Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 25 (1945)

Heft: 1

Artikel: Über spätalpine granitische Intrusionen in der Monte Rosa-Bernhard-Decke

Autor: Bearth, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-21006

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: 17.07.2025

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

Über spätalpine granitische Intrusionen in der Monte Rosa-Bernhard-Decke[1)]

Von *P. Bearth* (Basel)

Am Aufbau der zentralen Zone der Alpen sind in überwiegendem Masse Gneise und Schiefer der verschiedensten Art beteiligt. Ein wesentlicher Anteil fällt dabei auf die sogenannten Orthogneise, worunter man gewöhnlich passiv zu Gneisen umgeprägte Granite versteht. Sie sind den umhüllenden paläozoischen Paragneisen und Schiefern konkordant eingelagert und stehen mit ihnen im Injektionsverband. Sie werden allgemein als voralpine Intrusionen betrachtet, die ebenso wie irgend ein anderes Gestein durch die alpine Faltung passiv verfrachtet und deformiert worden sind.

Nun sind verschiedentlich Argumente gegen eine solche einseitige Betrachtungsweise laut geworden, und mehrere Geologen (G. Klemm, E. Gutzwiller, E. Hugi u. a.) haben sich gegen eine so weitgehende Schematisierung gewehrt. Ihnen wurde aber stets entgegengehalten, dass diese Eruptivgesteinsmassen nirgends eine alpine Bewegungsfläche durchschneiden und dass sie dort, wo sie z. B. direkt mit Trias-Marmoren oder mesozoischen Kalken in Kontakt stehen, keinerlei Kontaktwirkung erkennen lassen.

Zwischen der Bildung dieser paläozoischen Granite und der Intrusion der spätalpinen Granitstöcke von Traversella, von Biella, des Bergells und des Adamello hätten wir also einen Zeitraum, in welchem die magmatische Tätigkeit auf die Förderung der mesozoischen Ophiolite beschränkt blieb. Erst nach Abschluss der Orogenese macht sich eine starke magmatische Aktivität in der ganzen Wurzelzone bemerkbar, die in der Intrusion zahlreicher Aplite und Pegmatite und in der Förderung vieler Erzgänge ihren Ausdruck findet.

Eigene geologische und petrographische Untersuchungen, die im Auftrage der Schweiz. Geolog. Kommission in der Monte Rosa-Bernhard-Decke durchgeführt wurden, haben mich langsam und schrittweise zur Auffassung gebracht, dass ein erheblicher Teil der granitischen, aplitischen und pegmatitischen Intrusionen dieses Gebietes nicht herzynisch, sondern spätalpin ist. Dass im Monte Rosa-

[1)] Mit Bewilligung der Geolog. Kommission der Schweiz. Naturf. Ges.

Gebiet „Granite" auftreten, fand schon 1906 in einer geologischen Darstellung des Gebietes von C. SCHMIDT ihren Ausdruck [2]). Neuerdings (1936) hat H. P. CORNELIUS, gestützt auf einzelne Beobachtungen, die Vermutung ausgesprochen, dass dieser „Monte Rosa-Granit" spätalpin sein könnte. Als mir diese Arbeit zur Kenntnis kam, war ich selbst auf Grund von Beobachtungen bei Macugnaga (Val Anzasca, Italien) und am Seewjinenberg (Saas-Tal) zu einer ähnlichen Ansicht gelangt. Die Arbeit von CORNELIUS war für mich in methodischer Hinsicht anregend und gab den Anstoss zu Detailuntersuchungen, die schliesslich die Auffassung vom spätalpinen Alter der fraglichen Intrusionen begründen halfen.

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf das Gebiet S der Furggmulde (vgl. Fig. 1) [3]). Nur hier stossen wir auf Granite, Aplite etc. jüngeren Alters. Sie stecken zum Teil als diskordante Intrusivkörper in einer komplexen Paraserie drin. Aus den Kontakten geht ohne weiteres hervor, dass sie jünger sind als diese Paragesteine. Aber sind sie auch jünger als die alpine Faltung?

Diese Frage kann nur durch sorgfältige Untersuchung der Struktur und Metamorphose der Paragneise beantwortet werden. Wenn deren Metamorphose alpin ist, dann sind die Intrusionen ohne Zweifel spätalpin. Die Schwierigkeit liegt aber darin, dass der gesamte Gesteinskomplex mehrfach durchbewegt worden ist und dass kein einziges Gestein existiert, welches nicht irgendwelche Spuren einer Durchbewegung zeigen würde. Das gilt auch von den zu besprechenden spätalpinen Intrusionen. Wir stehen also vor der schwierigen Aufgabe, mehrere Bewegungsakte auseinanderhalten zu müssen und die Intrusionen in das Bewegungsbild irgend-

---

[2]) Nach mündlicher Mitteilung von Prof. A. Buxtorf beruht diese Angabe auf einer Beobachtung A. Toblers, der um 1895 beim Plattje Granit feststellte.

[3]) In der beiliegenden Kartenskizze ist diese Mulde weit über das Furggtal hinaus nach Westen weitergezogen worden, bis an den Hangendgletscher heran, während man sie bis jetzt im Furggtal enden liess. Tatsächlich ist ein wesentliches Glied dieser Mulde bis heute nicht als dieser zugehörig erkannt worden; irrtümlicherweise wurde es wegen seines eigenartigen petrographischen Charakters zu den praetriadischen Gneisen gerechnet. Durch die Vereinigung der Furggmulde mit der Zone von Zermatt wird der südliche Gneiskern der Monte Rosa-Bernhard-Decke von der nördlichen Hauptmasse getrennt. Dass es sich (bei der Furggmulde) um eine Trennungslinie erster Ordnung handelt, wird noch dadurch hervorgehoben, dass die südlich derselben gefundene Gesteinsassoziation zum Teil einen andern Charakter aufweist als N davon. Diese Andeutung soll hier genügen, da eine Beschreibung dieser Zone und ihrer tektonischen Bedeutung das Thema einer besonderen Arbeit bilden soll.

wie einzugliedern. Die Aufgabe der richtigen zeitlichen Einordnung der selbst noch deformierten Granite in einen Zyklus von Bewegung und Intrusion ist jedenfalls nur lösbar, wenn man den Aufbau des ganzen Gebietes kennt und Einblick in die Genesis sämtlicher Glieder hat.

Man wird dabei vor allem auch die Möglichkeit erwägen müssen, dass die fraglichen Intrusionsbilder präalpine Relikte darstellen, die

