dem des frühern Biotits gleich, als die Richtung des stärksten und schwächsten Pleochroismus gegenüber der Lage der Spaltrisse keine Änderung erfährt; dagegen werden die Absorptionsunterschiede beider Schwingungsrichtungen geringer. Der Verlauf der Chloritisierung folgt den Spaltrissen parallel und von den Rändern gegen die Krystallmitte zu bis zur völligen Verdrängung der ursprünglichen Substanz. Die Zersetzungsprodukte des Biotits, vorwiegend Titan-, seltener Epidotmineralien, konzentrieren sich als lose Körner auf den Spaltrissen oder gruppieren sich um die bereits im Glimmer vorhandenen Einschlüsse. In ungestörten Glimmerblättchen ordnen sich feine Rutilnädelchen nach der Schlagfigur des Biotits als sog. „Sagenitgewebe“ an. Deformierte Biotite zeigen diese Erscheinung nicht, auch konstatierte ich in keinem Falle eine Störung dieser feinmaschigen Gebilde.

Im Biotit reichern sich als Einschlüsse hauptsächlich die krystallographisch gut ausgebildeten Krystalle der ersten Ausscheidungen an, so dass er von solchen häufig wie durchlöchert erscheint. In erster Linie ist Apatit zu erwähnen, in quergegliederten Prismen und basaler Endigung oder sechsseitigen, tafeligen Querschnitten. Ferner zählen Zirkonkörner, von pleochroitischen Höfen umrandet, zu den häufigsten Interpositionen des Biotits.

Als Hauptbestandteil des Gasterengranites hat normaler Weise der Feldspat zu gelten, doch ist sein Mengenverhältnis gegenüber Quarz etwas schwankend. Plagioklas herrscht gegenüber Orthoklas vor, bleibt aber hinsichtlich seiner Krystallgrösse hinter letzterm zurück. Als ältere Ausscheidung behauptet Plagioklas gegenüber dem Kalifeldspat stets seine idiomorphe Begrenzung.

Der trikline Kalknatronfeldspat wird meist durch Mineralpigmente oder Zersetzungsprodukte grau, rötlich oder grünlich gefärbt. Die genauere optische Untersuchung, soweit als möglich nach den Feldspatbestimmungsmethoden von *Becke* und *Fouqué* ausgeführt, ergab fast ausnahmslos seine Zugehörigkeit zum Albit oder einem sauern Oligoklasalbit. Die Auslöschung beträgt mit auffallender Gleichmässigkeit:

$\perp$ a $73^0 - 75^0$

$\perp$ c $18^0 - 21^0$

Basischere Glieder konnte ich trotz der vielen Bestimmungen nicht konstatieren. Meist trüben den Plagioklas Einschlüsse von feinen, farblosen oder schwach hellgrünen Sericitschüppchen. Selbst in scheinbar ganz frischem Gestein kann diese Zersetzung bis zur völligen Verdrängung der Feldspatsubstanz führen. Die Pseudomorphose markiert dabei durch ihre Begrenzungsformen den ursprünglichen Feldspatkrystall und häufig zeigt sich in der Lage der Sericitschüppchen noch der einstige Aufbau des Mutterminerals. Auch die frühere Zonarstruktur des umgewandelten Feldspates lässt sich an einer konzentrischen Gruppierung hellerer und dunklerer sericitischer Partien noch deutlich verfolgen.

Die meisten Plagioklase sind polysynthetisch verzwillingt, weit vorwiegend nach dem Albitgesetz, seltener nach dem Periklin-od. Karlsbadergesetz. In letzterem Falle findet meist eine Kombination einer der beiden andern Verwachsungen mit dem Albitgesetz statt.

Verwachsungen mit Quarz sind weit seltener wie beim Orthoklas, doch bleiben im allgemeinen myrmekitische und mikropegmatitische Strukturen auf porphyrartige (saurere) Granitvarietäten beschränkt.

Der Orthoklas zeigt gegenüber dem Plagioklas hellere, meist milchweisse Färbung und ein frischeres Aussehen. Reiner Kalifeldspat, wie er sich aus der Homogenität seiner Polarisationstöne ergibt, ist nur ausnahmsweise vorhanden; gewöhnlich durchadern netzartig oder geradlinig angeordnete und unter sich parallele, hellere Albitschnüre den Krystall. Ebenso häufig wie diese „perthitischen Durchwachsungen“ sind lichtere, wolkig verschwommene Partien, die inselartig dem Orthoklas eingelagert erscheinen und die nach neuern Untersuchungen [1]) wahrscheinlich als Mikroklinsubstanz mit submikroskopischer Zwillingslamellierung zu deuten sind (Mikroklinmikroperthit). Eigentlicher Mikroklin mit ausgeprägter Gitterstruktur wird nur selten angetroffen. Myrmekitische Durchwachsungen von Orthoklas mit Quarz sind im allgemeinen im normalen Granit nicht häufig; verbreiteter sind peripherische Durchwachsungen

[1]) F. Weber, Über den Kalisyenit des Piz Giuf und Umgebung. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Lfg. XIV, S. 14.

mit Albit. Von Einschlüssen, soweit es sich nicht um eigene Zersetzungsprodukte handelt, bleibt der Orthoklas nahezu frei; hie und da trifft man auf scharfumrandete, mit Sericit erfüllte Hohlräume, die nach Form und Füllmaterial auf das einstige Vorhandensein von Plagioklas schliessen lassen.

Der Quarz tritt als letzt ausgeschiedener Gemengteil in Form kleiner, fettigglasglänzender, meist farbloser oder rauchgrauer Körner oder Körneraggregate nur wenig aus dem frischen Gestein heraus; erst durch eine stärkere Zersetzung der Feldspäte in randlichen Partien des Massivs wird er zum vorherrschenden Bestandteil des verwitternden Granites. Besser als von blossem Auge zeigt der Dünnschliff die Rolle des Quarzes als Füllmaterial in den von ältern Ausscheidungen gebildeten Zwischenräumen. Seine Begrenzung ist stets eine allotriomorphe. Die Einschlüsse im Quarz wechseln nach Menge wie nach Grösse ziemlich stark. Am zahlreichsten sind Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse zu beobachten, welche die Krystalle in schnurförmiger Anordnung durchziehen und sehr oft die eigenartige Erscheinung der „tanzenden Libellen“ bieten. Eine äusserst feinfleckige, wolkige Trübung vieler Quarze dürfte auf der Einlagerung ultramikroskopischer Substanzen begründet sein. Die feine Riefung, die vielen Quarzen eigen ist und die schon öfters als eine Art Zwillingsstreifung erklärt worden ist, scheint ihre Ursache in dynamischen Störungen des Quarzkornes zu haben, da ihm diese Eigenschaft stets nur in Verbindung mit schwach undulierender Auslöschung zukommt. Beachtenswert ist, dass mit dem Verlauf dieser Striemung auch die Anordnung der Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse übereinstimmt. Optische Anomalie, soweit solche durch undulöse Auslöschung bewirkt wird, ist eine häufige Erscheinung. Von Einlagerungen älterer Ausscheidungen sind in erster Linie intensiv pleochroitische Biotitschüppchen und wohlausgebildete, aber meist schon sericitisierte Plagioklase zu erwähnen. Seltener umschliesst der Quarz farblose Blättchen eines muskovitartigen Glimmers, der sich in einem Falle pegmatitisch mit diesem verwachsen zeigt. Möglicherweise liegt hier eine nachträgliche Ausfüllung der Hohlräume des skeletartig ausgebildeten Muskovits vor. Zirkon und Apatit sind unter den Einschlüssen im Quarz ebenfalls reichlich vertreten.

Farbloser Kaliglimmer, als akzessorischer Gemengteil, bleibt auf die kieselsäurereichern Granitvarietäten beschränkt. Die optische Analyse ergibt einen auffallend kleinen Axenwinkel von $2E = 5^0 - 10^0$; die übrigen Charaktermerkmale stimmen mit Muskovit überein (Sericit?).

Apatit erreicht niemals makroskopische Sichtbarkeit. Seine Ausbildung als Prisma mit Basis oder aufgesetzter Pyramide, dicksäulig oder von schlanknadeligem Habitus, ist stets idiomorph. Charakteristisch für den Apatit ist die häufig zu beobachtende Quergliederung in lose Stücke. So liegt beispielsweise in einem ungestörten Glimmerblättchen ein Apatitprisma in 19 Teilglieder auseinandergerissen. Nach *Rosenbusch*[1]) trägt nicht eine früh auftretende Protoklase die Schuld an einer solchen Gliederung, sondern es liegt diese vielmehr in einer Querabsonderung begründet. Ausgesprochene Spaltbarkeit ist beim Apatit selten, grössere Individuen zeigen eine solche nach ∞ P (1010) und oP. (0001). Von trübenden Einschlüssen konnten nur kleine Nädelchen mit einiger Sicherheit als Zirkon bestimmt werden. In einem Falle wird Apatit von Zirkon teilweise umwachsen; die Ausscheidungsfolge der erstkrystallisierten Gemengteile dürfte sich also nicht immer absolut gleich bleiben.

Gegenüber der Häufigkeit des Apatits im Granit zurücktretend, findet sich Zirkon in farblosen, seltener etwas braunrötlichen Krystallen. Zonarer Aufbau gehört zu den Ausnahmen. In einem einzigen Falle konnte Zwillingsverwachsung nach P ∞ (101) konstatiert werden.

Anatas, den *C. Schmidt*[2]) als Zersetzungsprodukt von Biotit neben Chlorit und Rutil als gelbliche, stark lichtbrechende Körner beschreibt, konnte in keinem einzigen der zahlreichen Dünnschliffe aufgefunden werden.

Unregelmässige Körner von Titanit werden häufig von opaken Ausscheidungen von Titaneisen begleitet. Rutil weist ganz selten an grössern Individuen Krystallform auf; vorwiegend bildet er gerundete, goldgelbe Körner oder baut die zierlichen

---

[1]) Rosenbusch, Mikrosk. Physiogr. der Gesteine, Bd. II, S 106. IV. Aufl., 1905.

[2]) Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Lfg. XXI, S. 41.

sternförmigen Sagenitgewebe auf. Kalkspat konnte ich als primären Bestandteil des Granites nicht nachweisen, dagegen findet er sich häufig als Zersetzungsprodukt des Plagioklases und ist in Spaltrisse und Hohlräume infiltriert. Pyrit, in Würfelform ausgebildet, ist allgemein im Granit verbreitet, teils primären, teils sekundären Ursprungs. Durch den Einfluss der Atmosphärilien wird er leicht in braunroten Eisenglanz umgewandelt, der oft auf grössere Strecken dem Gestein eine rostrote Verwitterungsfarbe verleiht.

