

# DIE GEOLOGIE DES MONTE SAN GIORGIO UND DES VAL MARA

von D. J. DOEGLAS,

mit Tafeln 49—50.

## INHALTSVERZEICHNIS.

	Seite.
I. Einleitung . . . . .	337
Kurzer Ueberblick der früheren Erforschungen. — Topographische Kartenunterlage. — Allgemeine Mitteilungen.	
II. Geologische Uebersicht . . . . .	342
Ueberblick über die Fundstellen und Faziesverteilung . .	343
1. Die kristallinen Schiefer . . . . .	343
2. Der basale Tuffit . . . . .	344
3. Die unterste Tuffserie . . . . .	344
4. Die Pyroxenporphyrite und ihre Tuffe . . . . .	345
5. Die Tuffagglomerate . . . . .	345
6. Die fluidale Quarzporphyrserie . . . . .	347
7. Die Granophyrdecke . . . . .	349
8. Zusammenfassung . . . . .	350
III. Historische Uebersicht . . . . .	352
IV. Die Quarzporphyrgänge . . . . .	354
Beschreibung der Quarzporphyrgänge und Einzelheiten über die Kleintektonik.	
V. Tektonik . . . . .	359
Verwerfungen von Serpiano und Porto Ceresio . . . .	359
Aufschiebung von Bissone . . . . .	359
Ueberschiebung der Generoso-Sedimente (Schlucht von Melano) . . . . .	360
VI. Allgemeine Betrachtung über die Tektonik . . . . .	363
A. Das östliche Gebiet . . . . .	363
Die westliche Verlängerung der orobischen Ueberschiebung . . . . .	364
Der Schuppenbau des Untergrundes . . . . .	366
Die Ueberschiebung der Sedimentpakete . . . . .	367
B. Das westliche Gebiet . . . . .	368
Erklärung der autochthonen Lagerung der Sedimente	368
Der Schuppenbau . . . . .	369

	Seite.
VII. Petrographie . . . . .	371
1. Die kristallinen Schiefer . . . . .	371
2. Der basale Tuffit . . . . .	371
3. Die unterste Tuffserie . . . . .	373
4. Die Pyroxenporphyrite . . . . .	375
5. Der Porphyrit im Sovagliatal . . . . .	378
6. Die Tuffablagerungen . . . . .	379
A. Die Kristalltuffe . . . . .	380
B. Die Lapillituffe . . . . .	381
C. Die Tuffagglomerate . . . . .	382
7. Die fluidale Quarzporphyrserie . . . . .	384
A. Die Quarzporphyre . . . . .	384
B. Die Felsitporphyre . . . . .	386
8. Die Quarzporphyre der Gänge . . . . .	388
Benutzte Abkürzungen . . . . .	394
Literaturverzeichnis . . . . .	395
Tafeln.	

## I. EINLEITUNG.

Im Zusammenhang mit der von mir vorgenommenen Kartierung des östlichen Teiles des Luganer Porphyrgebiets machte ich im Herbst 1927 mit Herrn Prof. Dr. B. G. ESCHER und Herrn Dr. KUENEN eine kurze Studienreise nach dem Monte Arbostora, hierauf, während zwei Wochen, Wanderungen über den Monte San Giorgio und in der Umgebung des Val Mara. Bereits auf diesen Wanderungen beobachtete ich zahlreiche interessante Tatsachen, die noch auf eine Erklärung warteten.

Das Problem der Quarzporphyrgänge unterhalb Rovio wird in der Literatur wiederholt erwähnt, jedoch nur von KAECH (Lit. 15, S. 133) ausführlich beschrieben.

Ueber die Porphyrschichten des Monte San Giorgio war mit Ausnahme einiger Mitteilungen von HARADA (Lit. 10, S. 15) nichts bekannt.

Auch die sogenannte „Luganer Hauptverwerfung“, die Ostgrenze des Porphyrgebiets, war noch nicht im Hinblick auf ihre Bedeutung für die Tektonik der Porphyrmasse erforscht.

Die Begeisterung, mit der ich im Frühling 1928 anfang, nach einer Erklärung für die verschiedenen geologischen und tektonischen Probleme zu suchen, wäre bald durch die ungeheuren Schwierigkeiten, die die dichte Vegetation und die dicke Moränendecke dem geologischen Kartieren in den Weg legten, bedeutend abgekühlt worden, wenn nicht das herrliche Landschaftsbild des Luganersees den Menschen und die gewaltigen tektonischen Erscheinungen des Generosoebiets den Geologen für alle Mühen entschädigt hätten.

Am Monte San Giorgio findet sich Porphyr an der Basis der Triassedimente von Besano, südlich von Porto Ceresio (in Italien), an bis nach Riva-San Vitale am südöstlichen Arm des Luganersees. Der Porphyr des Val Maragebiets wird durch das Seeufer von Campione bis südlich von Melano und durch die Ueberschiebungsfläche der Sighignola-Generoso-Sedimente begrenzt.