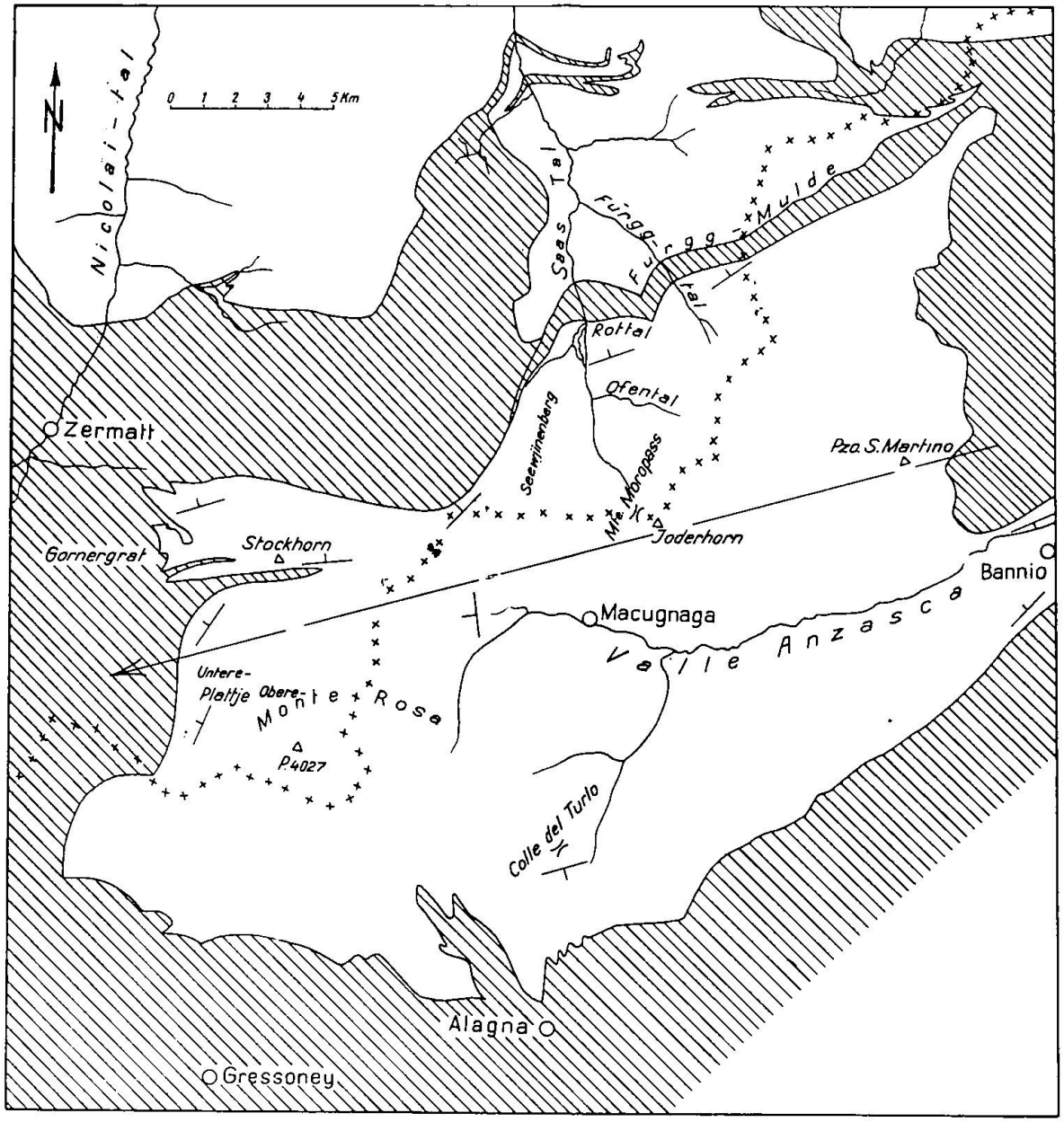

Fig. 1. Geologisch-tektonische Skizze des Untersuchungsgebietes. Schraffiert: Mesozoische Umhüllung (Trias, Bündnerschiefer und Ophiolite). Weiss: Kristallin der Monte Rosa-Bernhard-Decke. ××× : Grenze Schweiz-Italien.

aus irgend einem Grunde der alpinen Dislokationsmetamorphose entgangen sind.

Wir wissen, dass der Aufbau eines Gebirges in mehreren Phasen oder Schüben erfolgt. Wir wissen auch, dass dabei mit Vorliebe alte Bewegungsflächen reaktiviert werden. Durch eine solche Fläche könnte nun auch eine Intrusion nachträglich als Schubpaket von ihrer Wurzel abgeschert werden. Es wäre dann denkbar, dass dieser Teil als mehr oder weniger intaktes Relikt im ursprünglichen Verband vorliegt und seinen präalpinen Charakter einem erst dann enthüllt, wenn man in der Lage ist, das Ganze zu übersehen.

Ich denke dabei an gewisse primäre Strukturen, die wir in den alpin-metamorphen Ophioliten, z. B. im Allalingabbro finden, wo Gabbropegmatite (abgesehen von Saussuritisierung) vollständig ihren ursprünglichen Charakter bewahrt haben. Der Allalingabbro stellt eine riesige Linse dar, die besonders randlich intensiv durchbewegt wurde, im Kern aber da und dort noch Inseln mit unverwischter Erstarrungsstruktur aufweist und zwar auch dort, wo der primäre Mineralbestand durch Metamorphose restlos zerstört wurde. Man muss nun mit der Möglichkeit rechnen, dass auch in den Gneisen S der Furggmulde trotz der intensiven Durchbewegung ähnliche Relikte erhalten geblieben sind.

Ein zuverlässiges Urteil wird man nur nach eingehender, vergleichender Untersuchung der Metamorphose aller Kontaktgesteine, sowohl der Paragneise wie der Granite, Aplite und Pegmatite abgeben können.

Wir beginnen mit einer kurzen Beschreibung der Paragesteine.

Die Paragesteine der Monte Rosa-Ostwand.

Die oben erwähnten Paragesteine bauen in einer Mächtigkeit von mehr als 3000 m die ganze Ostwand des Monte Rosa auf. Sie liegen auf einer ausgedehnten Augengneismasse, die durch das ganze obere Anzatal, von Bannio bis hinauf nach Macugnaga, verfolgt werden kann. Die Auflagerungsfläche steigt westlich Macugnaga nach Osten an, schneidet den Grenzgrat W vom Monte Moro-Pass und folgt dann etwa der Einkerbung des Saas-Tales bis Mattmark, wo sie nach Nordosten abschwenkt. Sie entspricht einem asymmetrisch, im Norden schwach, im Süden stärker gekrümmten Gewölbe, dessen Achse in ENE-Richtung einen Anstieg von 40^0 aufweist. Der Scheitel folgt ungefähr der Linie: Monte Rosa-Hütte (Untere Plattje) — Pizzo San Martino. Im Talboden von Macugnaga streichen die Gneise NS,

also quer zum alpinen Streichen. Im Norden biegen sie mehr und mehr in das allgemeine W-E-Streichen ein, und je weiter wir nach Süden gehen, umso mehr schmiegen sie sich dem Verlauf der Sesia-Zone an. Dabei zeigen die grossen Granitmassen und Paragesteine völlig konkordanten Verlauf. In diesen Bauplan passen aber auch die im Westen, am Gornergrat auftauchenden triadischen und übrigen mesozoischen Hüllgesteine hinein; auch sie streichen am Gornergletscher — in der westlichen Fortsetzung des Gewölbescheitels — N-S, während sie weiter N wieder in die alpine Streichrichtung einbiegen. Die Struktur der ganzen Region ist somit ohne Zweifel alpin; sie entspricht also nicht einer älteren, etwa herzynischen Anlage. Die Textur der Gneise, die Lage der Faltenachsen, die Orientierung der anisometrischen Kristalle und ihr Verhältnis zur Durchbewegung des Ganzen etc. zeigen aber, dass auch die Metamorphose dieser Gneise mit dem Aufbau dieser Grossstruktur Hand in Hand ging, also selbst bis in die letzten Einzelheiten alpine Prägung aufweist. Eine eingehende Begründung für diese Ansicht muss allerdings einer Darstellung der Petrographie dieser ganzen Zone vorbehalten bleiben, die sich in Bearbeitung befindet.

Das älteste Glied in dieser Serie von Gneisen bilden die Paragesteine der Ostwand. Wir folgen ihnen von Süden, von Gressoney und Alagna her durch die Ostwand des Monte Rosa in das Gebiet des Schwarzenberggletschers und weiter — das Saas-Tal querend — nach Osten in das Stellihorn hinein. Ihr wichtigstes Glied ist ein ausserordentlich feinkörniger, fast hornfelsartiger, biotitreicher, dunkelbrauner Gneis, der schichtweise mit Granat vollgespickt ist. Sowohl im Norden als im Süden schieben sich Lagen von Aplit und Quarz in wechselnder Mächtigkeit ein.