II. Primärstrukturelle (z. T. konstitutionelle) Abweichungen vom Haupttypus.

1. Granitporphyr.

In den trümmerübersäten „Simmeln" und „Gändern" und weiter ostwärts am Südhang des Massivs nimmt stellenweise der Granit durch das Zurücktreten des dunkeln Glimmers und stärkeres Vorwalten des Quarzes saureren Charakter an. Die Struktur wird im allgemeinen feinkörniger. Zwischen die Krystalle der Hauptgemengteile eingeklemmt, stellt sich in spärlicher Menge eine Art Grundmasse ein, die dem unbewaffneten Auge leicht verborgen bleibt. Das Porphyrartige des Gefüges tritt erst im mikroskopischen Bilde deutlicher hervor.

Das hellgraue, öfters etwas violett-graue Gestein lässt ohne grosse Mühe das Vorhandensein sämtlicher Hauptgemengteile des Granites erkennen.

Der Biotit tritt nach Zahl und Grösse seiner Blättchen stark zurück, behält aber seine streng idiomorphe Umgrenzung in Form hexagonaler Tafeln bei und stimmt auch sonst in den übrigen Charaktereigenschaften mit seinem Vorkommen im Granit überein. Besonders hervorzuheben ist seine intensive Chloritisierung in Verbindung mit reichlicher Erzausscheidung und Epidotisierung des Gesteins.

Der Plagioklas, nach seiner optischen Bestimmung, wie beim Granit, der Reihe der Albite oder Albitoligoklase angehörend, ist dicktafelig oder langprismatisch ausgebildet. Die Zahl der für eine optische Untersuchung noch tauglichen Plagioklase ist infolge weitgehender Zersetzung gewöhnlich eine geringe. Der Verlauf der Zersetzung ist kein gleichartiger, die

serizitisierten Stellen verteilen sich vielmehr unregelmässig fleckig im Krystall. Zwillingslamellierung findet sich weit spärlicher als beim Plagioklas des Granites. An Einschlüssen treffen wir die bereits beim Granit als solche angeführten Mineralien an (Quarz, Biotit, Apatit, Zirkon, etc.).

Fast ebenso häufig wie Plagioklas vertritt Orthoklas die Gruppe der Feldspäte im Granitporphyr. Sein Idiomorphismus kann als vollkommen gelten, soweit er nicht bei stärkerem Zurücktreten der Grundmasse von benachbarten ältern Ausscheidungen in seinem Wachstum gestört wird. Zwillinge nach dem Karlsbadergesetz, wie sie sonst in diesen Gesteinen ungemein häufig auftreten, fehlen hier merkwürdigerweise nahezu ganz. Perthitische Durchwachsung mit Albitschnüren ist um so allgemeiner verbreitet.

Die Quarzeinsprenglinge sind charakterisiert, wie beim Quarzporphyr, durch ihre Ausbildung als Dihexaeder. In den Übergangstypen zum Granit verliert sich mehr und mehr seine idiomorphe Begrenzung, und zugleich trübt sich der vorher nahezu einschlussfreie Krystall durch Einlagerung schnurartig angeordneter Flüssigkeits- und Gaseinschlüsse.

Die Ausbildung der Grundmasse verleiht dem mikroskopischen Bilde des Gesteins ein ganz eigenartiges Gepräge. Feldspat und Quarz durchdringen sich gegenseitig gesetzmässig in selten schöner ausgebildeter schriftgranitischer Durchwachsung. („Granophyre".) — (siehe Taf. I, Fig. 1.) Eine sehr anschauliche und für die vorliegenden Verhältnisse gut zutreffende Beschreibung dieser eigenartigen Strukturform gibt *Zirkel* in seinem Lehrbuch der Petrographie, II. Aufl. 1893, Bd. I, S. 469, auf die hier verwiesen werden soll. Man kann sich fragen, ob es nicht richtiger wäre, diese Gesteine mit pegmatitisch struierter Grundmasse den Quarzporphyren zuzuzählen. Doch zeigt ihr makroskopischer Habitus viel mehr Ähnlichkeit mit dem der eigentlichen Granite, weil die grössern Krystallindividuen gegenüber der Grundmasse stark vorherrschen. Auf der beigegebenen Abbildung ist absichtlich eine Stelle mit vorwaltender Grundmasse hervorgehoben, um die Pegmatitstruktur und die vereinzelt auftretenden korrodierten Quarze besser erkennen zu lassen. Wo die Mikropegmatitdurchwach-

sungen besonders fein zur Ausbildung gelangt sind, beobachtet man eine völlige Zersetzung der Feldspateinsprenglinge, während der Feldspat der Grundmasse intakt geblieben ist. Das umgekehrte Verhältnis erscheint in grobkörnigeren Varietäten, wo auffallenderweise die durchwachsenen Feldspatindividuen stärker serizitisiert sind, als die Einsprenglinge.

Die akzessorischen Gemengteile spielen im Granitporphyr eine geringe Rolle. In erster Linie ist Chlorit zu erwähnen, der als Zersetzungsprodukt mit dem in gleicher Weise entstandenen Epidot- und Kalkspatkörnern zu Nestern vereinigt in den Glimmerblättchen und auf Zwischenräumen sich anhäuft. Als primärer Bestandteil erscheint er in wurmförmigen Gebilden meist in Quarz eingeschlossen. (Helminth.) Kleine gutausgebildete Zirkonprismen mit beidseitig aufgesetzter Pyramide und Apatite in quergegliederten Säulchen und rundlichen Körnern sind stetige, untergeordnete Bestandteile des Granitporphyrs.

2. Quarzporphyr.

In dem schon oft zitierten Bande der Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz macht *v. Fellenberg* die ersten Angaben über das Auftreten von Quarzporphyr auf dem Lötschenpass. Auf *v. Fellenbergs* Wunsch untersuchte *Graeff*[1]) dieses Vorkommen und berichtete ihm hierüber folgendes:

„Etwas unterhalb der Passhöhe, auf der Westseite, fand ich den Porphyr gangförmig den Granit durchsetzend, ebenso wenige Meter höher direkt unter der Passhöhe. Ich fand denselben daselbst stets scharf gegen den Granit absetzend. Geht man nach der Satellegi zuerst möglichst in gleicher Höhe hinüber, so häufen sich die Porphyrgänge derart, dass Porphyr das herrschende Gestein wird. Es ist dasselbe schwer (und würde mehr Zeit in Anspruch nehmen, als mir zur Verfügung stand), wollte man dieselben einzeln verfolgen. Es scheint mir die natürlichste Auffassung zu sein, anzunehmen, dass es sich um eine den Granit umgebende Porphyrhülle oder um eine demselben oben aufliegende Decke handelt, deren Verbindungskanäle die Gänge sind. Es dürfte die Struktur eine granitporphyrische in den mächtigeren Gängen und tiefer liegenden Teilen des

[1]) Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Lfg. XXI, S. 94 u. 95.

Vorkommnisses sein (so unterhalb der Passhöhe auf der Nordseite), sie wird der felsitischen Ausbildung Platz machen in den äussern Teilen der Hülle und in weniger mächtigen Gängen, (wie in dem schönen Punkt oberhalb der Satellegi)".

C. Schmidt [1]) bezeichnet dieses Gestein auf Grund seiner mikroskopischen Untersuchung als quarzarmen Granitporphyr. Wie *C. Schmidt* bemerkt, dürfte es sich, nach der meist scharfen Trennung von Granit und Porphyr zu schliessen, heute nur mehr noch um Gänge als um eine eigentliche porphyrische Granitfazies handeln, obwohl „häufig auch in solchen Fällen, wo nach dem geologischen Auftreten Porphyr unbedingt als Fazies von Granit aufgefasst werden muss, eine ähnliche scharfe Trennung und nicht ein allmähliches Ineinandergehen körniger und porphyrischer Varietäten" beobachtet werden kann. Die Decken, sofern solche vorhanden waren, sind längstens abgetragen, und nur mehr deren mehr oder weniger breite Zufuhrkanäle sind geblieben.

Als Verbreitungsgebiet dieses Quarzporphyrs ist hauptsächlich die Gegend „in den Simmeln" und „in den Platten" zu nennen; auch andernorts sind kleinere, vereinzelte Gänge zu beobachten. In sämtlichen nördlichen Seitentälern des obern Lötschentales, mit Ausnahme des Jägitales, am Nordfuss des Birg- und Sackhorns, unterhalb der „Dolden" beim Heimritz u. s. w.; an allen diesen Punkten wurde der Quarzporphyr ebenfalls konstatiert.

Der Gesteinscharakter bietet wenig Abwechslung. Stets zeigt der frische Bruch ein schmutzig graugrünes Gestein, das durch Verwitterung eine milchweisse oder schwachrötliche Farbe annimmt. Als einzige Abweichung von diesem gewöhnlichen Aussehen des Gesteins fand sich unterhalb des Birghorns ein Sturzblock mit blutroten Feldspäten und grünlich verfärbten Partien. Die verwitterte Oberfläche verrät beim Anhauchen starken Tongeruch. Infolge seiner ziemlich gleichartigen dichten Beschaffenheit bricht das Gestein in scharfkantigen, muscheligen Flächen, die kleine Grübchen und Knötchen erkennen lassen. Neben einer vorwiegend plattigen kann auch eine säulige Absonderung beobachtet werden.

[1]) Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Lfg. XXI, S. 44.

In die makroskopisch völlig dichte Grundmasse liegen regellos eingebettet die nicht über einige Millimeter grossen Einsprenglinge von Feldspat und Quarz und wenig häufigem Biotit. Nicht selten fehlen solche ganz und es bleibt nur eine feinkörnige oder meist ganz dichte Grundmasse übrig („Felsitporphyr"). Unter den Einsprenglingen wechseln Quarz und Feldspat quantitativ stark in ihrem gegenseitigen Auftreten, doch überwiegt in der Regel Feldspat. Orthoklas ist häufiger als Plagioklas.

Der Orthoklas, der zumeist in einfachen kantengerundeten Formen auftritt, lässt folgende Krystallflächen erkennen:

$$oP\,(001),\ \infty P\infty\,(010),\ P\infty\,(101),\ \infty P\,(110).$$

Die Rundung der Kanten kann bis zur Ausbildung eigentlicher Korrosionsformen fortschreiten und sackartige Einbuchtungen entstehen lassen, die von Grundmasse erfüllt werden und durch einen mehr oder weniger schmalen Gang nach aussen in Verbindung stehen. Oder es können Fälle beobachtet werden, wo der Feldspat durch die Korrosion in einzelne nicht mehr zusammenhängende, aber im polarisierten Licht gleichzeitig auslöschende, gerundete Lappen zerlegt wird. Zwillingsbildung nach dem Karlsbadergesetz ist eine häufige Erscheinung; die Verwachsungsflächen sind dabei öfters schwach gebogen. Im Gegensatz zum häufigen Auftreten perthitischer Durchwachsungen im Granit konnte ich solche im Quarzporphyr nicht konstatieren. Höchstens dürften hellere, wolkige Partien als Stellen beginnender Entmischung aufgefasst werden. Eine Auflösung dieser Flecken gelang mir auch bei Anwendung stärkster Vergrösserung nicht.