Das von mir kartierte Gebiet ist der östliche Teil des Fensters von Lugano, in dem das herzynische Grundgebirge mit den überlagernden Porphyren als Kulmination des Untergrundes zutage tritt. Der westliche Teil dieses Fensters wurde von KUENEN, DE SITTER und HARLOFF (Lit. 18, 27 und 11) bearbeitet, während bereits früher von der Hand ESCHERS (Lit. 6 und 7) kurze Mitteilungen über die Porphyre des Monte Arbostora publiziert wurden.

Von den erschienenen Veröffentlichungen über die Geologie der

Umgebung von Lugano sollen nur die behandelt werden, deren Inhalt für das nachstehend beschriebene Gebiet von Bedeutung ist.

FRED. HOFFMANN (Lit. 13, S. 106, 1833) beschreibt u.a. die Gänge zwischen Maroggia und Bissone an der Fahrstrasse, die den See entlang führt. Er sagt: „Le porphyre rouge est disinctement en filon dans le porphyre noir“. HOFFMANN erwähnt 3 Gänge an dieser Stelle, die meiner Ansicht nach nur Gangstücke *eines* (vielleicht auch zweier Gänge) darstellen, der durch Verschiebungen längs Brüchen in 3 Stücke geteilt ist.

Im Jahre 1833 besuchte STUDER (Lit. 29, S. 54) Lugano und studierte das Gebiet zwischen Campione und Capolago; er bemerkte, ebenso wie HOFFMANN, dass der rote Porphyr gangförmig im schwarzen vorkommt. Ferner besuchte er die tektonisch so wichtige Schlucht von Melano. Von dieser sagt er Folgendes: „La masse dominante et inférieure dans ce ravin est encore le porphyre noir, qui est recouvert par une espèce de tufa ou brèche porphyrique à fragmens de porphyre noir, et quelquefois rouge. Sur cette roche, vient une brèche calcaire, composée de morceaux angulaires du calcaire que je vais signaler en place sur un plan plus élevé; néanmoins, on y trouve melangés aussi des débris de porphyre. Enfin, on arrive au calcaire secondaire (jurassique) bien stratifié, en gisement contrastant, incliné au sud, et en contact transgressif avec le tufa“.

Diese Kalkbreccie ist die Ueberschiebungsfläche des Liaspakets, das im Kapitel über die Tektonik beschrieben wird.

Unter dem Mikroskop erwies sich das ganze unterlagernde Gestein als Gesteinstuff. In dem Liegenden der Ueberschiebungsfläche kommen hier und da Linsen von Gesteinen aus der Quarzporphyrserie vor.

Weiter beschrieb STUDER einen Quarzporphyrang aus derselben Schlucht, den er jedoch unrichtig erklärte, da er die Tektonik nicht kannte. Dieser Quarzporphyrang erlitt Störungen durch 3 fast horizontale Verwerfungen, wodurch in NE-SW Richtung unregelmässige Quarzporphyrmassen hintereinander vorkommen.

Im Jahre 1875 verfasste STUDER (Lit. 30, S. 417) eine Einleitung zu Fellenbergs Analysen.

L. VON FELLENBERG (Lit. 8, S. 422) gibt die Beschreibung chemischer Analysen eines roten und schwarzen Porphyrs aus dem Maroggiatunnel.

Das werk HARADAS (Lit. 10), eines Schülers von ROSENBUSCH, ist wohl das bedeutendste, das auf petrographischem Gebiet über das Porphyrgbiet erschienen ist. Seine Auffassung der Entstehung des Luganersees durch Spalten ist unrichtig. Nur in dem Arm von Porlezza kommt eine Aufschiebung vor.

Wie in fast allen petrographischen Beschreibungen der Luganer Porphyre fällt auch in diesem Werk das Nicht-Erwähnen von Augit auf, da dieses Mineral gerade eines der häufigsten femischen Bestandteile darstellt.

Die Quarzdioritfazies des schwarzen Porphyrs, die HARADA aus der Umgebung von Campione beschreibt, fand ich an dieser Stelle nicht wieder. Wohl konnte ich südöstlich von Bissone übereinstimmende Gesteine feststellen.

In den Gesteinen zwischen Bissone und Melano, die HARADA als Quarzporphyrit mit idiomorphem (doppelpyramidalem) Quarz in der Grundmasse bezeichnet, habe ich nur einige Male etwas allotriomorphen Quarz in der Grundmasse gefunden. Ich vermute daher, dass bei HARADA eine Verwechslung der Dünnschliffe stattgefunden hat.

Schliesslich sieht HARADA eine Uebereinstimmung zwischen dem fluidalen Quarzporphyr südlich von Melano und den Gängen von Rovio, was, wie in der geologischen Uebersicht dargelegt wird, unrichtig ist.

C. SCHMIDT (Lit. 24, S. 1) berichtet u.a. über die Ganggesteine von Maroggia und erwähnt das Vorkommen von rotem Porphyry (Felsophyr) südlich von Melano, wobei er bemerkt, dass die rhätischen Gesteine dem Porphyry auf anormale Weise überlagert sind.