Im Profil der Ostwand finden sich mehrere Zonen, in denen die Paragesteine mit pegmatitischen Lagen, Bändern und Linsen durchsetzt sind. Das pegmatitische Material verdrängt gelegentlich mehr als die Hälfte des Paragesteines. Im Zusammenhang mit dieser intensiven Durchtränkung mit pegmatitischen Lösungen steht vielleicht die sehr lebhafte, aber wirre Fältelung dieser Gesteine, die man in Fig. 2 sieht (und die für durchknetete Bereiche der Anatexis typisch ist). In diesen Migmatiten sind im Mikroskop Korrosionserscheinungen und Reaktionsränder zu beobachten, ferner Neubildung von Biotit. Eine ältere, durch Biotit abgebildete Feinfältelung ist zum Teil in neugebildeten Quarz- und Orthoklas-Holoblasten fixiert. Aus dem ganzen Zusammenhang möchte ich schliessen, dass die Pegmatitisierung ein synkinematischer Vorgang war.

Im Norden finden wir dieselbe Serie am Stockhorn-Hohtäligrat, am Seewjinenberg und, in sehr grosser Mächtigkeit, nördlich anschliessend an die grosse Augengneismasse des Ofentales, zwischen dieser und der Furggmulde durchziehend. Petrographisch ist es dieselbe Zone wie in der Monte Rosa-Ostwand; nur ist die Pegmatitisierung hier auf eine schmale Zone S der Furggmulde beschränkt.

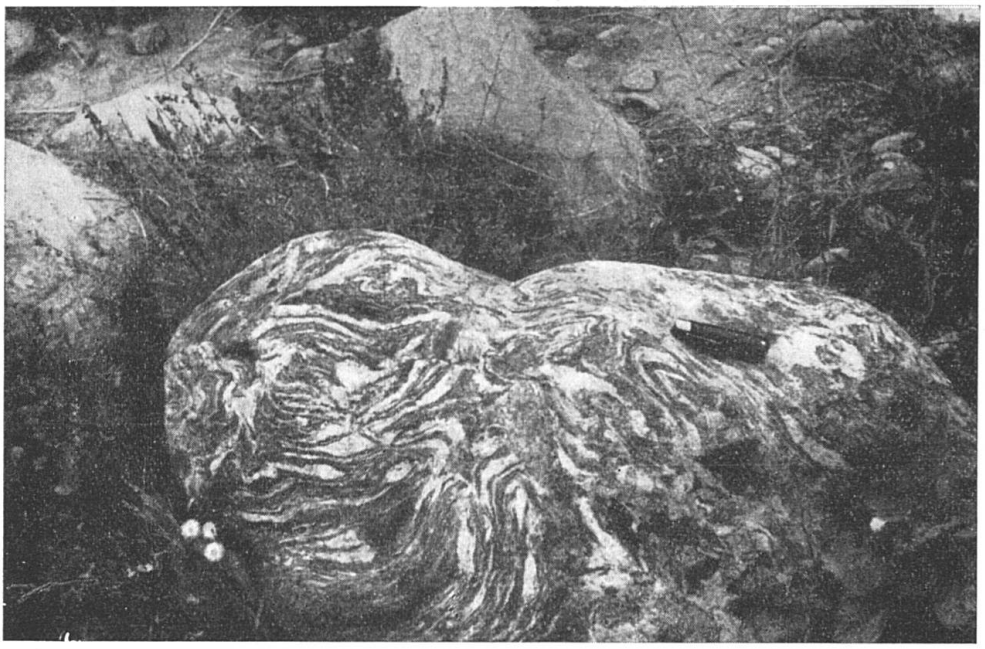

Fig. 2. Migmatit aus der Monte Rosa-Ostwand. Bachbett der Anza bei Macugnaga.

Rein strukturell aber besteht ein grosser Unterschied insofern, als der nördliche Komplex eine vollkommen gleichmässig geschieferte isoklinale Serie darstellt; es fehlt also die oben erwähnte Kleinfältelung. Im Mikroskop zeigen die Gneise ausgesprochenen Zeilenbau mit scharfer Trennung von Biotit-, Quarz- und Feldspatlagen. Diese Struktur sowohl wie die Feinheit des Korns spricht für eine intensive Durchbewegung. Im Gebiet des Seewjinenberges ist die Serie in Wechsellagerung mit Apliten, Pegmatiten und Quarzlagen, die völlig konkordant eingelagert sind und deren Mächtigkeit zwischen wenigen Millimetern und mehreren Metern variieren kann. Die oft blattdünnen Quarz- und Aplitlagen sind wahrscheinlich während der Metamorphose mechanisch ausgewalzte Einlagerungen, vielleicht aber auch ausgepresste synkinematische Intrusionen. Die Kristallite dieser Quarzlagen sind nach der TRENER'schen Regel orientiert (nach

SANDER: rekristallisierte Mylonite) und die Lagen noch nachträglich durch Querrisse getrennt.

Die ganze Paraserie der Monte Rosa-Ostwand umfasst also ältere und jüngere Elemente; sie ist aber insofern einheitlich, als alle diese Glieder eine intensive Durchbewegung erfahren haben, die sicher mit der alpinen Faltung in Zusammenhang steht und die in jedem Teil der Serie sich gleichermassen geltend macht. Sie verdanken Mineralbestand und Struktur der alpinen Metamorphose. (Bemerkenswert ist die Tatsache, dass Biotit ein typisches Mineral dieser Serie ist, ganz im Gegensatz zu den Gneisen der nördlichen Mischabelserie, für die Muscovit-Sericit (und Chlorit) charakteristisch sind. Die beiden Serien entsprechen verschiedenen Tiefenstufen der Metamorphose.)

Diese Paragneise und Migmatite werden nun im ganzen Bereich des Monte Rosa von zahlreichen Graniten, Apliten und Pegmatiten durchbrochen. Vom Grenzkamm (z. B. Monte Moropass) aus sind diese hellen Granit-Einlagerungen in der Ostwand gut zu erkennen. Im allgemeinen bilden sie langhinziehende Lagergänge, an verschiedenen Orten aber durchbrechen sie die Paraserie diskordant. Derartige Intrusionen sind am Fusse der Ostwand (Crestone Marinelli), an der Westabdachung des Monta Rosa und im Norden am Seewjinenberg zu beobachten. Ich will sie nun in dieser Reihenfolge schildern.

Granite und Pegmatite in der Monte Rosa-Ostwand

Die lagergangartigen Intrusionen von feinkörnigem, homogenem Granit zeigen sehr schwache Paralleltextur.

Im Schliff: Granitische Struktur, geringe Kataklase. Die Metamorphose beschränkt sich auf die Bildung von Sericit in Plagioklas. Undulöse Auslöschung von Quarz.

Fig. 3 zeigt einen homogenen, feinkörnigen Granit, der die pegmatitisierten Paragneise (Migmatite) quer durchsetzt. Vereinzelte Schollen des Nebengesteins sind abgetrennt und zum Teil auch aufgelöst worden. Dabei widersteht der Granat am längsten der Resorption. So kann man feststellen, dass granatreiche Lagen sich in den Granit hinein fortsetzen und dass dieser im Streichen solcher Lagen mit Granat vollgespickt ist — eine Tatsache, die deutlich zeigt, dass der Granit durch metasomatische Vorgänge, durch Verdrängung, sich Raum verschaffte.

Das gilt indessen nur für einen Teil der granitischen Intrusionen. Weitaus die meisten schneiden die Paragneise in scharfen Kontakten

ab und sind auf Klüften oder Schichtflächen (= Schieferungsflächen) eingedrungen.

Gangartige granitische Intrusionen vom selben Typus durchsetzen auf der Westabdachung, bei der unteren Plattje, den Monte Rosa-Granit und am Seewjinenberg den Kontakt Granit-Gneis. Hier sind sie zum Teil verschiefert und nachkristallin durchbewegt worden.

Fig. 3. Feinkörniger Granit durchsetzt pegmatitisierte Paragneise. Monte Rosa-Ostwand. Fuss des Crestone Marinelli.

Am Fusse der Monte Rosa-Ostwand stossen wir aber auch auf jüngere Pegmatite.

Fig. 4 zeigt, wie eine pegmatitische Lösung die Schiefer durchfressen und teilweise in Schollen aufgelöst hat.