Mikroklin mit Gitterstruktur war nur als vereinzeltes Individuum zu konstatieren.

Besondere Erwähnung verdienen noch Orthoklaseinsprenglinge, die in ihrem Innern von Quarzeinschlüssen durchwachsen werden und die ich hier etwas eingehender charakterisieren möchte (siehe Tafel, I, Fig. 2). Quarz tritt in wurmartigen Gebilden, ähnlich den myrmekitischen Durchwachsungen oder in strahligen, einander parallel gelagerten Stengeln oder als kantengerundete, grössere und kleinere Körner, auf. Speziell ein langgestreckter Orthoklaszwilling zeigt diese verschiedenen Ausbildungsformen des eingeschlossenen Quarzes in sehr

schöner Weise. Beide Krystalle sind in unmittelbarer Nähe der Zwillingsnaht völlig frei von Einschlüssen. Von dieser Zone strahlen garbenfömig nach beiden Krystallenden hin die langgezogenen Quarzstengel, in ihrer Längsrichtung beiderseits scharf begrenzt. Da nicht beide Zwillingshälften ganz genau zu gleicher Zeit auslöschen, macht sich auch eine analoge Abweichung in der Anordnung und optischen Orientierung der Quarzstengel beider Einzelindividuen bemerkbar. Sonst löschen alle Quarzeinschlüsse einer Zwillingshälfte gleichzeitig aus, bilden also unter sich einen einheitlichen Krystall. Das Quarzbündel reicht nicht bis zum Rande des Feldspatkrystalls, sondern lässt einen der Aussenfläche parallel verlaufenden Streifen frei, der von anders geformten, mehr rundlichen, grössern Quarzkörnern durchlöchert wird. Nach den beiden Krystallenden des Zwillings hin kommunizieren diese Einschlüsse mit den auf sie zulaufenden Quarzstengeln, während die Quarzeinschlüsse auf dem Längsrand des Krystalls eine Längsstreckung senkrecht zum Verlauf der Quarzstengel erlitten haben und mit diesen nicht in Verbindung stehen. Dabei scheinen auch diese seitlich gerichteten Quarze wie auf einer gemeinsamen Ebene zu sprossen. Die Ausbildung der dünnen Quarzstengel, wie der randlich eingelagerten gröbern Körner steht offenbar im Zusammenhang mit dem Wachstum des einschliessenden Feldspatkrystalls, resp. der im Krystall während seiner Erstarrung herrschenden, verschiedenen Wachstumsgeschwindigkeiten. An diesen Orthoklaszwilling sind noch einige weitere Feldspäte angelagert, in die zum Teil Quarzeinschlüsse hinübergreifen und so deren gleichzeitige Entstehung mit dem Zwilling zu beweisen scheinen.

Ähnliche Erscheinungen an Kalifeldspäten eines Granitporphyrs von Småland beschreibt *O. Nordenskjöld.* [1]) *H. Borgström* [2]) erwähnt solche aus einem Granitporphyr von Östersundom. Während aber *Nordenskjöld* diese Erscheinung auf eine Umwandlung des Feldspates im Zusammenhang mit der Korrosion zurückführen will, nimmt *Borgström* zur Erklärung,

---

[1]) O. Nordenskjöld, Geolog. För. Forh. Stockholm 1893. Bd. 15, S. 183.

[2]) L. H. Borgström, Bull. d. l. Commission Géol. de Finnlande. Nr. 22, S. 8. Helsingfors Juni 1907.

analog wie für die mikropegmatitische Durchwachsung, Erstarrung einer eutektischen Mischung an.

Der Plagioklas ist auch als Einsprengling vor dem Orthoklas zur Ausscheidung gelangt, wie idiomorph ausgebildete Einschlüsse von Plagioklas im Kalifeldspat anzeigen. Die Ausbildung des Plagioklas ist meist eine dicktafelige. Die nähere optische Untersuchung wird durch die Sericitisierung sehr erschwert, die, wie im Granit, auch hier den Plagioklas stärker befallen hat als den Orthoklas. Wo eine solche durchgeführt werden konnte, ergab die Bestimmung Zugehörigkeit zur Albit-Albitoligoklasreihe, nur selten lag reiner Albit vor. Bei einigen Individuen ist Zonarstruktur angedeutet. Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz findet sich sehr häufig, seltener tritt Kombination mit dem Karlsbadergesetz auf. Einige Plagioklase werden durch nachträglich entstandene Anwachsstreifen umrandet.

Der Quarz nimmt häufig die den Porphyrquarzen charakteristische pyramidale Dihexaederform an. Zumeist ist er farblos und fettglänzend, in wenigen Fällen durch ein ferritisches Pigment rot gefärbt. Zum Unterschied vom Granitquarz beherbergt er weniger Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse, obgleich ihm solche nirgends gänzlich fehlen. Korrosionserscheinungen sind beim Quarz noch häufiger wie beim Orthoklas. Die Korrosion befällt vorerst die Ecken und Kanten, greift dann in das Krystallinnere ein und teilt schliesslich das Quarzindividuum in mehrere rundliche, aber unter sich optisch gleich orientierte Körner. Hohlräume im Quarz, die dem krystallographischen Aufbau folgen oder aber unregelmässig verteilt und von schlauchförmiger Gestalt sind, werden durch Grundmasse, weniger häufig durch Infiltrationsprodukte wiederum ausgeheilt. Undulöse Auslöschung ist bei diesen Porphyrquarzen eine ganz seltene Erscheinung, doch lassen Quarze bei gekreuzten Nikols Parallelstreifung sichtbar werden, die sich wie eine Zwillingsbildung ausnimmt. Unregelmässige, hie und da treppenartig verlaufende Sprünge können häufig beobachtet werden; auch scheinen eigentliche Zerberstungen von Quarzkrystallen stattgefunden zu haben.

Unter den Einsprenglingen gelangt Biotit, am schwächsten vertreten, nur selten in gut begrenzten Blättchen zur Aus-

bildung. Trotz seiner gleichfalls idiomorphen Krystallform erscheint er in schmalen, häufig verschwommen umgrenzten oder korrodierten Blättchen, deren Umrandung mancherorts von Quarz oder Feldspat bestimmt zu werden scheint. Sein Pleochroismus, wenn auch gewöhnlich durch Chloritisierung erheblich zurückgedrängt, zeigt die dem Granitbiotit normalen Farbennüancen von hellbraun zu dunkelgraubraun. Das Endprodukt des Chloritisierungsprozesses, ein hellgrüner Chlorit, ist an den stahlblauen anomalen Interferenzfarben leicht kenntlich. Er enthält als weitere Produkte dieser Umwandlung opake Erzkörner und stark lichtbrechende Titanmineralien, letztere oft in auffallender Menge in Streifen oder formlosen Körneraggregaten den Spaltrissen des ursprünglichen Biotits eingelagert. Neben Chlorit kann auch ein völlig farbloser Glimmer mit den lebhaften Interferenzfarben des Muskovits aus dem Biotit hervorgehen. Ob tatsächlich ein solcher sich bildet, wie z. B. *Kaech* [1]) in den Quarzporphyren zwischen Lago maggiore und Val Sesia beobachtet haben will, konnte ich wegen der vollständigen Überladung mit Eisenerzen nicht entscheiden. Hie und da beobachtet man auch eine gleichzeitige Zersetzung im Sericit und Chlorit, wobei die Mitte vorwiegend aus Sericit, der Aussenrand dagegen aus Chlorit besteht.

An Einschlüssen fehlt es dem Biotit selten, oft erscheint er von solchen wie durchlöchert. In einem Quarzporphyr nördlich vom Tennbachhorn hüllt er auffallend grosse rundliche Apatitkrystalle ein. Manchmal verleiht eine dichte Bestäubung mit dunkelrotbraunen Eisenglanzkörnchen dem Biotit ein nahezu schwarzes Aussehen. Seltener, wie im Granit, trifft man in diesem Biotit idiomorph ausgebildete Zirkonkrystalle an, die später bei der Umwandlung in Chlorit in diesem die pleochroitischen Höfe entstehen lassen.

Bemerkenswert ist ein akzessorisch auftretendes grünes Glimmermineral, das in rektangulären, aber doch nur skelettartig ausgebildeten Blättchen auftritt. Einschlüsse titanhaltiger, farbloser Körner, die kleine pleochroitische Höfe im Mineral hervorrufen, aber nur in sehr geringer Menge vertreten

[1]) M. Kaech, Das Porphyrgebiet der Südalpen. Eclog. Helv. VIII. 1. 1903.

sind, lassen dieses als ein chloritisches Umwandlungsprodukt des Biotits erscheinen. Möglicherweise kann auch ein grüner Biotit vorliegen. Charakteristisch ist vor allem ein sehr ausgeprägter Pleochroismus, parallel der Hauptzone grasgrün, senkrecht dazu hellgrünlichgelb. Die Absorption stimmt mit der des Biotits überein, ebenso die Lichtbrechung und der optische Axenwinkel. Die Doppelbrechung ist bedeutend niedriger und gibt zur Entstehung blaugrüner, anomaler Interferenzfarben Veranlassung. Der optische Charakter ist positiv. Die Spaltbarkeit wird nur durch vereinzelte kurze Risse angedeutet.

Häufiger, wie das soeben beschriebene Mineral ist ein farbloser, manchmal etwas hellgrünlich gefärbter Sericit, der indes nie eine idiomorphe Krystallform aufweist, sondern nur in formlosen Blättchen und Fetzen erscheint. Dieser Umstand weist auf sekundäre Bildung hin.

Als ein weiterer, häufiger Nebengemengteil tritt Apatit, meist in nadelförmigen, quergegliederten Prismen oder gerundeten Körnern auf. Ferner sind zugegen:

Zirkon in farblosen, rundlichen Körnern, Titanit und Rutil als Zersetzungsprodukte des Biotits, Kalkspat, teils ein Zersetzungsprodukt des Plagioklases, teils von aussen infiltriert.

An Erzen sind vorwiegend Pyrit, seltener Titaneisen und Magnetkies vertreten.