MAX KAECH (Lit. 15, 16) beschreibt in 2 Veröffentlichungen das Porphyrygebiet zwischen dem Lago Maggiore und Valsesia. Interessant ist in diesen Mitteilungen die Erwähnung des Augits als wichtigen femischen Bestandteils im Porphyrit. KAECH weist infolgedessen auch auf den Unterschied gegenüber den Luganer Porphyren hin, in denen nach Ansicht der damaligen Forscher, mit Ausnahme von RIVA (Lit. 23) und ESCHER (Lit. 6, 7) nur Hornblende vorkommen soll. Aus den Untersuchungen RIVAS, ESCHERS, KUENENS, DE SITTERS und HARLOFFS (Lit. 23 bzw. 6, 7, 18, 27 und 11) geht hervor, dass auch in Lugano Augit den Hauptbestandteil der femischen Mineralien bildet. Ferner beschreibt KAECH aus diesem Gebiet Kristall- und Gesteinstuffe mit deutlich vitroklastischer Struktur.

Mit Rücksicht auf die gemischten Gänge, die KAECH im Vinatal südlich des Lago d'Orta fand, besuchte er auch die Gänge von Rovio (s. Lit. 15), wo er ebenfalls einen gemischten Gang vermutete. Bei näherer Betrachtung erschien ihm dies jedoch unrichtig. — Das dichte, blaue Gestein, das bei der Brücke über die Sovaglia an der Strasse neben dem Quarzporphyry ansteht, will er als Randfazies des schwarzen Porphyry auffassen. Dies ist aber unrichtig, da ich auch an andern Stellen in der Pyroxenporphyritserie derartige Gesteine gefunden habe.

Ferner ist KAECH der erste, der 4 Gänge dieses Fundortes beschreibt. Wohl hat schon GIRARD etwas Derartiges vor KAECH gefunden, doch dieser spricht von dem viermaligen Vorkommen von schwarzem Porphyry in oder neben rotem, und meint, dass der schwarze Porphyry in den roten eingedrungen sei.

VON BISTRAM (Lit. 2, 1903) beschreibt Porphyry westlich vom Monte Bré an der Strasse nach Aldesago. Da diese Publikation mir jedoch erst nach Beendigung der Kartierungsarbeiten in die Hand kam, wusste ich nichts von diesem Vorkommen und konnte die Stelle leider nicht besichtigen. VON BISTRAM hat seiner Abhandlung eine sehr gute Karte, Profile und übersichtliche Panoramen, in denen die geologische Struktur teilweise eingezeichnet ist, beigelegt. Seine Beschreibung der Tektonik des Gebietes zwischen Lugano und Menaggio ist übersichtlich. Sein Werk kann als eine wichtige Grundlage für nähere Untersuchungen über die Verlängerung der orobischen Ueberschiebung nach Westen dienen. — Der kleine Muschelkalkhügel nördlich von Campione, neben dem Kalkofen, ist auf seiner Karte auf beiden Seiten durch Verwer-

fungen begrenzt. FRAUENFELDER ändert dies ab und betrachtet diese Muschelkalkscholle zwischen Porphyry und Servinosandstein als eine abgerutschte Masse. Meines Erachtens ist es nicht ausgeschlossen, dass dieser von v. BISTRAM angenommene Verwerfung zwischen Porphyry und Muschelkalk eine Folge der südlicheren der beiden Verschiebungen am Monte Salvatore darstellt, die von ESCHER und Fr. WEBER (Lit. 7, Fig. 2) angeführt werden. FRAUENFELDER hat diese Verwerfung auch am Salvatore verfallen lassen. Der südliche von v. BISTRAM angenommene Verwerfung verläuft jedoch nicht so weit östlich als er sie eingezeichnet hat.

A. FRAUENFELDER (Lit. 9, 1916, S. 247) fand am Monte Generoso, ebenso wie RASSMUSS (Lit. 22) bereits 1912 in der Alta Brianza, Ueberschiebungen über die Raibler- und rhätischen Schichten. Die Liasüberschiebung über den Porphyry bei Melano hat er jedoch nicht gesehen, sodass seine Erklärung der sogenannten „Luganer Hauptverwerfung“ unrichtig wurde.

Ueber den Porphyry selbst sagt FRAUENFELDER wenig. Er vermutet schon bei den Quarzporphyrgängen von Rovio, von denen er 5 annimmt, Verwerfungen.

O. SETZ' Abhandlung (Lit. 25, 1917, S. 533) ist für die Tektonik von grosser Bedeutung.

Die zahlreichen, mit grosser Genauigkeit ausgeführten und beschriebenen Messungen der verschiedenen Verwerfungen in den Luganer Alpen können von grossem Nutzen sein. Auf S. 560 widmet er dem Verwerfungswinkel bei Melano am Südostarm des Luganersees einige Worte, wobei er mitteilt, dass die Luganer Hauptverwerfung nach Osten einfällt.