Typisch für zahlreiche Pegmatite ist ihre Bindung an jüngere Bewegungsflächen, wie dies Fig. 5 zeigt, wo pegmatitisches Mate-

rial in eine Verschleppung und in die durch Aufblätterung entstandenen Fugen eindrang.

Aber andererseits werden auch diese Pegmatite von jüngeren Brüchen zum Teil durchschnitten; sie zeigen überdies meist Kataklase, ja teilweise sogar eine ganz intensive Durchschieferung, die zu einer vollständigen Ummineralisation führte. So sind solche Pegmatite in Quarz-Muscovit-Schiefer umgewandelt worden. Es steht aber fest, dass diese Bewegungen lokal begrenzt sind und dass die

Fig. 4. Grobkörniger Pegmatit im Paragneis. Monte Rosa-Ostwand. Fuss des Crestone Marinelli.

von ihnen hervorgerufenen Umwandlungen in einem höheren Niveau — unter epizonalen Bedingungen — erfolgten, während die Hauptmetamorphose der Paragneise meso- bis katazonalen Charakter hat.

Wenn also die Struktur der mächtigen Lagengneise alpin ist, dann gibt es sicher spätalpine granitische und pegmatitische Bildungen, die zu einer Zeit eindrangen, als diese Gesteine zum mindesten weitgehend verfestigt waren und ihre Umprägung abgeschlossen war.

Aus einer Reihe von Beobachtungen ergibt sich, dass die feinkörnigen, granitischen Intrusionen jünger sind als die Pegmatite. Das steht im Einklang mit unseren Feststellungen am Seewjinenberg.

Die Beobachtungen auf der Westabdachung des Monte Rosa

Die Granitgneise der unteren Plattje, aus der Umgebung der Monte Rosa-Hütte, sind, tektonisch betrachtet, durch eine über 3000 m mächtige Gneisformation von den tieferliegenden Aufschlüssen am Fusse des Crestone Marinelli getrennt. Sie lassen stets

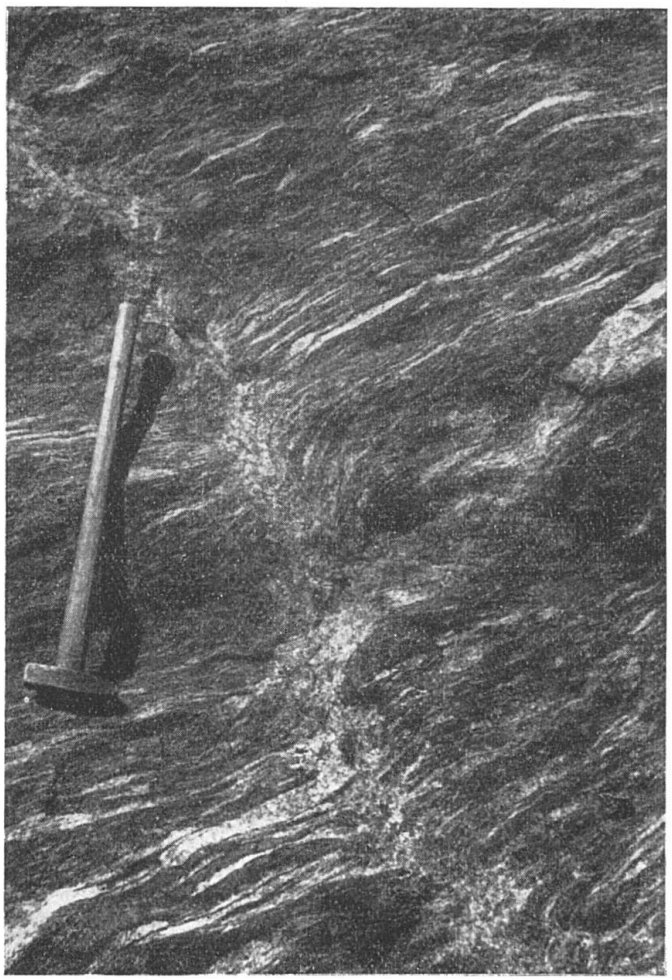

Fig. 5. Auf junger Verschleppung eingedrungener Pegmatit. Monte Rosa-Ostwand. Fuss des Crestone Marinelli.

Paralleltextur erkennen. Die prismatisch entwickelten, oft idiomorphen Kalifeldspäte werden bis 12 cm lang, ihre Längsachsen pendeln um die NS-Richtung und sind um 0—10^0 nach Norden geneigt. Diese Querstellung, verglichen mit dem alpinen Streichen, entspricht der früher erwähnten Struktur der Region — sie dürfte also alpin sein. Das Gestein hat jedenfalls nur wenig unter Dislokationsmetamor-

phose gelitten. Die mikroskopische Untersuchung lässt noch deutlich alle Merkmale einer primären Erstarrungsstruktur erkennen, die durch Kataklase da und dort etwas verwischt ist.

Auch hier fällt der starke strukturelle Kontrast zwischen den Graniten und den (alpin durchbewegten) Paragneisen auf, in denen der Monte Rosa-Granit konkordant eingelagert ist. Das liesse sich jedoch aus dem Unterschied der Materialeigenschaften begreifen. Die glimmerreichen, gleitbaren Hüllgesteine übernahmen den Hauptanteil der Bewegung, während der Granit als starrer Körper mehr oder weniger unverändert mitgeschleppt wurde. Tatsächlich ist denn auch der Kontakt zwischen Granit und Paragneis eine Scherfläche, wie man am Südwestgrat des Monte Rosa feststellen kann.

An eben diesem Grate kann man beobachten, dass granitische Apophysen die Paraserie durchschneiden. Wenn wir den Monte Rosa-Granit als Herd dieser Intrusionen betrachten, so kann die Durchbewegung der Hüllgesteine nach der Intrusion keinen hohen Grad erreicht haben, da die primären Diskordanzen erhalten blieben. Die nähere Untersuchung dieses Kontaktes war notwendig, um Klarheit über die Beziehung zwischen der Metamorphose der Paragneise und einer eventuellen Durchbewegung der Granitgänge zu erhalten.

Tatsächlich erwiesen sich die Beobachtungen, die ich im August 1944 am SW-Grat des Monte Rosa machen konnte, als sehr aufschlussreich.

Aus dem Eise des Grenzgletschers aufstrebend, setzt dieser Grat mit einem scharfen Aufschwung ein, der in einem ersten, markanten Turm (P. 4027) endet. Es folgen eine Reihe anderer Türme, deren nördlichster mit geringem Abfall beim sogenannten Sattel (P. 4359) in den O-W-Grat der Dufourspitze übergeht.

Wenn man von Westen herkommend den Grenzgletscher hinaufsteigt, erkennt man sehr klar eine hellere untere Felspartie, die aus älteren grobkörnigen Graniten und jüngeren, feinkörnigen Aplitgraniten besteht. Der Oberbau aus rotbraun anwitternden Paragneisen ist von zahlreichen diskordanten Intrusionen durchsetzt, unter denen Pegmatite und Aplite überwiegen. Aber auch feinkörnige Granite sind vertreten, während die älteste granitische Masse in diesen Apophysen offenbar kein Äquivalent aufweist.

Die Auflagerung der Parahülle auf den Granit ist sehr scharf akzentuiert. Der Kontakt ist, wie schon oben erwähnt, eine Scherfläche, oder vielmehr eine wenige Meter mächtige Scherzone, die durch langgezogene, konkordante und postkristallin kräftig ausgewalzte Pegmatite überaus scharf gezeichnet erscheint. Der Kontakt

ist also durchbewegt worden und der ursprüngliche Zusammenhang zwischen der granitischen Hauptmasse und den Apophysen abgerissen.

Zweifellos haben also noch nach der Intrusion Bewegungen stattgefunden.