Die Grundmasse stellt ein Gemenge von Quarz, Feldspat und einem feinschuppigen, schwach gelblichgrünen Sericit dar. Quarz und Feldspat stehen in wechselndem Mengenverhältnis zu einander, doch überwiegt in der Regel der Feldspat. Die Ausbildung der Grundmasse ist entweder eine mikrogranitische oder eine sphärolithisch-granophyrische. Im erstern Falle liegen schmale, rektanguläre Leistchen von Feldspat, nach dem Karlsbadergesetz verzwillingt, in einer allotriomorph ausgebildeten Quarzmasse. Häufiger ist dagegen, wie bei der sphärolithisch-granophyrischen Struktur die Verwachsung von Quarz und Feldspat zu radialstrahligen büschel- oder federförmigen Gebilden. („Sphärolithporphyre"). Auch die Sericitschüppchen der Grundmasse neigen häufig in solchen Varietäten zu radial-faseriger Anordnung hin.

Zwischen den einzelnen Strukturformen der Grundmasse entwickeln sich mannigfache Übergänge, so dass nicht selten in ein und demselben Dünnschliff beide Ausbildungsformen auftreten. Oder es bedingt eine grobkrystalline Ausbildung der Grundmasse Annäherung an Granitporphyrstruktur. Erlangt dagegen die Grundmasse durch raschere Erstarrung, wie z. B. an den Salbändern der Porphyrgänge, ein nahezu dichtes Gefüge, so pflegen gewöhnlich auch die Einsprenglinge zu fehlen. („Felsitporphyre"). Als selbständige Gesteinstypen konnte ich Felsitporphyre nicht beobachten.

3. Hornblendeporphyrit.

Nach den mündlichen Angaben *V. Turnaus* findet sich am Südfusse des Birghorns ein Eruptivgang, von dem er mir ein Handstück zur nähern Untersuchung überliess. Leider gelang es mir nicht, im Anstehenden das Gestein aufzufinden und nähere Untersuchungen über sein Vorkommen zu machen. Da aber seine mineralische Zusammensetzung eines gewissen Interesses nicht entbehrt, so möchte ich in Kürze das Wichtigste hierüber anführen.

Das Gestein hat ein entschieden porphyrisches Aussehen. In einer hellgrünlichgrauen Grundmasse liegen unregelmässig verteilt vereinzelte, milchweisse, krystallographisch gut begrenzte Feldspäte. Die Feldspäte zeigen sich im Dünnschliff vollkommen in ein feinblätteriges, sericitartiges Zersetzungsprodukt umgewandelt, das in scharfen Umrissen die frühere Gestalt des Mutterminerals aus der dunkeln Grundmasse hervortreten lässt. Die Krystalle der Feldspäte waren demnach von meist dicktafeligem Habitus; langprismatische Formen kamen weniger zur Ausbildung. Krystallflächen konnten noch folgende konstatiert werden:

$\infty P \infty$ (010); oP (001); ∞P (110); P (111).

Durch die Anordnung des sericitischen Glimmers in hellern und dunklern konzentrischen Schalen wird öfters die frühere Zonarstruktur des Feldspates dokumentiert; in andern Fällen kommt auf ähnliche Weise die einstige Zwillingsbildung nach dem Karlsbadergesetz zum Ausdruck.

Grüne, etwas verschwommene Flecken im Gestein bestehen grösstenteils aus Chlorit, der durch seine anomalen stahlblauen Interferenzfarben leicht kenntlich ist. Sein Pleochroismus ist

nur ganz schwach und kaum zu beobachten. Zweifellos ist der Chlorit ein sekundäres Umwandlungsprodukt, wie sich aus nachfolgendem ergeben wird:

An der Umrandung der Chloritaggregate liegen rhombenförmige Schüppchen von dunkelbrauner Farbe, die alle einander parallel gelagert, im polarisierten Licht bei gekreuzten Nikols gleichzeitig auslöschen, sich somit als Reste eines ursprünglich einheitlichen Krystalles zu erkennen geben. Der vordere Prismenwinkel dieser kleinen Rhomben wurde mit 124° bestimmt. Spaltbarkeit ist angedeutet, aber nicht genau bestimmbar. Der Pleochroismus bewegt sich zwischen hell- bis dunkelbraun. Die Auslöschungsschiefe c:c beträgt im Mittel 10°. Die Lichtbrechung ist etwas grösser als die der gemeinen Hornblende. Alle die Merkmale identifizieren dieses Mineral als basaltische Hornblende. Gewöhnlich werden die kleinen Rhomben von einer hellern Zone umsäumt, die entweder scharf gegen den innern dunklern Kern begrenzt ist, oder aber, und zwar vorwiegend, ganz allmählich in diesen übergeht. Die scharfe Begrenzung der einzelnen Zonen spricht für einen zonaren Aufbau des Krystalls, ein allmählicher Übergang vom dunklern Kern zum hellern Saum lässt eine randliche Ausbleichung vermuten. Als ein Zwischenprodukt im Chloritisierungsprozess der basaltischen Hornblende erscheint Aktinolith in farblosen Blättchen, die nach den Spaltrissen in schmale, an den Längsenden stark ausgefranste Lamellen zerlegt sind.

Als weitere Umsetzungsprodukte der Hornblende sind noch anzuführen:

Titanit, Titaneisen, Kalzit, Quarz und Epidotmineralien. Vor allem ist der auffallend hohe Gehalt des Gesteins an Titanmineralien bemerkenswert. Das Gestein ist ganz durchsetzt von opaken Titaneisenkörnern, die vielleicht den färbenden Bestandteil der zersetzten braunen Hornblende ausmachten. Weniger häufig im Gestein vertreten sind Körner von Apatit und Turmalin, die sich indes durch keine besondern Merkmale auszeichnen. Pyrit ist als solcher nicht erhalten geblieben, die Atmosphärilien haben ihn zu braunrot durchscheinendem Eisenglanz umgewandelt.

Der Aufbau der Grundmasse wird durch die massenhaften mikrolithischen Erzstäubchen und die kleinen Ilmenit- und Epidotkörnchen stark verhüllt. Sie besteht nahezu ganz aus ungewöhnlich langen, stark zersetzen Plagioklasleistchen, die sich gegenseitig zu durchwachsen scheinen. Die etwas grössern, unregelmässig begrenzten Quarzkörner in der Grundmasse möchte ich nicht als primäre Bestandteile der Grundmasse ansprechen, diese vielmehr als sekundäre Bildungen auffassen.

Nach Struktur und Mineralbestand können wir das Gestein als einen Hornblendeporphyrit definieren.

Nähere Angaben über das offenbar ziemlich isolierte Auftreten dieses Gesteins, ev. über seine Beziehungen zum Quarzporphyr können aus dem eingangs erwähnten Grunde nicht gemacht werden.

III. Sekundärstrukturelle Abweichungen vom Haupttypus.

1. Gasterengranit mit gneisiger Struktur.

Am Südostrand des Gasterenmassivs, im Hintergrund der beiden Faflertäler und des Jägitals, nimmt der Gasterengranit mehr und mehr die strukturellen Charaktereigentümlichkeiten des benachbarten nördlichen Gneises an; teilweise erfährt er auch im Mineralbestand gewisse Veränderungen. Der Übergang erstreckt sich nicht gleichzeitig über das ganze Massiv und erfolgt nicht lückenlos; es kann vielmehr in vorwiegend gneisig struierten Partien wiederum richtungsloskörniger Granit beobachtet werden. Die gneisige Ausbildung des Gasterengranites bleibt aber im Südosten des Massivs die vorherrschende und unterscheidet sich in den extremsten Fällen nicht mehr von der des eigentlichen nördlichen Gneises.

Der Biotit, durch Chloritisierung schwärzlich grün gefärbt, tritt stark zurück. Die wohlumgrenzten Glimmerblättchen des Granites sind verschwunden; an ihre Stelle sind fleckenartige Anhäufungen zerrissener und zerdrückter Lamellen getreten, die in den von Quarz und Feldspat freigelassenen Zwischenräumen zusammengestaucht sind. An Menge mit dem Biotit rivalisierend, oft streifig mit diesem verwachsen, erscheint Muskovit, dessen Blättchen ebenfalls starke Störungen aufweisen.

Die Plagioklase zeichnen sich durch eine ganz besonders feinlamellierte Zwillingsbildung aus, trotzdem sich nach der optischen Bestimmung ihre chemische Konstitution nicht verändert hat. (Albit-Albitoligoklas.)

Im Orthoklas tritt die perthitische Durchwachsung viel stärker hervor als beim Orthoklas des normalen Gasterengranites.

Charakteristisch ist das Verhalten des Quarzes, der entweder in grösseren, stark undulösen und zerrissenen Körnern auftritt oder aber als ein feines Gereibsel in Adern und Spaltrissen der grössern Quarz- und Feldspatkrystalle erscheint (Sandquarz). Ziemlich häufig sind pegmatitische Durchwachsungen von Quarz mit Orthoklas, besonders in Gesteinsvarietäten, die panidiomorphkörniger Ausbildung zuneigen.

Als neue akzessorische Gemengteile, die bisher in keinem der Dünnschliffe von Gasterengranit zu beobachten waren, erkennt man unregelmässige Körner eines stark pleochroitischen Orthits und stark gerundete, zerrissene Granate, beides nicht seltene Erscheinungen des angrenzenden Gneises.

Diese kurzen petrographischen Notizen und die vorläufig allerdings noch sehr lückenhaften Beobachtungen im Felde lassen es immerhin kaum als zweifelhaft erscheinen, dass zwischen Gasterengranit und nördlichem Gneis ein genetischer Zusammenhang besteht. Nach dieser Auffassung bedeutet der nördliche Gneis die flaserig struierte Modifikation des Gasterengranites.

Welchen Faktoren der nördliche Gneis seine strukturelle Eigentümlichkeit verdankt, soll hier nicht näher erörtert werden. Es dürfte sich jedoch kaum um ein ausschliessliches Produkt der Protoklase, noch der Kataklase handeln, sondern es scheint vielmehr die gneisige Facies aus einer kombinierten Wirkung beider Druckerscheinungen hervorgegangen zu sein.

2. Durch Gebirgsdruck veränderte Gesteine der heutigen Randzone des Gasterengranites.

Auf dem breiten Rücken des Lötschenpasses und auf dem flachgewölbten Kamme, der von dort zum Hockenhorn hinaufsteigt, dehnt sich ein weites steriles Trümmerfeld aus. Überall tritt der Fuss auf dürrklingendes, feinplattiges Schiefergestein.

Ruinenhaft muten uns die zerbröckelnden Überreste der wallartig aufgetürmten und zusammengepressten Sedimentschollen an. Ihr einstiger Zusammenhang und ihre Lagerung werden vielerorts nur noch durch schmale Streifen und breitere Zonen mit gleicher Verwitterungsfarbe der Gesteinstrümmer bezeichnet.