A. SENN (Lit. 26, 1924, S. 552) gibt eine ausgezeichnete tektonische Skizze der Passo della Barra-Verwerfung östlich von dem Monte Grumello im italienischen Teil des Monte San Giorgio. Die von ihm zwischen Granophyr und Porphyryrit vermutete Verwerfung bei Besano verfällt.

Die Kartierungsarbeiten in dem nachstehend beschriebenen Gebiet wurden im Frühjahr 1928 und 1929 vorgenommen, im ganzen während 5½ Monaten. Das Studium des gesammelten Materials erfolgte im Winter 1928/29 und im Frühjahr 1930. Die gesammelten Gesteine mit den dazu gehörenden Dünnschliffen bleiben auf dem Geologischen und Mineralogischen Reichsmuseum in Leiden, Holland, aufbewahrt.

Als topographische Kartenunterlage wurden bei der Feldarbeit die Blätter Lugano, Ponte Tresa, Melide, Porto Ceresio und Mendrisio (bzw. fol. Nr. 541—545) im Masstab 1:25.000 des Schweizer Siegfried-Atlas verwendet. Der Neudruck aus dem Jahre 1927 enthält, sofern Schweizer Grundgebiet in Frage kommt, nur ganz vereinzelt kleine, nicht störende Fehler. In der Umgebung von Porto Ceresio auf italienischem Gebiet sind jedoch die grossen Militärstrassen noch nicht eingezeichnet, während einige der auf der Karte angegebenen Fusspfade nicht mehr bestehen. Für dieses Gebiet kann im Felde das Blatt Arcisate der Fol. 31 der italienischen Karte (Masstab 1:25.000) benutzt werden.

Für das übrige kartierte Gebiet sind die italienischen Karten sehr ungenau.

Auf der geologischen Skizzenkarte und in den dieser Abhandlung beigegeführten Profilen, sind die Grenzen der Sedimentgesteine zum Gross- teil von den Karten von FRAUENFELDER (Lit. 9) und SENN (Lit. 26) übernommen. Hie und da wurden auf eigener Beobachtung beruhende Aenderungen vorgenommen. In den Profilen wurde getrachtet die neue Interpretation der Ueberschiebungsfläche des Monte Generoso (Luganer Hauptverwerfung) den Angaben der Karte und der Profile von FRAUENFELDER anzupassen. Um eine genaue Interpretation zu ermöglichen, ist jedoch eine neue Detailaufnahme der Tektonik und der Stratigraphie des Gebiets östlich des Luganersees erforderlich. Eine solche lag jedoch ausserhalb meines Arbeitsplans. In dem Kapitel über die Tektonik wurde getrachtet eine möglichst klare Vorstellung von der erwähnten Ueberschiebung zu geben.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich der Hoffnung Ausdruck geben, dass die Ideen, die in dem Kapitel über Tektonik ausgesprochen wurden, einen Ansporn zur Vornahme einer neuen Detailkartierung des Generosogebiets und desjenigen nördlich des Ostarms des Luganersees bilden mögen.

Auf der geologischen Karte und in den Profilen wurden die Quarzporphyrgänge der besseren Deutlichkeit zuliebe dicker eingezeichnet als sie wirklich sind. Der Gang im Val Mara, südlich von Devoggio, der von FRAUENFELDER auf seiner Karte eingezeichnet wurde, konnte zufolge des hohen Wasserstandes nicht erreicht werden. Er wurde von seiner Karte übernommen.

Der Anorthitgehalt des Plagioklas der verschiedenen Gesteine wurde nach der Universaldrehtisch-Methode von FEDEROW festgestellt. Nur bei 6 von den 150 Dünnschliffen waren die Plagioklase genug klar, um diese Messungen mit günstigem Erfolg vorzunehmen. Das Resultat der Messungen ist in einer Liste am Ende des Kapitels über die Petrographie zusammengefasst.

## II. GEOLOGISCHE UEBERSICHT.

Bei dem Studium eines Porphyrgebiets, in dem Lavaströme und Tuffablagerungen sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung rasch miteinander abwechseln, ist es nicht möglich die verschiedenen Fazies der Gesteine in der Karte und in den Profilen so genau wieder zu geben wie in einem sedimentären Gebiet. Ausserdem ist es praktisch unmöglich manche Tuffe im Felde von Porphyren zu unterscheiden. Sogar bei mikroskopischer Untersuchung ist es oft sehr schwierig, die Tuffe mit Gewissheit zu determinieren.

Ferner macht es die sehr dichte Vegetation, besonders im Gebiete des Monte San Giorgio, dem Forscher schwierig, die seltenen, oft sehr kleinen Aufschlüsse aufzufinden. Die diluviale Eisbedeckung hat über das ganze Gebiet eine dicke Schichte Moränenmaterial abgelagert, sodass nur die steilen Gehänge (u. a. auf der Ostseite des Monte San Giorgio) grössere Aufschlüsse bilden. Die übrigen Aufschlüsse liegen hauptsächlich in den Bachrissen und sind meistens so klein, dass man sie auf einer topografischen Karte fast nicht einzeichnen kann. Aus diesem Grunde sind verschiedene kleinere Aufschlüsse auf der geologischen Karte zu einem grösseren zusammengefasst. Dass auf einzelnen Tagestouren nur zwei oder drei kleine Aufschlüsse von Porphyrgesteinen gefunden wurden, gibt wohl eine deutliche Vorstellung von der dicken Moränenschichte und der dichten Vegetation.