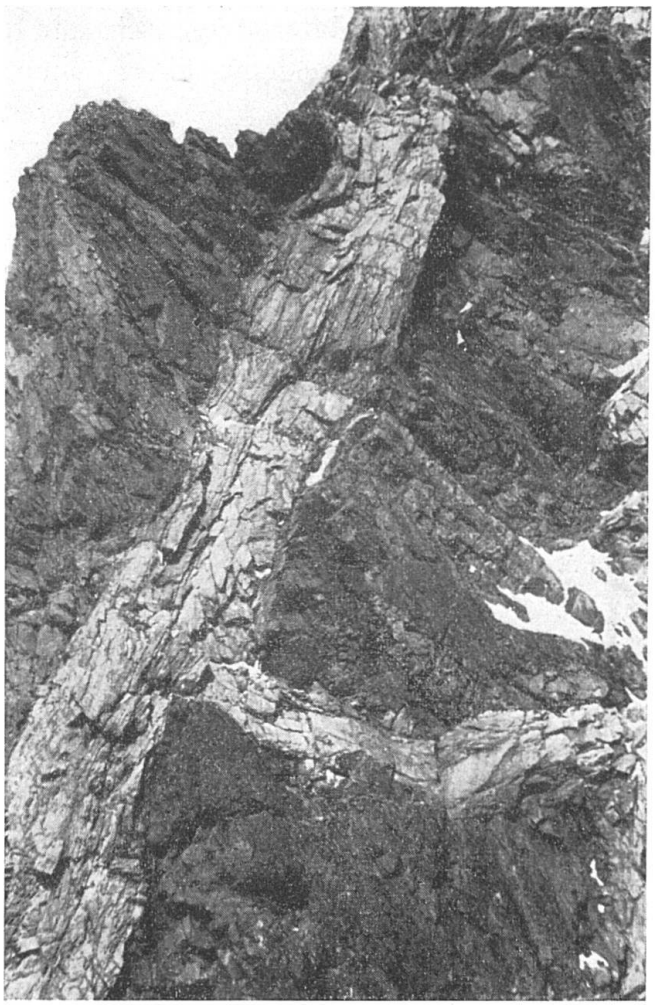

Fig. 6. Aplit-Pegmatit in Paragneis. S-W-Grat des Monte Rosa.

Die Apophysen zeigen denn auch eine zum Teil starke Verschieferung, ohne dass hiedurch die primären Diskordanzen verwischt würden. Im Gegenteil, da die Schieferung der Pegmatite, Aplite etc. quer zu derjenigen der Paragneise verläuft, werden sie vielmehr verschärft. Während nämlich die Schieferungsfläche in den Apophysen ungefähr O-W streicht und senkrecht steht oder steil nach S einfällt, streichen die Paragesteine N 25—30 E bei 30° SE-Fallen. Siehe Fig. 6.

Die Schieferung der granitischen Nachschübe hat also mit der Schieferung der Paragesteine, die den (alpinen) Aufbau der Region bestimmt, nichts zu tun. Sie erfolgte unabhängig von ihr, in einem späteren Akt, was auch an dem rein kataklastischen Charakter derselben deutlich wird. Die granitischen Nachschübe sind mylonitisiert.

Auf den ersten Blick scheinen lediglich die sauren Intrusionen von dieser nachkristallinen Durchbewegung erfasst worden zu sein. Eine genauere Beobachtung zeigt aber, dass auch in den Paragesteinen da und dort postkristalline Scherflächen und Zonen auftreten, die parallel zur Schieferung der Aplite und Pegmatite stehen, also O-W streichen. Vielleicht sind diese Flächen häufiger, als es den Anschein hat. Im Vergleich zur älteren Schieferung, die der Hauptmetamorphose entspricht, treten sie aber im geologischen Bild ganz zurück.

Es fällt nun auf, dass nicht sämtliche Apophysen mit gleicher Intensität mylonitisiert werden, ja dass innerhalb eines und desselben Ganges oft gänzlich unverschieferte Relikte (Partien) übrigblieben, die den ursprünglichen Kontakt und die primäre, häufig schriftgranitische Struktur unversehrt erhalten haben. Ganz besonders gilt dies für alle Randpartien der Apophysen, wo diese längs einer vielfach gebrochenen Fläche mit den Paragneisen verwachsen sind. Siehe Fig. 7. Dieser Umstand aber scheint mir wichtig, weil er deutlich zeigt, dass die Schieferungsflächen der Paragesteine nachintrusiv nicht mehr durchbewegt wurden. Ihre Metamorphose ist also zweifellos älter als die Intrusionen, kann aber kaum präalpin sein. Die Verschieferung bevorzugt vor allem die Pegmatite und Aplite, also extrem quarz- und alkalifeldspatreiche Gesteine, während die Granite fast unverändert erscheinen. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass vor allem der Alkalifeldspat mechanisch leicht zerfällt, so dass die relativ geringe Widerstandskraft der Aplite und Pegmatite ohne weiteres verständlich wird.

Als Hauptergebnis der Untersuchung dieses Kontaktes kann man feststellen, dass diskordante granitische Nachschübe zum Teil postkristallin durchbewegt worden sind, während die Paragesteine praktisch verschont blieben. Diese Durchbewegung erfolgte nach der Hauptmetamorphose; sie erfolgte auch in einem höheren Niveau und beschränkte sich auf gewisse Zonen und mechanisch wenig widerstandsfähige Gesteine. Der lokale und mehr zufällige Charakter dieser Spätphase ist evident; die alpine Faltung und Metamorphose war im wesentlichen schon abgeschlossen, als jene Intrusionen erfolgten.

Die oben erwähnte Abscherung des ganzen Kontaktes spricht keineswegs gegen diese Folgerungen; eine solche Diskontinuitäts-

fläche muss ja bei relativ geringer schiebender Beanspruchung zu gleiten beginnen, dies umso mehr, als konkordante geringmächtige Pegmatitlagen infolge ihrer Druckempfindlichkeit als Gleithorizonte wirken.

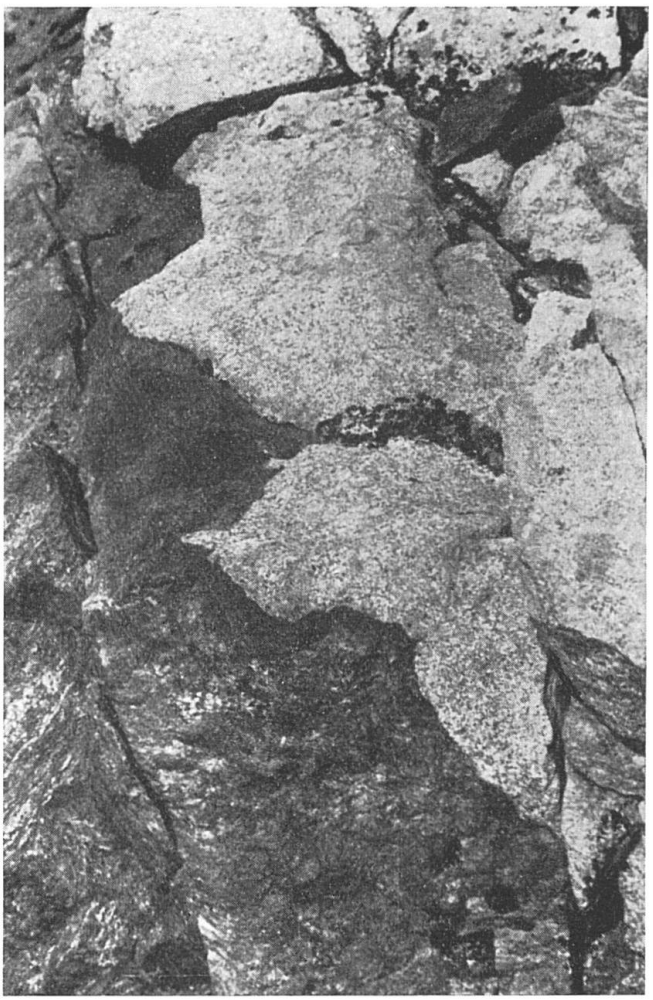

Fig. 7. Primärer, völlig unverschieferter Kontakt von Pegmatit und Paragneis. Am linken Bildrand: O-W-streichende, postkristalline Scherfläche im Paragneis. S-W-Grat des Monte Rosa.