Ebenso sehr wie die Sedimente erlitt auch das darunter liegende Eruptivgestein in seinen oberflächlichen Partien eine weitgehende mechanische Umwandlung. Die Grenzen zwischen Granit, Granitporphyr und Quarzporphyr wurden stark verwischt und die Endformen solcher dynamisch veränderter Gesteine ähneln dem Habitus krystalliner Schiefer. Auch die Lagerungsverhältnisse sind nicht geeignet, uns ohne weiteres über die Natur und Herkunft dieser Gesteine Auskunft zu geben, da stellenweise der randlich geschieferte und abgeschuppte Granit den marmorisierten Malmschiefer überlagert, der seinerseits wiederum direkt auf krystalliner Unterlage aufruht.

Auch andernorts, am Alpetli (Gasterental), im Hintergrund der südwärts sich öffnenden Seitentäler der Lonza, vom Hockenhorn ostwärts zum Birg- und Sackhorn und auf der Nordbegrenzung des Massivs lassen sich Störungserscheinungen von wechselnder Intensität im Granit erkennen. Sie zeigen sich also überall da, wo Sedimente die randlichen Massivpartien vor tiefergehendem Abtrag zu schützen vermochten.

Betrachten wir solche Gesteine, z. B. vom Lötschenpass im Handstück, so erscheint ihre Struktur flaserig-knotig, selten flachschiefrig. Quarz- und Kalkspatadern heilen die zahlreichen Risse aus. Bei der Verwitterung, die naturgemäss durch die Beschaffenheit des Gesteins sehr begünstigt wird, zerfällt dieses in grössere und kleinere flachgedrückte Linsen und Tafeln von braunroter bis grauweisser Anwitterungsfarbe. Dabei treten vereinzelte Krystalle, besonders Quarz- und Orthoklaseinsprenglinge des Granitporphyrs, knauerartig aus der rascher verwitternden, feinkörnigeren Gesteinsmasse heraus und rufen so bei oberflächlicher Betrachtung den Eindruck eines Konglomerates hervor.

Nur ausnahmsweise äussert sich die gesteinsumformende Kraft der tektonischen Vorgänge in der Ausbildung eigentlicher Dislokationsbreccien; doch erlangen solche nirgends grössere Verbreitung.

Zumeist kleinere nur wenige cm mächtige Aplitgänge, die sich manchmal nur schwer von den sekundären Spaltenausfüllungen unterscheiden lassen, durchschwärmen zahlreich diese Randzone. Auch sie wurden von den Störungen mitbetroffen, wenn auch ihr nahezu dichtes Gefüge sie einigermasssen gegen diese zu schützen vermochte.

Makroskopisch sind im Querbruch des Gesteins nur Quarz- und Feldspatkörner deutlicher sichtbar, während Glimmer, ausgenommen Sericit, zu den selteneren Bestandteilen gehört. Auf der Schieferungsfläche überkleidet ein filzigschuppiger, mattglänzender Sericitbelag die kantengerundeten, gröbern Gesteinskomponenten und mildert die knotige Beschaffenheit der Bruchfläche.

Das Mengenverhältnis zwischen Einsprenglingen und Zwischenmasse wechselt stark, je nach der Natur des umgewandelten Muttergesteins. Auch in den stärkst gepressten Granitvarietäten konnte ich niemals ein so starkes Vorwiegen der Zwischenmasse gegenüber den Einsprenglingen konstatieren, wie dies z. B. bei den geschieferten Quarzporphyren der Fall ist, bei denen die primäre Grundmasse sich fast völlig in die quarz-sericitische Zwischenmasse umwandelt.

Das Bild des Dünnschliffs erinnert in vielen Fällen — es sind dies vornehmlich die gepressten Quarzporphyre — in auffallender Weise an die von *K. Futterer*[1]) untersuchten und detailliert beschriebenen Ganggranite von Grossachsen und die Quarzporphyre von Thal.

Vorwiegender Hauptbestandteil ist Quarz in meist langgestreckten, seltener gerundeten Formen. In gepressten Quarzporphyren sind Anklänge an krystallographische Begrenzung nicht zu erkennen. Konkave, randliche Resorptions- (?) einbuchtungen an den zur Streckungsrichtung parallelen Rändern verleihen dem Quarz öfters ein skelettartiges Aussehen. Im polarisierten Lichte zeigt er in verschiedenem Masse mechanische Beeinflussung: Als erstes Sympton solcher Deformationen er-

---

[1]) Die Ganggranite von Grossachsen und die Quarzporphyre von Thal im Thüringer Wald. Inaug.-Diss. Heidelberg 1890. Die Originalschliffe Futterers befinden sich im Besitze des Berner geolog. Institutes und standen mir für die obigen Untersuchungen zur Verfügung.

scheint schwach undulierende Auslöschung; bei stärkerer Pressung teilen sich die Quarzindividuen in einzelne verschieden orientierte Felder, die aber selbst wieder undulös auslöschen, und zuletzt zerfällt der Quarzkrystall in ein feines Körnermosaik. Ein etwas abweichendes Verhalten zeigt er bei stärkerem Vorwalten der sericitischen Zwischenmasse, wie z. B. bei den gepressten Quarzporphyren, wo er häufig ohne Lösung seiner Kontinuität zu langgezogenen Striemen ausgewalzt werden kann oder aber zu eigentümlich zellenartiger Zersprengung hinneigt (Wabenquarz.) In letzterem Falle löschen die einzelnen Bruchstücke auffallenderweise nie undulierend aus, eine Tatsache, auf die schon *Zirkel*[1]) in seiner Petrographie hinweist.

Viel resistenter gegen deformierende Einflüsse verhalten sich die Feldspäte. Wenn aber zertrümmerte Feldspäte viel seltener anzutreffen sind, als zerbrochene Quarze, so sind sie dafür — und zwar ganz besonders die Plagioklase — einer nahezu völligen Sericitisierung anheimgefallen. Die genauere optische Analyse des triklinen Kalknatronfeldspates, soweit diese noch durchführbar war, ergab in allen Fällen Übereinstimmung in seiner chemischen Konstitution mit dem Plagioklas des Granites. (Albit-Albitoligoklas).

Die Zersetzung des Orthoklas, vorwiegend in Sericit und Quarz, geht in der Regel nicht über eine mehr oder weniger starke Trübung des Krystalls hinaus, verbunden mit einer geringfügigen Korrosion der Umrisse. Der Orthoklas verrät sich meist durch seine niedern Polarisationsfarben, durch seine gerade Auslöschung auf (100) in Verbindung mit der charakteristischen präcisen Spaltbarkeit. Perthitische Durchwachsung mit Albitschnüren ist auffallend schwach vertreten. Am widerstandsfähigsten erscheint auch hier, wie schon früher beobachtet, der Mikroklin, der durch sein frisches Aussehen geradezu auffällt. Sein seltenes Vorkommen in diesen gepressten Graniten und Granitporphyren scheint nicht gerade für die Annahme einer Bildung auf dynamometamorphem Wege zu sprechen. Als vereinzeltes Vorkommnis möchte ich noch die Ausheilung einer Spalte durch typisch gegitterten Mikroklin erwähnen.

---

[1]) Zirkel. Lehrbuch der Petrographie. Aufl. 1894, Bd. II. S. 200.

Die Zwischenmasse besteht der Hauptsache nach aus einem sehr feinschuppigen Sericit, untermischt mit etwas Quarz, der aber, selbst bei stärkerer Vergrösserung, in vielen Fällen nur schwer herauszufinden ist. Die Sericitschüppchen sind von hellgrüner Farbe, durchsichtig und ganz unregelmässig begrenzt. In den wichtigsten optischen Eigenschaften stimmt er mit Muskovit überein, dagegen ist der optische Axenwinkel nahezu 0^0.[1])

Von dem einstigen Vorhandensein des Biotits geben nur die weniger gestörten Partien noch Zeugnis. Doch auch hier ist er stark zerdrückt und verbogen und zum grössten Teil chloritisiert. In letzterem Falle, wie auch bei der oft zu beobachtenden Ausbleichung des Biotits, erscheinen die ausgeschiedenen Nebenprodukte in Form kleiner stark lichtbrechender Körnchen (Titanmineralien?), die auch bei vollständiger Pseudomorphose noch das Ursprungsmineral verraten.

Von den übrigen, weniger häufig auftretenden Nebengemengteilen, wie Apatit, Zirkon, Titanit, Rutil und Pyrit gilt das beim normalen Granit angeführte. Während aber die übrigen Akzessoria in der Randzone schwächer vertreten sind, nimmt der Pyritgehalt oft merklich zu und bedingt häufig intensive Rostbildung und stärkern Zerfall des Gesteins.

Das gequälte Aussehen des Gesteins in Verbindung mit den tektonischen Verhältnissen lassen die Schieferstruktur dieser Gesteine kaum anders deuten als ein Produkt der Druckwirkung auf das bereits verfestigte Gestein. Und zwar muss bei diesem Vorgange neben einer einfachen Quetschung eine Auswalzung des Gesteins, hervorgerufen durch ungleiche Bewegung bei sich fortpflanzendem Drucke, mitgewirkt haben. Neben einer mechanischen Beeinflussung der einzelnen Gesteinsbestandteile fand in noch höherem Grade eine Veränderung ihrer gegenseitigen Lage statt. Dafür spricht zunächst die grosse Inkonstanz der Struktur, das Auftreten eigentlicher Quetschzonen, die ohne Rücksicht auf den mineralischen Bestand das Gestein durchziehen, die Ausfüllung der entstandenen Risse

[1]) Die petrographischen Lehrbücher von Rosenbusch, Zirkel und Weinschenk geben für Sericit und Muskovit den gleichen optischen Axenwinkel an oder machen hierüber keine speziellern Angaben.

durch Quarz und Kalkspat, seltener durch sericitische Zwischenmasse, die Parallellagerung der Glimmerschüppchen und ihre besonders starke Anhäufung auf Zonen und Punkten intensiverer Pressung, ferner die Deformationen der Gesteinsbestandteile und die undulöse Auslöschung der Quarze. Das in solchen druckgeschieferten Gesteinen öfters als besonders charakteristisch hervorgehobene Auftreten sog. „toter Räume“ oder „Streckungshöfe“, scheint dagegen nicht eine stete Erscheinung in diesem Strukturbild zu bedeuten, da ich es nur in wenigen Fällen, zum Teil nicht einmal in stark gepressten Quarzporphyren konstatieren konnte. Ihre Bildung wird vielmehr mit der Primärstruktur des Gesteins in einem gewissen Zusammenhang stehen.

Die in diesem Kapitel behandelten Druckwirkungen auf die oberflächlichen Granitpartien stellen nun aber keineswegs die extremsten Fälle der Gesteinsumwandlung durch Druck dar. Die mechanische Zertrümmerung des Granites kann vielmehr bis zur fast gleichmässigen Zerreibung aller Gesteinskomponenten führen, aus der ein homogenes tonschieferartiges Gestein resultiert, ähnlich jenem Typus, wie er sich uns in den bekannten Pfahlschiefern des bayrischen Waldes zeigt.