Wahrscheinlich wurden auch einige kleine Aufschlüsse nicht gefunden, wodurch kleine Fehler in der räumlichen Aufeinanderfolge der Schichten entstanden. Da es jedoch auf jeden Fall unmöglich ist, jeden Fazieswechsel zu unterscheiden, so kommt diesen Fehlern nur eine untergeordnete Bedeutung zu.

Wie aus der petrographischen Beschreibung der Gesteine hervorgeht, konnten drei Gruppen unterschieden werden u. zw.:

1. die Pyroxenporphyritserie,
2. die Quarzporphyrsrie,
3. die Granophyrdecke.

Die verschiedenen Lavaströme in den einzelnen Gruppen weisen wohl kleine Variationen auf, sind jedoch petrographisch nicht voneinander zu unterscheiden.

Streichen und Fallen können in einer Porphyrmasse selten gemessen werden. In dem untersuchten Gebiet war dies an zwei Stellen möglich: ersten am Weg von Punte di Poiana nach Brusino-Arsizio, wo grauer Kristalltuff von einem Tuffagglomerat überlagert wird,



zweitens in dem Valle San Antonio, wo Lapillituff im Liegenden eines Porphyrits vorkommt.

In allen übrigen Fällen ist die Fallrichtung aus den Profilen konstruiert. Zu diesem Zwecke wurden sowohl Nord-Süd, als Ost-West-Profile gezeichnet, wobei sich herausstellte, dass es auch nötig sei, ein Nordwest-Südost-Profil zu konstruieren. Auf diese Weise wurde getrachtet, die beobachteten Tatsachen möglichst richtig zu interpretieren.

Die Sedimente wurden nicht speziell untersucht. Die geologischen und stratigraphischen Beschreibungen von A. FRAUENFELDER (Lit. 9) für das Schweizer und von A. SENN (Lit. 26) für das italienische Gebiet, sind sehr ausführlich und genügen noch allen Ansprüchen.

Nur die Tektonik des östlichen Teils u. zw. besonders die Interpretation der sogenannten „Luganer Hauptverwerfung“ passt nicht mehr in den Rahmen der modernen südalpinen Tektonik. Dies wird in dem Kapitel über die Tektonik näher behandelt werden.

### Ueberblick über die Fundstellen und Faziesverteilung.

Die Gesteine der beiden Teile des bearbeiteten Gebiets gehören derselben Porphyrmasse an. Die Antiklinale des Monte Campo dei Fiori, die sich vom Lago Maggiore (Langensee) bis zum Luganersee erstreckt und westlich von diesem kulminiert, taucht gegen Nordosten unter. Nur im westlichen Teil des Monte San Giorgio treten die ältesten Gesteine zutage.

#### 1. Die kristallinen Schiefer.

Bei den Häusern von Poncia, auf dem Wege von Porto Ceresio nach Brusino-Arsizio bestand im Jahre 1928 noch ein Aufschluss des Grundgebirges. Im Frühjahr 1929 wurde dieser Aufschluss zugebaut, sodass nicht feststeht, ob er jetzt noch vorhanden ist.

Das Gestein stimmt vollständig mit den Gneisen überein, die am Wege von P. Ceresio nach Brusimpiano anstehen. Aus der Beschreibung DE SITTE'S (Lit. 27, S. 213) geht hervor, dass es sich hier um Paragneise handelt, die häufig kontaktmetamorph umgewandelt sind. DE SITTE ist der Ansicht, dass alle Gneise längs des Sees dieser Gruppe angehören.

SENN (Lit. 26, S. 554) beschreibt diesen Aufschluss von Poncia und hat Einfallen und Streichen der Oberfläche des erodierten herzynischen Gebirges gemessen, die seiner Ansicht nach mit  $45^\circ$  nach S.W. einfällt. Diese Angabe beruht wahrscheinlich auf einem Druckfehler, da der Einfallswinkel  $45^\circ$  S.E. beträgt. Man befindet sich hier auf dem südöstlichen Schenkel der Antiklinale des Monte Campo dei Fiori; der nordwestliche Schenkel liegt auf dem Monte Arbostora.

In dem Gebiet des Val Mara kommt kein Grundgebirge vor; aus den Profilen geht jedoch hervor, dass die Sattelachse zwischen Bissone und Melano liegen muss.

## 2. Der basale Tuffit.

Der Gneis wird von einer höchstens 4 m mächtigen Schichte eines rotbraunen, einigermassen sandigen Gesteins überlagert, das SENN (Lit. 26, S. 454) als Verrucanokonglomerat beschreibt; ungefähr 30 m nördlich der Häuser von Poncia ist dieses Gestein am Weg aufgeschlossen. Unter dem Mikroskop erwies es sich als Tuffit, der hauptsächlich aus vulkanischem Material besteht, während die eckigen, stark undulösen Quarze als Denudationsprodukte des Grundgebirges aufzufassen sind.