Die ganze Eruptivgesteinsfolge, vom biotitreichen, grobkörnigen Monte Rosa-Granit über den feinkörnigen Aplitgranit bis zu den Pegmatiten stellt eine genetisch zusammenhängende Reihe dar. Der grobkörnige Granit der Plattje ist deren ältestes Glied und zugleich deren Stamm. Das ergibt sich ebenfalls aus Beobachtungen am S-W-Grat. Dass auch dieser Granit jünger sein muss als die Hauptmetamorphose der Paragesteine, folgt daraus, dass er auf der oberen

Plattje Paragesteinsschollen einschliesst, die ein typisches Glied der Paraserie des Monte Rosa bilden und z. B. am O-W-Grat der Dufourspitze verbreitet sind.

Dass noch granitische Massen nach der Bildung des grobkörnigen Monte Rosa-Granites intrudierten, zeigt übrigens die genaue Untersuchung der unteren Plattje. Die nördliche Hälfte derselben weist eine Anzahl von feinkörnigen, granitischen Intrusionen auf, die die Schieferung des grobflaserigen Granites quer abschneiden. Paralleltextur ist nur schwach erkennbar. Während an der untereren Plattje der Granit N-S streicht und mit 40—50 ^{0} nach Westen einfällt, streichen die feinkörnigen, granitischen Lagen N 30 ^{0} W bei 40 ^{0} SW-fallen. Mit dieser Lage der Schieferungsfläche im feinkörnigen Granit stimmt ein System von Scherflächen überein, das beide Granite zugleich durchsetzt. Kleinere Verschiebungen, aber auch eine deutliche nachkristalline Verschieferung des grobkörnigen Granites an diesen Scherflächen kann man öfters feststellen. Auf diese Zerscherung führe ich die Erscheinungen der Kataklase zurück, die man im Schliff beobachten kann.

Diese Zerscherung ist jünger als die Kristallisation des grobflaserigen Granites, vielleicht aber wenig älter als die Verschieferung des feinkörnigen. Der Umfang dieser nachkristallinen Bewegungen war jedenfalls nur gering. Die Hauptbewegung muss mit der Dislokationsmetamorphose der Paragesteine zusammenfallen. In das Ende dieser Phase fällt vermutlich die Intrusion der grobflaserigen Monte Rosa-Granite, denen dann in einem späteren Abschnitt die feinkörnigen Granite folgten, die nur geringe (nachkristalline) Deformationen mehr erlitten haben.

Die Aufschlüsse am Seewjinenberg

Am besten untersucht sind die Verhältnisse am Seewjiinenberg, einem langgestreckten Rundhöcker, der zwischen dem obersten Saas-Tal und dem Schwarzenberg-Gletscher sich hinzieht und allmählich nach S hin sich im Firn verliert.

Wir haben hier eine isoklinal-westwärts fallende Serie von Gneisen: an den Hängen gegen das Saas-Tal biotitreichen Augengneis mit Paragneiszwischenlagen, die westliche Fortsetzung der Gesteine zwischen Joderhorn und Ofental. Darüber folgt nun eine Serie von biotitreichen granatführenden, sehr feinkörnigen Paragneisen, in denen Aplite, Pegmatite und Quarzlagen konkordant eingelagert sind. Dann folgt im Hangenden ein grobkörniger, heller Granit (Typus Monte Rosa), der nun randlich die von oben her eintauchenden Paragneislagen durchbricht, in Schollen auflöst und in granitischen, aplitischen und pegmatitischen Apophysen diskordant durchsetzt.

Der Granit zeigt schwache Paralleltextur. Die grossen Karlsbaderzwillinge lassen sich im Felde einmessen; ihre Längsachse liegt in der Streichrichtung N-NNO und fällt 10° (max. 40°) nach Norden ein. Die Hauptmasse des Granites erscheint konkordant in die Paraserie eingelagert. Dem entspricht auch die Innenstruktur; nur ist wieder der Gegensatz zwischen den stark verschieferten Lagengneisen und den massigen Graniten auffallend. Diskordanzen treten nur im Kontaktgebiet auf, wo bei einzelnen Paraschollen starke Abweichungen vom allgemeinen Streichen festgestellt wurden.

Aus dem Kontakt ergibt sich, dass der Granit jünger ist als die Paraserie und zwar, wie ich glaube, auch jünger als ihre alpine Durchbewegung und Metamorphose.

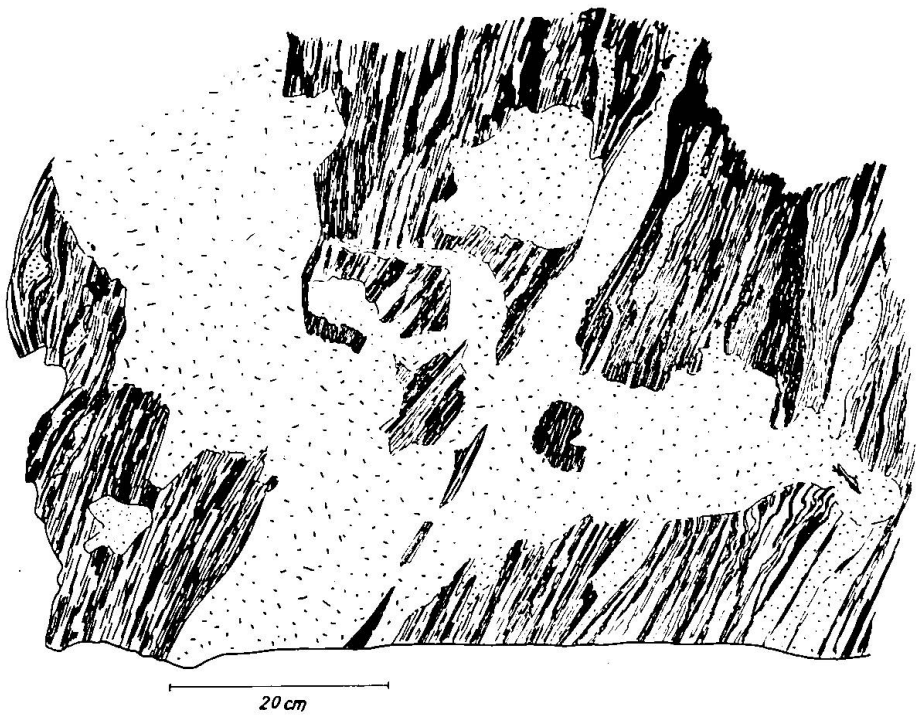

Fig. 8. Intrusion von Granit in Lagengneise am Seewjinenberg (Saastal).

Fig. 8 zeigt einen Ausschnitt des Intrusionskontaktes. Die älteren, N-S streichenden Lagengneise, die hier zum Teil granitisiert sind, werden konkordant und diskordant von Apliten und Pegmatiten durchsetzt.

Ein Teil der Aplite (und Pegmatite) ist parallel zu den Gneisen verschiefert (siehe Photo). In anderen bilden die beiden S-Flächen einen Winkel miteinander.

Fig. 9 zeigt eine sattelförmige Intrusion mit pegmatitischer Randfazies. Schwache Paralleltextur des Granites fällt mit dem Streichen der Lagengneise zusammen. Es wäre denkbar, dass hier ein

Relikt vorliegt. Das ist aber nicht mehr möglich bei der gangartigen Apophyse auf Fig. 10. Sie zeigt einen mittelkörnigen Granit mit schwacher Paralleltextur. Lage der Glimmerflächen: N 50° O. Streichen der Lagengneise N 10 O/60° W-Fallen. Wäre hier auch nur ein Teil der kräftigen Durchbewegung der Lagengneise nach der Intrusion der Apophyse erfolgt, so müssten wir im querschlägigen Teil derselben etwas davon sehen. Der Granit hat aber überall dieselbe fast massige Struktur und ist durchaus homogen.