Etwa in der Mitte zwischen der Häusergruppe von Selden und der Heimritzhütte mündet von den Doldenschaflägern her eine schluchtartige Wildbachrunse rechtsseitig in die Kander. Der schmale Pfad, der zu den hochliegenden Schafweiden führt, steigt in seiner untern Hälfte in dieser Runse (Schneebachgraben) rasch empor, um erst weiter oben in kurzem Zickzack in den Wald einzutreten. Bald nach dem Eintritt in die Runse quert der Weg auf eine Breite von 1,7 m ein makroskopisch völlig dichtes, graugrünes Gestein, das in glattflächigen, parallelepipedischen Stücken sich bricht. Kleinere Stücke zeigen beim Zerschlagen etwas schiefrigen Bruch. Die Verwitterung zeichnet eigenartige Ringe auf die Gesteinsoberfläche. Beidseitig dieser Zone geht das Gestein lückenlos in den ungestörten Granit über und verrät so deutlich seine Entstehung.

Im Dünnschliff erkennen wir eine feinkörnige, von kleinsten Sericitschüppchen durchsetzte Zwischenmasse, in der regellos eckige Quarz- und Feldspattrümmer eingebettet liegen. Vom Glimmer fehlt jede Spur. Er muss völlig zerrieben und in der

Zwischenmasse aufgegangen sein. Die Schieferung wird durch die Parallellagerung der Sericitschüppchen angedeutet, der sich übrigens auch mehr oder weniger die grössern Bruchstücke einzuordnen scheinen. Die Zwischenmasse und die gröbern Bruchstücke werden durch alle Übergänge mit einander verbunden. Es ist das Ganze das Strukturbild einer Mikrobreccie, entstanden durch Zerreibung granitischen Materials.

Ein etwas dunkler grün gefärbtes Gestein, das aber sonst in seinem Habitus völlig mit der eben beschriebenen Gesteinsprobe übereinstimmt, fand ich als ganz unregelmässig verlaufenden Gang im Granit des Innerfaflertales, etwas unterhalb der Gletschergrenze des Innertalgletschers. Der Gang kann auf eine Distanz von ca. 20 m beobachtet werden und erreicht 10—20 cm Mächtigkeit. Seine Salbänder sind zum Unterschied vom vorhin erwähnten Vorkommnis scharf gegen den Granit hin begrenzt. In seinem Verlaufe keilt er mehrmals aus und teilt sich schliesslich in zwei Arme, die beide gleichzeitig von einer Verwerfungsspalte durchkreuzt und um einen Betrag von 20 cm verworfen werden. Ein bis 45 cm mächtiger Quarzporphyrgang begleitet die oben erwähnte graugrüne Ader und keilt stets aus, wo er mit dieser in Kontakt tritt. An der Verwerfungsspalte wird dieser Quarzporphyrgang in gleicher Weise von dieser durchsetzt und verworfen, wie die beiden Arme des grünen Ganges.

Das Mikroskop gibt uns in diesem Falle nur wenig Anhaltspunkte über die Herkunft und Entstehung dieses Gesteins. Es erscheint als ein psammitisch struiertes, stark mit Sericit beladenes Quarz- und Feldspatgereibsel, das durch die Parallelstellung der Sericitschüppchen ein etwas schiefriges Gefüge erhält. Nur ganz vereinzelte, gröbere Quarztrümmer finden sich in der geschliffenen Probe. Es fehlten wegen der Feinheit des Materials sichere Merkmale einer Breccienstruktur, auch solche einer eruptiven Gangbildung. Wahrscheinlich liegt in diesem Gestein ein völlig zerriebener Granit (Quarzporphyrgang?) vor, der wohl eine sehr intensive mechanische, nicht aber eine chemische Umwandlung erlitten hat. Leider fehlt mir zur Zeit eine chemische Analyse dieser Gesteinsprobe, die eine solche Auffassung unterstützen könnte. Störend wirkt vor allem bei Annahme einer Mikrobreccie der eigenartige Verlauf des Ganges

und die scharfe Begrenzung seiner Salbänder durch den unveränderten Granit. *Rosenbusch* [1]) beschreibt indes ähnliche Verhältnisse, die mich mangels einer befriedigenderen Erklärungsweise zur Annahme dieser Auffassung bestimmten.

Ich möchte diese Untersuchungen über den Mineralbestand und die Struktur der heutigen Oberfläche des Gasterenmassivs nicht abschliessen, ohne noch mit einigen Worten auf die Arbeit von *v. Fellenbergs*[2]) einzugehen, in der eine wesentlich andere Auffassung über die Natur dieser Gesteine vertreten wird.

Aus der Darstellung *v. Fellenbergs* in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz und der Kartierung des betreffenden Gebietes auf Blatt XVIII geht deutlich hervor, dass er die dem eigentlichen Granit auflagernde Decke nicht als Granit, sondern als Sediment auffasst und sie dem Verrukano resp. Verrukanokonglomerat zuweist.

Vorerst einige allgemeine Bemerkungen über den Begriff „Verrukano".

Der Name „Verrukano", hergeleitet von einem Konglomerat am Hügel Verruca bei Pisa, wurde zum ersten Male von *Bernhard Studer* auf Gesteine der Zentralalpen übertragen, zuerst allerdings nur auf das Melserkonglomerat oder den Sernifit des Kantons Glarus, auf einige Vorkommnisse in Bünden, bei Argentière und Outre-Rhône, später auch auf Gesteine des Aarmassivs. In seiner Geologie der Schweiz, Bd. II, S. 428 bezeichnet *Studer* die dem Gneis unmittelbar aufruhende Arkose im Hintergrund des Lauterbrunnentales als Aequivalente des Verrukano.

„Auf dem Gneis liegt 3 m mächtig eine grobkörnige Arkose aus stark glänzenden Quarzkörnern, weissen, grünen, roten Feldspatkörnern und specksteinartigem Talk fest verwachsen. Die äussere Oberfläche sieht derjenigen des Gneises so gleich, dass nur das Anschlagen die Steinart erkennen lässt. Ein ähnlicher Sandstein kommt in gleicher Lage in Oisans, oberhalb Villard d'Areine vor, und man darf ihn vielleicht als Aequivalent von Valorsine und Servoz erkennen".

---

[1]) *Rosenbusch.* Physiogr. d. Gest. IV. Aufl. 1907, Bd. II, S. 97.

[2]) *Edm. v. Fellenberg.* Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Lfg. XXI.

Trotz dieser vorsichtig geäusserten Ansicht *B. Studers* benannte man in der Folge alle irgendwie konglomeratähnlichen und in den stratigraphischen Verhältnissen mit dem Konglomerat von Verruca vergleichbaren Sandsteine, Quarzite, Schiefer und selbst ächte Eruptivgesteine als Verrukano.

Baltzer [1]) betont deshalb mit Recht, dass der Begriff „Verrukano" ein petrographischer Sammelbegriff geworden sei, „welcher, da man immer mehr in ihn einbezieht, wertlos zu werden droht". Dieser Einwand galt in erster Linie einer Bemerkung *A. Heims* in der Arbeit: „Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi-Windgällengruppe", worin dieser Forscher die Verrukanogesteine in die Gesteine der Zentralmassive durch Zwischenglieder und auch durch stellenweise gleiche Lagerung übergehen lässt. *Baltzer* findet es unrichtig, nachweisbar ächte Eruptivgesteine, als das sie *Heims* Angaben selbst bezeichnen, mit klastischen Sedimenten in genetische Beziehung zu bringen. Aber auch ihm war es bei der unklaren Bezeichnung nicht unmöglich, den Begriff genau zu präzisieren. So reiht *Baltzer* eine Gruppe krystalliner Gesteine der Randzone des Aarmassivs dem Verrukano ein, obwohl deren sedimentäre Natur nicht bewiesen ist, noch viel weniger ein genetischer Zusammenhang mit dem eigentlichen Verrukanokonglomerat des Kantons Glarus sich finden lässt.

Wie verschieden der Begriff „Verrukano" in petrographischer und stratigraphischer Hinsicht im Laufe der Zeit durch die Alpengeologen gedeutet wurde, darüber gibt uns *Milch* [2]) in seinen Beiträgen zur Kenntnis des Verrukano eine übersichtliche Darstellung. Leider hat *Milch* seine interessante Arbeit abgeschlossen, ohne dem Wunsche *v. Fellenbergs* [3]) nachzukommen und „in seiner fernern Behandlung des Verrukano auch dem hochinteressanten Auftreten dieses Gesteins auf dem Lötschenpass und dessen ausgezeichneten petrographischen Varietäten, sowie dessen Verhältnis zu dem Decken- und Gangporphyr und Ga-

---

[1]) Der mechanische Kontakt von Gneis und Kalk im Berner Oberland. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, XX. Lfg. 1880.

[2]) Breslau 1896.

[3]) Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, XXI. Lfg., S. 350.

sterengranit die gebührende Aufmerksamkeit zuzuwenden". Die Resultate einer solchen Bearbeitung hätten zweifellos der Auffassung *v. Fellenbergs* nicht entsprochen.

In der Spezialbeschreibung der einzelnen orographischen Abschnitte des Aufnahmegebietes erwähnt *v. Fellenberg*[1]) den „Verrukano" und dessen Konglomerat mit folgenden Worten:

„In einer grauen-schiefrig-körnigen Grundmasse von (Talk (?) Helvetan-ähnlichem) Sericit, gemengt mit Quarzkörnern, Glimmerblättchen und Feldspatkörnern, liegen Gerölle von Quarz und Einschlüsse von Gasterengranit von Haselnussgrösse bis zur Grösse kleiner Aepfel. Das Konglomerat ist sehr ungleich gemengt, einzelne Stellen dicht erfüllt mit Einschlüssen, einzelne mehr brecciös und eine wahre Trümmerbreccie bildend. Es wechseln graue Varietäten des Konglomerates mit bräunlichroten bis schokoladebraunen, in deren brauner sericitisch-quarziger Grundmasse wohlerhaltene Einschlüsse von rotem und weissem Gasterengranit liegen. Beim „Kreuz" auf der Wasserscheide des Lötschenpasses wird der Verrukano wiederum glimmerig und gneisartig und man schwankt, ob man noch den klastischen Verrukano oder schon einen krystallinen Schiefer vor sich hat. Der Verrukano bedeckt also die Höhe des Lötschenpasses in Form eines sehr flachen antiklinalen Gewölbes. Gegen das Hockenhorn (3297 m) zieht sich der Verrukano in wenig gegen Südost geneigten, plattigen Schichten. Er geht dort auf weite Strecken in einen dichten, schiefrigen Quarzit über, der von talkähnlichem Sericit (Helvetan) durchzogen ist, wodurch das Gestein einen eigenen seidenartigen Fettglanz erhält. Es wechseln schiefrige mit mehr plattigen Partien ab".