Nach der herzynischen Faltung wurde das ganze Gebiet über das Meeresniveau gehoben und wurde der Erosion preisgegeben, wodurch ein ganz unregelmässiges Relief entstand. DE SITTER (Lit. 27, S. 200) war imstande, die Oberfläche der unterpermischen Landschaft zwischen dem Luganersee und dem Valganna zu rekonstruieren; für mein Gebiet war dies unmöglich.

Das stellenweise Vorkommen des basalen Tuffits weist auf Ablagerung in Mulden und Flusstälern hin. Am Luganersee ist Poncia der einzige Ort, an dem man dieses Gestein findet. Erst weiter westlich, in der Umgebung des Valganna, tritt es wieder im Liegenden des schwarzen Porphyrs auf. An den Stellen, an denen der rote Porphy (Granophyr) im Hangenden des Grundgebirges vorkommt, fehlt der basale Tuffit. Diese Tatsache an sich beweist bereits, dass die erwähnten Tuffite in engem Zusammenhang mit der Eruption des schwarzen Porphyrs stehen.

## 3. Die unterste Tuffserie.

Der basale Tuffit wird von der untersten Tuffserie überlagert, die in den höheren Schichten zum Pyroxenporphyrit gerechnet werden kann. Da jedoch die Porphyrite erst 100 m über den kristallinen Schiefern auftreten, wurde die erwähnte 95 m mächtige Tuffserie als ein gesondertes Ganzes betrachtet.

Der basale Tuffit wird von einem lichtgrauen, geschichteten Gestein überlagert, das makroskopisch grosse Uebereinstimmung mit Gesteinen der Quarzporphyrsreihe aufweist. Man findet es zwischen Poncia und der Schweizer Grenze immer wieder aufgeschlossen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung stellte sich heraus, dass es sich um Kristalltuff handelt, der keinen Quarz enthält; die Schichtung entsteht dadurch, dass Limonitarme mit Limonitreichen Schichten abwechseln. An der Grenze, auf Schweizer Grundgebiet ist das Gestein makroskopisch als Konglomerat entwickelt. Die Mächtigkeit lässt sich nicht mit Sicherheit feststellen, beträgt jedoch nicht mehr als 15 m.

Südlich von Poncia steht am Wege ein rotes, stark verwittertes Gestein an, das makroskopisch auch einem Quarzporphyr ähnelt. Bei mikroskopischer Untersuchung findet man grosse Quarze, doch ist das Gestein so stark verwittert, dass man nicht mit Sicherheit feststellen kann, ob hier ein Tuff oder Quarzporphyr vorliegt.

Ueber diesen beiden Gesteinen wechseln Kristall- und Lapillituffe

mit einander ab, die vielfach mit den Tuffen im Pyroxenporphyrit übereinstimmen. Die Kristalltuffe sind schwer von den Porphyriten zu unterscheiden. Im allgemeinen handelt es sich hierbei um grüne, rotbraune oder blauschwarze Gesteine, in denen makroskopisch Chloritmassen und durch Limonit oder Kaolin, bezw. rot oder weiss gefärbte Feldspate vorkommen. Das einzige, allerdings auch nicht immer verlässliche Kennzeichen, das sie vom Porphyrit unterscheidet, ist ihre geringere Dichte.

Die Lapillituffe bieten im Liegenden viel weniger Schwierigkeiten obwohl manchmal Verwechslungen mit Porphyriten, die Einschlüsse enthalten, entstehen können.

#### 4. Die Pyroxenporphyrite und Tuffe.

Im Hangenden dieser untersten Tuffe treten die ersten Porphyrite auf, aus denen der grösste Teil dieses Gebiets aufgebaut ist.

Ein deutliches Profil dieser Serie ist zu sehen, wenn man etwa nördlich vom Albergo Milano (in Brusino-Arsizio an der italienischen Grenze) in einem trockenen Bachbett bergauf geht. Nirgends findet man einen ununterbrochenen Aufschluss, wohl aber an verschiedenen übereinanderliegenden Stellen in den steilen Wänden des Bachbetts kleine gute Aufschlüsse. Die ersten Porphyrite treten in einer Höhe von ungefähr 380 m über dem Meeresspiegel auf.

Die Farbe der Gesteine, die niedriger als 500 m vorkommen, ist im allgemeinen rotbraun, grün oder blaugrau, während die Gesteine über dieser Höhenlinie dichter sind und eine braune bis violettsschwarze Farbe aufweisen.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt, dass dieser Färbungsunterschied auf die zahlreichen Tuffe zurückzuführen ist, die noch unter 500 m auftreten.

Aus Vorstehendem ergibt sich, dass nach der Ablagerung der untersten Tuffserie nur vereinzelte Lavaströme diesen Teil des Porphyrgebiets erreichten. Es ist unmöglich, die verschiedenen Tuffzonen in den Profilen und auf der Karte genau wiederzugeben; sie wurden daher mit dem Augitporphyrit zu einer einzigen Serie zusammengefasst.