Fig. 9. Sattelförmige granitische Intrusion im Lagengneis vom Seewjinenberg (Saastal).

Bei diesen Intrusionen muss es sich um Material gehandelt haben, das eine niedere Viskosität aufwies, da Differenziationsvorgänge während der Intrusion erfolgten. Aplite und Pegmatite gehen im Streichen in Quarzgänge über. Die Lösungen führten reichlich Bor, denn es sind mehrfach reine Turmalinabsonderungen zu beobachten — zum Teil auch randliche Aussonderung von Turmalin.

Auch hier werden die Intrusionen noch von Bewegungen überdauert, die in einem höheren Niveau stattfanden und nur Kataklase erzeugten, — die umso heftiger sich bemerkbar macht, je kleiner die Apophysen sind.

Diese Bewegungen sind auf einzelne Flächen oder Zonen konzentriert und äussern sich in einer Mylonitisierung der betroffenen Gesteine. Sie können nur als Nachläufer aufgefasst werden, mit

denen die Alpenfaltung in diesem Gebiet ausklang. Die Bewegungen im Dach mögen sogar noch längere Zeit angedauert und zu erheblichen Verschiebungen geführt haben; denn wir finden im Rottal, E vom Allalingletscher, auf 2700—2800 m, tektonisch in gleicher

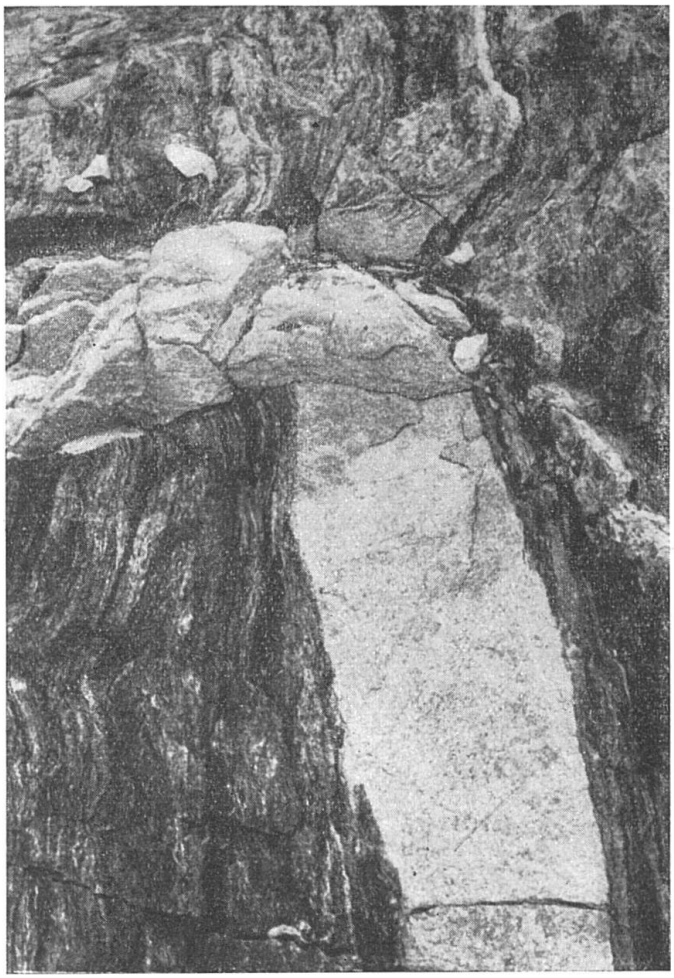

Fig. 10. Gangartige Intrusion von feinkörnigem Granit in Lagengneise vom Seewjinenberg, ca. 50 cm mächtig.

Lage wie die Intrusionen vom Seewjinenberg, eine Linse aus granitischem Material, vollkommen massig, die zahlreiche Schollen von mehr oder weniger vollständig resorbierten Lagengneisen enthält. Diese sehr stark zerquetschte Masse ist zwischen zwei Schichtpakete eingeklemmt und verdankt ihre heutige Lage vermutlich einer Abscherung der Zone N der Furggmulde vom südlichen (granitisierten) Monte Rosa-Komplex, des Hangenden vom Liegenden. Die Furggmulde entspricht ohne Zweifel einer ausgeprägten alpinen Bewegungszone, die noch sehr spät aktiv war.

Diese Beobachtungen zeigen, dass in den höheren Lagen der Decke interne Bewegungsflächen tatsächlich vorhanden sind. Nehmen wir an, dass die erwähnte Granitlinse gleichaltrig ist wie die Intrusionen am Seewjinenberg, dann müssten der Intrusion noch starke Verschiebungen wenigstens in dem der Furggmulde benachbarten Dach gefolgt sein, die zur Abscherung und Nordwärtsverfrachtung führten. Es ist dies ja nicht das einzige Anzeichen von Bewegungen, die die Intrusion überdauerten.

Ausschlaggebend für den Aufbau des ganzen Gebietes waren indessen die Bewegungsvorgänge, welche die Metamorphose der Lagengneise verursachten. Diese Metamorphose ist als Vorläuferin der Intrusionen und der späteren, rein mylonitisierenden Verschiebungen zu betrachten. Die jüngeren Dislokationen beschränken sich auf einzelne Flächen und verursachen im allgemeinen Kataklase, zum Teil auch eine Metamorphose typisch epizonalen Charakters.

Zusammenfassung

Von entscheidender Bedeutung in der aufgeworfenen Frage ist unsere Auffassung über das Alter der Metamorphose der Paragneise. Ich betrachte sie als alpin durchbewegt und habe die Gründe für diese Auffassung oben angedeutet. Ohne Zweifel ist die Hauptmetamorphose der Paragesteine älter als die Granitintrusionen. Sie trägt bis in alle Einzelheiten hinein die Züge einer parakristallinen Durchbewegung und ist durch eine jüngere, postkristalline Deformation abgelöst worden, die sich aber auf einzelne Zonen und Flächen beschränkt und nur lokal eine so kräftige Steigerung erfährt, dass eine vollständige Ummineralisation mit einem für epizonale Verhältnisse typischen Mineralbestand sich entwickeln konnte.

Ähnliches lässt sich auch an den Ophioliten beobachten, deren Metamorphose gleichfalls mehrere Phasen aufweist, die meso- bis epizonalen Bedingungen entsprechen. Die Hauptmetamorphose scheint eben im ganzen Untersuchungsbereich von den sporadisch auftretenden Wirkungen einer späten Bewegung abgelöst worden zu sein, die unter erheblich geringerer Überlastung erfolgte.

Die sauren Intrusionen zeigen nun meist nur Mylonitisierung, da und dort aber auch die Umwandlung zu Quarz-Serizitschiefern. Im ganzen Gebiet aber stösst man immer wieder auf Granite, Aplite oder Pegmatite, deren primäre Struktur und Mineralbestand bis auf geringe Anzeichen von Kataklase unversehrt geblieben sind. Nun scheint mir besonders die am SW-Grat des Monte Rosa gemachte

Beobachtung, wonach viele primäre Kontakte der sauren Intrusiva mit den Paragneisen vollständig erhalten sind, für den alpinen Charakter der älteren Metamorphose zu zeugen. Jedenfalls kann für solche Partien von einer postintrusiven Reaktivierung der Bewegung keine Rede sein, ebensowenig aber wird es sich um starre, von der Alpenfaltung nicht betroffene Relikte handeln können. Die ganze Reihe von Beobachtungen erscheint nur dann verständlich, wenn man annimmt, dass nach der Hauptmetamorphose der Paragesteine die Intrusionen einsetzten, denen dann nach starker Entlastung durch Erosion weitere, weniger bedeutende Bewegungen folgten [4]).