Ich glaube von einer eingehenderen Widerlegung der *v. Fellenberg'schen* Ausführungen Umgang nehmen zu können, da eine solche schliesslich doch nur einer Wiederholung der im Anfange dieses Kapitels niedergelegten eigenen Beobachtungen gleichkommen müsste, die ja ohne weiteres die Annahme einer sedimentären Entstehung dieser Mantelgesteine völlig ausschliessen. Auch in den Beobachtungen *v. Fellenbergs* selbst verrät sich eine gewisse Unsicherheit in der Stellung des Verrukano, indem ihm das glimmerige und gneisartige Aussehen

[1]) Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, XXI. Lfg., S. 88.

dieses Gesteins auf der Höhe des Lötschenpasses keine scharfe Grenze gegen die krystallinen Schiefer hin zu ziehen gestattet. Noch an einigen andern Stellen weist er auf diese Erscheinung hin.

Im Anschluss an die *v. Fellenberg*'schen Untersuchungen erwähnen *Baltzer*[1]) und *Turnau*[2]) den Verrukano und sein Konglomerat auf dem Lötschenpass, ohne indes auf petrographische Untersuchungen einzutreten;[3]) sie richteten ihr Augenmerk vornehmlich auf seine Lagerungsverhältnisse und seine Beziehungen zum Granit, um über das Alter des Gasterenmassivs Aufschluss zu erhalten. Daher ist es auch erklärlich, dass beide Autoren sich ohne Bedenken der *v. Fellenberg*'schen Auffassung von einer primären sedimentären Verrukanodecke über dem Gasterengranit anschliessen.

Noch unbeantwortet bleibt die Frage nach den Einschlüssen von rotem und weissem Gasterengranit im „Verrukano", die *v. Fellenberg*[4]) aufstellt. Ganz abgesehen davon, dass es weder *Turnau* noch mir gelang, solche Einschlüsse aufzufinden, spricht auch schon der Verlauf der Aplitgänge gegen die Richtigkeit dieser Beobachtung. Die Aplitgänge lassen sich nach den Beobachtungen *Turnaus* bis in den „Verrukano" hinein verfolgen. Meine Beobachtungen bestätigen diese Wahrnehmung, sofern der Begriff „Verrukano" bei *Turnau* mit der äussern Randzone des Gasterengranites identifiziert werden kann. Es ergäbe sich somit aus den Untersuchungen *Turnaus* der Schluss, dass der „Verrukano" aus dem Detritus des liegenden Granites sich gebildet haben müsste, und dass erst nach dessen Entstehung die Aplitgänge eingedrungen wären. In Anbetracht der geringen Mächtigkeit dieser Aplite aber, die ein so langes Zeitintervall zwischen der Granitintrusion und dem Durchbruch der Aplitgänge nicht zulässt, erscheint die Existenz solcher Einschlüsse und der darauf basierenden Theorie der Verrukanobildung

---

[1]) Die granitischen lakkolithenartigen Intrusivmassen des Aarmassivs Compt. Rend. IX. Congr. géol. de Vienne 1903.

[2]) Beitr. z. Geologie der Berneralpen. Mittlgen. der Naturf. Gesellsch. in Bern 1906.

[3]) Das Dünnschliffmaterial *Turnaus* wurde in verdankenswerter Weise dem Verfasser zur Bearbeitung überlassen.

[4]) Leider fehlen in der ziemlich umfangreichen Gesteinssammlung *v. Fellenbergs* die Belegstücke für solche Graniteinschlüsse.

im Gebiete des Gasterenmassivs auch nach den Beobachtungen *Turnaus* ganz unhaltbar.

Es bleibt weitern, speziell mikroskopisch-petrographischen Untersuchungen vorbehalten, zu prüfen, inwiefern die hier niedergelegten Beobachtungen auch für „Verrukano-Vorkommnisse" anderer Massive zutreffend sind. Die mikroskopische Untersuchung weniger Gesteinsproben aus dem westlichen Teil des Aarmassivs, speziell der nördlichen Gneiszone, durch den Verfasser scheinen auch hier der Ansicht von der eruptiven Entstehung des „Verrukano" Recht zu geben.

Es sei hier auch auf neuere Untersuchungen im Gebiet des Aarmassivs verwiesen.

E. Hugi[1]) schreibt in einer vorläufigen Mitteilung über Untersuchungen in der nördlichen Gneiszone des zentralen Aarmassivs:

„Es ist für unsere Zwischenbildungen ferner charakteristisch das Vorhandensein des in seiner Beschaffenheit sehr wechselnden Verrukano und der Arkosen, deren Struktur und Mineralbestand bisweilen durchaus an die Merkmale der Aplite erinnern".

Weitere, mir leider nur durch die Literatur bekannt gewordene sogenannte „Verrukano"-Vorkommnisse dürften mit aller Wahrscheinlichkeit bei etwas kritischer Bearbeitung ebenfalls aus der Reihe der Sedimente verschwinden.

J. Königsberger,[2]) der in seiner unlängst erschienenen inhaltsreichen Abhandlung über: „Einige Folgerungen aus geologischen Beobachtungen im Aare-Gotthard- und Tessinermassiv" dieses Kapitel ebenfalls kurz streift, bemerkt in einer Fussnote: „ . . . . . denn der „Verrukano" des Rheintals und der Glarneralpen existiert im ganzen Aarmassiv nicht; er gehört zum Gotthardmassiv".

Es bleibt nur zu wünschen, dass endlich einmal dieser petrographisch, wie stratigraphisch unrichtige Sammelname „Verrukano" aus der Literatur des Aarmassivs verschwinde und präcisere Bezeichnungen an seine Stelle treten mögen.

---

[1]) Eclog. geol. Helv. 1907. Vol. IX. 4. S. 447.
[2]) Eclog. geol. Helv. 1909. Vol. X. 6. S. 881.

IV. Spaltungsgesteine.

Während seiner Erstarrung äussert das granitische Magma die Tendenz, sich unter der Einwirkung chemisch-physikalischer Gesetze in zwei extreme Spaltungsprodukte zu teilen. Durch Konzentration der Kieselsäure und Alkalien bilden sich einerseits vorwiegend helle, quarzfeldspatreiche (leukokrate) Spaltungsprodukte von saurem Charakter; durch Anreicherung der an basischen dreiwertigen Metallen reichen Bestandteile entstehen anderseits dunkelgefärbte (melanokrate) Gesteinstypen. Diese Differenziationsprodukte begegnen uns am schärfsten ausgeprägt in den letzten Nachschüben, die auf den Kontraktionsspalten des erstarrenden Magmas empordrangen. Während aber im allgemeinen die hellen, kieselsäurereichen Teilgesteine (aplitisch-pegmatitische Ganggesteine) durch ihren Gehalt an mineralbildenden Agentien einen hohen Grad der Beweglichkeit besitzen und bis in die feinsten Gesteinsrisse einzudringen vermögen, verlaufen die basischen, melanokraten Spaltungsprodukte (lamprophyrische Ganggesteine) meist in stumpfendigenden, einfachen Gangspalten.

Im Gebiet des Aarmassivs ist das Vorkommen der sauren Ganggesteine seit längerer Zeit bekannt und beschrieben worden, während die Existenz der basischen Glieder erst durch die neueren Untersuchungen von *F. Weber* [1]) und *O. Fischer* [2]) im mittleren und östlichen Teil festgestellt wurde. Leider waren bis jetzt die Bemühungen, diese basischen Gangbildungen auch im westlichen Teil, im Gasterengebiete, aufzufinden, nicht von Erfolg begleitet. Möglicherweise füllen spätere Untersuchungen diese Lücke in der Ganggefolgschaft des Gasterengranites aus. [3])

---

[1]) Über den Kalisyenit des Piz Giuf und Umgebung. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Lfg. XIV.

[2]) Über einige Intrusivgesteine der Schieferzone am Nordrand des zentralen Granites aus der Umgebung d. Sustenhörner. (Mittl. Aarmassiv) Tschermaks Mineral. und petrogr. Mitteilungen, XXIV. Bd., 1/2 Heft.

[3]) Anlässlich einer Exkursion mit Herrn *W. Staub* ins Aufnahmegebiet machte mich mein Begleiter in der Nähe des Heimritz auf mehrere grössere Sturzblöcke im Kanderbette aufmerksam, die möglicherweise basischen Eruptivgängen entstammen. Nach ihrer Verteilung und ihrem gleichzeitigen Auftreten in einer kleinen Wildbachrunse auf der rechten Talseite muss das Gestein in den Felsen unterhalb der Dolden-Schafläger anstehend sein. Der Abschluss der Arbeit erlaubte eine nähere Gesteinsuntersuchung nicht mehr.

Aplitisch-pegmatitische Ganggesteine.

Aplite und Pegmatite stimmen in ihrer stofflichen Zusammensetzung überein; in ihrer strukturellen Ausbildung und Korngrösse der Gemengteile weisen sie dagegen Verschiedenheiten auf, die eine mehr oder weniger scharfe Trennung ermöglichen.

1. Aplite.

In überwiegender Mehrzahl erlangen die Aplitgänge geringe Mächtigkeit; nur selten überschreiten sie den Betrag von 5 - 10 cm.

Bereits *Bernh. Studer* [1]) und *Edm. v. Fellenberg* [2]) erwähnen solche Gänge; später hat *Turnau* [3]) ihren Verlauf näher untersucht.

Im Gegensatze zum Nebengestein lassen die Aplite nur geringe Zersetzungserscheinungen und schwächere dynamische Beeinflussung erkennen. Dagegen werden Gänge nicht selten von Absonderungsklüften durchzogen, die ausschliesslich auf die Aplite beschränkt bleiben und an den Salbändern aussetzen.

Im grossen und ganzen ist, makroskopisch betrachtet, die feinzuckerkörnige Ausbildung der Gemengteile die vorherrschende; dichte, ebenso porphyrisch ausgebildete Aplite sind seltener. (Alsbachite auf dem Lötschenpass). Die panidiomorphkörnige Struktur, die sonst als Charakteristikum aplitischer Gesteine zu gelten hat („Aplitstruktur"), wurde nicht in allen untersuchten Dünnschliffen in gleich ausgeprägter Weise angetroffen. Öfters ist die Ausscheidungsfolge der Gemengteile durch die allotriomorphe Begrenzung des Quarzes noch bis zu einem gewissen Grade erkennbar. Im Gange schwankt meist die Korngrösse der einzelnen Bestandteile derart, dass von der Mitte aus gegen die Salbänder eine geringe Abnahme zu konstatieren ist. *Turnau* [4]) macht von einem Gange folgende Angaben: Struktur in der Mitte aplitisch mit einzelnen Einsprenglingen, an den Salbändern mikropegmatitische Ausbildung.