#### 5. Die Tuffagglomerate.

Zwischen einer Höhe von 480 und 500 m Meereshöhe kommt ein Tuffagglomerat im Porphyrit vor; bei Cà del Monte auf dem Wege nach Serpiano ist dieser Tuff ebenfalls aufgeschlossen.

Ein Tuffagglomerat, das leichter erreichbar ist, findet sich auf dem Wege von Brusino-Arsizio nach Punte di Poiana, etwas nördlich vom Molino-Delta. In dem ersten Gestein, das an der Ostseite des Weges ansteht, sieht man wie sich auf der Verwitterungsoberfläche die dunkelrotbraunen Einschlüsse deutlich von der lichter gefärbten Grundmasse abheben. Auf einem Fusspfad nördlich von Molino kann man das Gestein ebenfalls sehr gut studieren.

Bis 350 m nördlich vom Schiffslandungsplatz ist das Agglomerat

am Weg immer wieder aufgeschlossen; später tritt im Liegenden des Agglomerats ein blauschwarzer Porphyrit auf, der jedoch nur in einem Abschnitt von einigen Metern vorkommt, dann plötzlich wieder aufhört, wogegen das Agglomerat neuerdings erscheint. An dieser Stelle muss ohne Zweifel eine Verwerfung angenommen werden. Bis zu einer Entfernung von 23 m nördlich dieser Verwerfung findet sich noch immer Tuff; dort wird das Tuffagglomerat von einem Kristalltuff unterlagert. Die Grenzfläche zwischen den beiden Gesteinsarten lässt sich deutlich erkennen und man kann sowohl die Streichrichtung als auch den Einfallswinkel berechnen; letzterer beträgt  $38^\circ$  S. E.

Weiter nördlich bis zum Punte di Poiana findet man wieder regelmäßig Porphyrite aufgeschlossen. Das Tuffagglomerat zeigt sich wieder über dem Weingarten von Poiana in einer Höhe von 360 m.

Dieses Tuffagglomerat wird von einem sehr dichten dunkel rotbraunen fluidalen Porphyrit unmittelbar überlagert, der in einem Bachbett, in einer Höhe von 320 m ü. M. 150 m nördlich von Brusino-Arsizio gut aufgeschlossen ist.

Auf der Ostseite des Monte San Giorgio steht an dem Wege, 40 m südlich von dem Quarzporphyrgang, ebenfalls ein Lapillituff an; dasselbe ist im Val San Antonio der Fall. In diesem Tal kann man an einer steilen Wand, in einer Höhe von 450 m gut beobachten, wie die darüberhinströmende Lava Stücke von der Tuffoberfläche losgebrosen und mitgerissen hat (Fig. 1).

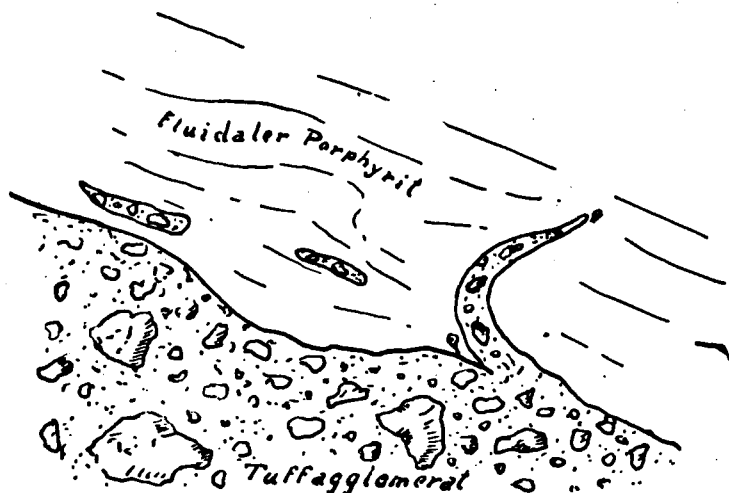


Fig. 1.

Aufschluss im Valle San Antonio; Pyroxenporphyrit strömt über Tuffagglomerat und hat Stücke des Agglomerats mitgerissen.

Auch in der Umgebung des Val Mara findet man Lapillituffe u. a. nördlich von Bissone, längs des Weges nach Campione, ferner an dem Fussweg von Maroggia nach Rovio in einer Höhe von 320 m, im Sovagliatal und im Viganale bei Melano. Der Lapillituff nördlich von

Bissone bildet das Hangende der Augitporphyritserie und wird von der fluidalen Quarzporphyrsrie unmittelbar überlagert.

Alle diese Tuffagglomerate befinden sich in der Serie in verschiedener stratigraphischer Höhenlage; sie sind in den, in den Vulkanmantel eingeschnittenen Radialfurchen (Barranco-Haug et de Martonne) abgelagert. Besonders ihr Vorkommen bei Poiana deutet auf diesen Ursprung hin, da ein N.-S.-Durchschnitt dieser Tuffablagerung V-förmig ist. Da, wie im Folgenden ausgeführt wird, das Eruptionszentrum im Osten liegen muss, entspricht die Nord-Süd-Richtung vollkommen einem tangentialen Durchschnitt des Vulkankegels.