Würden wir die Paragneise mitsamt den Intrusionen als präalpin bezeichnen, so müsste sich die ganze Wirkung der Alpenfaltung auf eine meist geringfügige Mylonitisierung beschränken, die lediglich lokal und an vereinzelten Flächen zu kräftiger Metamorphose und zu grösseren internen Verschiebungen geführt hätte. Wir würden dann zum Ergebnis gelangen, dass die mechanischen Auswirkungen der Faltung im Monte Rosa-Gebiet sogar schwächer sind als in der Dent Blanche-Decke und viel weniger ausgeprägt als in den Ophioliten, die sicher nur die alpine Faltung mitgemacht haben. Das halte ich aber für ausgeschlossen.

Ebenso wenig verständlich wäre der Gegensatz zur Metamorphose der Gesteine N der Furggmulde. Sämtliche sogenannten Orthogneise sind hier im Norden (so z. B. im Almageltal) durch die alpine Faltung völlig passiv umgeprägt worden. Mineralbestand und Struktur sind typisch für Kristalloblastese und stehen im schärfsten Gegensatz zu den beschriebenen Granitgneisen der südlichen Region. Der Umstand, dass diese tektonisch höher gelegenen Gneise bis in das kleinste Detail hinein alpin umgeprägt wurden, führt die Annahme, es könnte im Süden, in den Monte Rosa-Gneisen, die alpine Dislokation sich lediglich auf Mylonitisierung beschränkt haben, ad absurdum. Wir müssen im Gegenteil in diesem Kerngebiet einen höhern Grad der alpinen Metamorphose erwarten; diesen aber finden wir nur in den komplexen, zumeist aus Paragesteinen bestehenden Gneisen der Monte Rosa-Ostwand.

Fraglich erscheint mir also weniger das Alter eines Teiles der granitischen Intrusionen im Monte Rose-Gebiet als vielmehr die

---

[4]) Um einem möglichen Missverständnis vorzubeugen, sei hier ausdrücklich bemerkt, dass wir an einer präalpinen (herzynischen) Metamorphose der Paragneise festhalten, für die ja eine Reihe von geologischen Beobachtungen sprechen. Die Spuren dieser ältesten Metamorphose sind aber durch die alpine Orogenese weitgehend verwischt und ausgelöscht worden.

Herkunft und die Ausdehnung derselben. Beide Fragen hängen zusammen.

Das mir bis jetzt vorliegende Material ist nicht vollständig genug, um diese beiden Fragen heute schon beantworten zu können. Man kann lediglich sagen, dass die grosse Granitmasse des Monte Rosa und deren Nachschübe spätalpin sind. Aber ist es die grosse Augengneismasse zwischen Passo Turlo und Ofental ebenfalls? Besteht ein Zusammenhang zwischen den teils lagergangartigen, teils diskordanten Granitintrusionen der Ostwand des Monte Rosa und dieser gewaltigen Granitgneismasse?

Das sind Fragen, die ich vorläufig nicht zu beantworten vermag; bis jetzt ist mir aber keine einzige Tatsache bekannt geworden, die gegen ein alpines Alter auch dieser Gneise sprechen würde.

Den Einwand, dass ja nirgends eine alpine Bewegungsfläche von solchen Intrusionen durchschnitten worden sei und dass auch keinerlei Kontaktwirkung in der überlagernden Trias und in den mesozoischen Bündnerschiefern sich bemerkbar mache, kann ich nicht als strikten Gegenbeweis ansehen. Natürlich wäre die Sache mit einem Schlage jeder Diskussion enthoben, wenn wir wirklich einen Granit die Gneishülle durchstossen und bis in die mesozoische Umhüllung eindringen sehen könnten!

Wenn aber die Intrusionen im wesentlichen synkinematisch erfolgten, dann konnten sie, solange die Bewegung andauerte, weder die Hüllgesteine noch eine Hauptbewegungsfläche durchschneiden. Sie konnten einzig in die Bewegungsflächen eindringen und auf ihnen sich ausbreiten. Es mussten dann Lagengneise entstehen mit einem in der Nähe des Kontaktes innigen Wechsel von Paramaterial und dünnen granitischen oder aplitischen konkordanten Lagen, also das, war wir am Seewjinenberg beobachten können. Spättektonische, diskordante Intrusionen sind lokal begrengt und treten dort auf, wo die Kristallisation der intrudierenden Schmelzlösungen die Bewegung überdauert. Es handelt sich dabei immer nur um Restbestände, die überwiegend Aplite und Pegmatite liefern, aber nicht die Kraft haben, eine grössere Schichtserie zu durchstossen.

Es scheint mir demnach wahrscheinlich, dass der ganze Komplex von granitischen und aplitischen Intrusionen des Monte Rosa-Gebietes genetisch zusammenhängt, dass der Altersunterschied nicht sehr gross ist und dass dort, wo der Kontakt durchgreifend ist, die Bewegung von der Kristallisation überdauert wurde, während im allgemeinen das Umgekehrte gilt.

Was die Kontaktwirkungen betrifft, so ist folgendes zu sagen: Besonders empfänglich dafür dürften die Triaskalke und -dolomite sein. Eine Zunahme der Metamorphose von Norden nach Süden ist vielleicht vorhanden. Überall sind die Kalke marmorisiert, im Gebiet des Hangendgletschers aber, also W vom Seewjinenberg, führen die Kalkglimmerschiefer auch Strahlstein. Kalksilikate wie Diopsid, Vesuvian, Granat etc. sind an Kontakte mit Serpentin gebunden. Die Überlagerung von Dislokationsmetamorphose und Kontaktwirkung durch die Ophiolite macht es aber unmöglich, die Spuren der Einwirkung granitischer Intrusionen auszusondern. Es muss also unentschieden bleiben, ob solche überhaupt vorhanden sind oder nicht.

Die im Vorliegenden erwähnten Beobachtungen scheinen mir zu zeigen, dass der Umfang der granitischen Intrusionen spätalpinen Alters erheblich grösser ist, als man im allgemeinen bis jetzt vermutete. Dadurch wird das Problem der Granitisation der zentralen Zone der Alpen neuerdings gestellt. Es wird allerdings noch viel sorgfältiger Arbeit in verschiedenen Gebieten der Alpen bedürfen, ehe wir über Umfang und Mechanismus dieser Intrusionen im klaren sind und eine zuverlässige Antwort auf die Frage nach dem Zusammenhang von Vulkanismus und Gebirgsbildung in den Alpen zu geben vermögen.

Literaturverzeichnis

1. Emile Argand. Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leurs prolongements structuraux. Mat. Carte géol. Suisse, N. S. 31. 1911.
   — Les nappes de recouvrement des Alpes Occidentales et les territoires environnants. Essai de carte structurale. Mat. Carte géol. Suisse, Carte spéc. No. 64, avec 3 pl. de coupes. 1911.
   — La zone pennique. Guide géologique de la Suisse. Fasc. 3, Bâle 1934.
2. J. Cadisch. Die Entstehung der Alpen im Lichte der neuen Forschung. Verh. Naturf. Ges. Basel, Bd. 54, 1942.
3. H. P. Cornelius. Einige Beobachtungen an den Gneisen des Monte Rosa und Gran Paradiso. Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 29, 1936.
4. — Geologie der Err-Juliergruppe, 1. Beitr. Geol. Karte Schweiz, N. F., Lief. 70, 1935.
5. Carta geologica d'Italia 1 : 100 000, Foglio 15, Domodossola, da V. Novarese e A. Stella. R. Uff. geol. Roma, 1913.
6. P. Niggli. Zur Entstehungsgeschichte der alpinen Kluftminerallagerstätten, S. 505—516, in: Die Mineralien der Schweizeralpen, Bd. II, 1940.
7. C. Schmidt. Über die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizeralpen. Ecl. geol. Helv. vol. IX, 1906.
8. Rudolf Staub. Des raccords tectoniques entre les nappes valaisannes et grisonnes. C. R. Soc. Géol. France, 1936, p. 58.

Eingegangen: 8. November 1944.