Der Mineralbestand ist ziemlich einförmig. Als vorherrschende Bestandteile sind Quarz und Feldspat zu nennen. Kalifeldspat und Plagioklas (Albit-Albitoligoklas, Albit) halten

[1]) Geologie d. Schweiz. I. Bd., S. 182.

[2]) Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. XXI. Lfg.

[3]) Mitteilungen d. Naturforsch. Gesellsch. in Bern 1906.

[4]) Mitteilungen der Naturforsch. Gesellsch. in Bern 1906. S. 37.

sich ungefähr das Gleichgewicht. Das verschiedentlich betonte starke Vorherrschen des Kalifeldspates gegenüber Plagioklas trifft für die untersuchten Aplite nicht zu; das umgekehrte Verhältnis kann eher beobachtet werden. Dagegen ist das Mengenverhältnis zwischen Quarz und Feldspat grossen Schwankungen unterworfen. Während in einem Falle das Gestein fast ausschliesslich aus Feldspat gebildet wird, herrscht in einem andern Quarz stark vor, so dass der Aplit nahezu in einen reinen Quarzgang übergeht.

Der Quarz stimmt in den mineralischen Eigenschaften, abgesehen von seiner mehr rundlichkörnigen Ausbildung mit seinem Vorkommen im Granit überein.

Der Orthoklas wird stets von hellern Albitschnüren oder wolkigen Flecken durchsetzt (Mikroperthit resp. Mikroklinmikroperthit). Gegitterter Mikroklin wird in vereinzelten kleinern Körnern angetroffen und findet sich, wenn auch selten, als Ausfüllmasse breiter Risse im Orthoklas.

Der Plagioklas ist durch eine feine, vielfach unterbrochene Zwillingslamellierung charakterisiert. Vorherrschend ist das Albitzwillingsgesetz, doch fehlen auch Periklin- und Karlsbaderverwachsungen nicht, wenn die letztern auch bedeutend seltener und dann gewöhnlich in Kombination mit dem ersterwähnten auftreten. Kleine unbestimmbare, starklichtbrechende Körnchen (Epidotmineralien?), die sich besonders in den zentrischen Partien der Plagioklase anreichern, mögen als Zersetzungsprodukte des Feldspates gedeutet werden. Plagioklas selbst findet sich häufig mit gutentwickelten Krystallflächen in Quarz, seltener in Orthoklas eingeschlossen.

Biotit, in vereinzelten Blättchen mit schlecht entwickelten Krystallformen, zeigt die bekannten Zersetzungserscheinungen, die bereits beim Granit erwähnt wurden.

Ziemlich häufig bemerkt man einen farblosen muskovitartigen Glimmer, der in rosettenartigen Blätteraggregaten oder als Einzelindividuen sich auf Spaltrissen oder miarolithischen Hohlräumen einzustellen pflegt und als ein Produkt pneumatolytisch-hydatogener Prozesse zu gelten hat. Seine optischen Eigenschaften, vor allem der kleine Axenwinkel ($5^0 - 10^0$), lassen Sericit vermuten.

In einem Aplitgang („aus den Simmeln"), der völlig feldspatfrei, nur aus unverzahnten kleinern und grössern einsprenglingsartigen Quarzkörnern besteht, liegen in fluidaler Anordnung massenhaft feine, breitstenglige, scharfumgrenzte Muskovitkrystalle. Sie sind alle nahezu von gleicher Grösse und scheinen nach der Art ihres Auftretens primärer Natur zu sein. (Muskovitaplit).

Auffallend ist das Vorkommen einer malachitgrünen, chloritischen Substanz in den Aplitgängen zwischen Lötschenpass und Hockenhorn. Die Verfärbung des Gesteins ist eine ganz intensive, besonders an den Salbändern, wie schon aus einer Beschreibung *Edm. v. Fellenbergs* [1]) hervorgeht:

„Was uns hier (auf dem Lötschenpass) am meisten auffällt, ist auf weite Strecken hin die Verfärbung des Gesteins in Form von Flecken und Streifen von dunkelsmaragd- bis lauchgrüner Farbe. Auf den ersten Blick musste man an eine Verfärbung durch Kupfersalze glauben, dann wieder eher an Chrom- oder Nikelverbindungen. *Dr. Schmidt*, der von diesen dunkelsmaragdgrünen Partien chemisch untersucht hat, fand nur Eisenoxydul als farbgebenden Bestandteil".

Die Schwierigkeit dieses Mineral zu diagnostizieren, beruht auf seinem äusserst feinschuppigen Vorkommen und seiner ganz unscharfen Ausbildung. Die optischen Eigenschaften, soweit solche noch erkennbar sind, stimmen im grossen und ganzen mit Chlorit überein, dagegen ist die Doppelbrechung etwas stärker; an Stelle der stahlblauen, anomalen Interferenzfarben treten mehr hellblaugrüne Töne. Eine nähere Bestimmung gelang nicht.

Ein eigenartiges Aplitvorkommen betrifft einen Gang nördlich des Tennbachhorns. Der Gang besteht vorwiegend aus Quarz; der spärliche Feldspat ist grösstenteils sericitisiert und nicht mehr näher bestimmbar. Die Quarzkörner werden durchwachsen von langstengeligen, an den Kanten schartig ausgebildeten Leisten eines ziemlich starklichtbrechenden, farblosen Minerals. Das Grössenverhältnis zwischen Länge und Breite dieser Krystalle beträgt im Mittel 10 : 1, kann aber auch noch weit bedeutendere Unterschiede aufweisen. Die einzelnen Stengel stehen öfters

[1]) Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz. Lfg. XXI, S. 89.

miteinander im Zusammenhang, auch eine Art gesetzmässiger Verwachsung scheint vorzukommen. Spaltbarkeit paralel der Hauptzone ist durch wenige kurze Spaltrisse angedeutet; noch weniger hervortretend ist eine solche senkrecht zu dieser. Die Doppelbrechung ist normal, dagegen zeigen die niedern Interferenzfarben — meist Grau I. Ordg. — ein etwas fleckiges Aussehen. Die Ebene der optischen Axen liegt senkrecht zur ersten Spaltbarkeit und Hauptzone und die erste positive Bisektrix halbiert einen kleinen Axenwinkel. Optischer Charakter positiv. Soweit stimmt das Mineral gut mit Zoisit β überein, dagegen besteht ein deutlicher Unterschied in der Auslöschungsschiefe, die zu den Spaltrissen der Hauptzone gegen 10° beträgt. Ob wir es hier mit einem neuen selbständigen Glied der Epidotreihe zu tun haben, das dem triklinen Krystallsystem zuzurechnen wäre, muss vorläufig dahingestellt bleiben. *P. Termier*, der nach *Rosenbusch*[1]) ebenfalls geringe Winkeldifferenzen zwischen Auslöschrichtungen und den Krystallaxen auf den pinakoidalen Hauptschnitten fand, folgerte daraus die Zugehörigkeit des Zoisites zum triklinen Krystallsystem.

Als weitere akzessorische Gemengteile der Aplite dieses Gebietes bleiben noch Pyrit, Kalkspat und Epidot zu erwähnen, die indes, vielleicht mit Ausnahme des erstangeführten, als sekundäre Bildungen zu betrachten sind und stets nur eine ganz untergeordnete Rolle spielen.

2. Pegmatite.

Die Pegmatite, die in struktureller Hinsicht das entgegengesetzte Extrem der Aplite vertreten, sind grobkörnig ausgebildet und durch eine Inkonstanz in der Anordnung ihrer Bestandteile ausgezeichnet. Sie gehören im Gebiete des Gasterengranites zu den seltenen Erscheinungen, wenigstens bin ich nicht in der Lage, auch nur ein Vorkommnis eines typischen Pegmatitganges hier anzuführen, der mir als anstehend bekannt geworden ist. Meist handelt es sich um lokale pegmatoide Ausbildung aplitischer Gänge. Dass höchst wahrscheinlich dieser Typus leukokrater Spaltungsgesteine in unserm Gebiete auftritt, scheint ein Sturzblock „in den Simmeln“ zu beweisen, der von grossblättrigen,

[1]) Physiogr. der petrogr. wicht. Mineralien. IV. Aufl. 1905. S. 171.

silberglänzenden Muskovittafeln durchspickt ist, im übrigen aus Feldspat und Quarz besteht. Als Feldspat ist in überwiegender Menge Orthoklas in blaugrauen, etwas rosafarben verwitternden Krystallen zugegen, während die mehr milchweissen Albitkrystalle bedeutend kleiner sind und stark im Gestein zurücktreten.

Leider blieb das Anstehende dieses Gesteins unauffindbar; ich will auch die Möglichkeit nicht ausschliessen, dass dieser Sturzblock als Erratikum den krystallinen Schiefern entstammen kann. Nähere Angaben zu geben ist deshalb nicht möglich.

B. Kontakterscheinungen am Gasterenmassiv.

Die Kontaktzone am Kanderfirnabsturz.

Es muss als eine auffallende Tatsache erscheinen, dass trotz den umfassenden Untersuchungen *Edm. v. Fellenbergs* und den späteren Aufnahmen *V. Turnaus* bisher keine untrüglichen Zeichen kontaktmetamorpher Bildungen im Gebiete des Gasterengranites bekannt geworden sind. *V. Turnau* [1]) hat für diese Tatsache eine, allerdings wenig glückliche, Begründung zu geben versucht.

„Dass hier alle Merkmale einer Kontaktmetamorphose fehlen, kann gerade in den vorliegenden Fällen nicht zur Negierung einer Intrusion führen; denn erstlich fanden hier nur aplitische Nachschübe in das bereits im Erkalten begriffene Magma statt, sodann handelt es sich um Einwirkung auf ein der Metamorphose wenig zugängliches Konglomerat; endlich ist nicht ausgeschlossen, dass bei mikroskopischer Untersuchung noch Spuren von Kontaktwirkung hervortreten würden".

Meine Bemühungen, Erscheinungen der Kontaktmetamorphose in diesem Gebiete aufzufinden, waren anfänglich ebenfalls von negativem Erfolge begleitet. Einzig „schollenartige" Partien biotitreicher „Injektionsgneise" im Granit unterhalb „den Gändern", nördlich der Kummenalp (Lötschental) waren, abgesehen von strukturellen Merkmalen im Granit und neben den zahlreichen Gangbildungen die einzigen auffindbaren Zeugen der eruptiven Natur des Gasterengranites.

[1]) Mitteilungen der Naturforsch. Gesellsch. in Bern 1906. S. 45.