ESCHERS Vermutung (Lit. 7, S. 729), dass diese Agglomerate auf dieselbe Weise entstanden sind wie die Schlammströme (Lahar) auf Java, nimmt hierdurch eine festere Gestalt an und ist m. E. richtig.

Die mikroskopische Untersuchung der Gesteine der Augitporphyritserie ergibt, dass in der Umgebung des Val Mara verhältnismässig weniger Tuffe vorkommen als auf dem Monte San Giorgio.

Oberhalb Bissone wird in dieser Serie noch ein dem Quarzdioritporphyrit-ähnliches Gestein gefunden. HARADA beschreibt ein derartiges Gestein, das oberhalb Campione vorkommen soll, das ich jedoch nicht gefunden habe.

## 6. Die fluidale Quarzporphyrsrie.

Die besten Aufschlüsse dieser Serie findet man längs der Strasse von Riva-San Vitale, über den Monte San Giorgio nach Brusino-Arsizio.

Bei Riva-San Vitale befindet man sich bereits im Quarzporphyr. Das erste Gestein, das an dem erwähnten Wege ansteht, ist ein dunkelgrauer, stellenweise fluidaler Porphyr, in dem makroskopisch selten Quarz wahrzunehmen ist.

Zwischen dem Val Battuta und dem Valle San Antonio oberhalb Sasso Merlin ist ein rosa bis weissgrauer, ausgesprochen fluidaler Quarzporphyr aufgeschlossen. Zufolge der zahlreichen Einschlüsse sieht das Gestein einem Lapillituff sehr ähnlich. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass dort sowohl Tuffe als auch Porphyre vorkommen; makroskopisch kann man keinen Unterschied feststellen, sodass die verschiedenen Gesteinsarten im Felde auf der Karte nicht vermerkt werden konnten.

In einer Höhe von 440 m Meereshöhe sieht man auf dem Wege einen Bruch; die Gesteine zu beiden Seiten des Bruches sind voneinander verschieden; es muss also eine Verschiebung stattgefunden haben, deren Sprunghöhe nicht berechnet werden konnte.

In einer Höhe von 780 m unter dem Triangulierungspunkt 851 m trifft man ein ausgesprochenes Tuffagglomerat an, von dem man bereits in einer Höhe von 400 m Stücke in dem Gehängeschutt vorfindet. Die bis zu 10 cm grossen dunkelrotbraunen Einschlüsse heben sich deutlich von der fast weissen Grundmasse ab. Das Gestein, aus dem die Einschlüsse bestehen wurde in diesem Gebiet nicht als Lava beobachtet. Es handelt sich hierbei um einen sehr dichten Porphyr, in dem makroskopisch keine intratellurischen Kristalle zu sehen sind.

Auf der Westseite des Monte San Giorgio ist die Mächtigkeit dieser Serie viel geringer. An der Strasse von Serpiano nach Meride wird die Serie durch einen dunkelgrauen, fluidalen Quarzporphyr vertreten, der den Gesteinen von Riva-San Vitale vollkommen entspricht. Auch der Hügel P. 710 m, östlich vom Kurhaus in Serpiano besteht aus diesem Gestein, das den Verwerfungen von Serpiano zufolge vollständig zerklüftet ist.

Im italienischen Teil des Monte San Giorgio findet man roten Quarzporphyr mit grossen intratellurischen Kristallen von Quarz und Feldspat, die auch makroskopisch deutlich zu sehen sind. Am Monte Casolo und Monte Grumello ist dieses Gestein überall aufgeschlossen; bei letzterem geht die rote Farbe in dunkelbraun über. Das Gestein ist an vielen Stellen stark fluidal, was auf den Wechsel zwischen quarzreichen lichten und quarzarmen dunkeln Schichten zurückzuführen ist. Südlich vom Monte Grumello keilt die Serie plötzlich aus. Am Monte Grumello hat die Schichte noch eine Mächtigkeit von 70 m, 300 m südlich davon wird der Servinosandstein unmittelbar von Augitporphyr unterlagert (S. Profil 11).

In der Umgebung des Val Mara ist die Ausdehnung des Quarzporphyrgebietes beschränkt. Bei „Ai tre Sassi“ (bei den drei Gesteinen) nördlich von Bissone scheint es dem Laien wirklich, dass er drei verschiedene Gesteine erblickt; petrographisch jedoch kann man dort nur zwei unterscheiden, nämlich Quarzporphyr und Lapillituff, die das Hangende der Augitporphyrite bilden. An dieser Stelle kann man gut den Uebergang der Augitporphyrite in Quarzporphyre studieren.

Die untersten Schichten der Quarzporphyre unterliegen einem starken Fazieswechsel. In einem trockenen Bachbett, 320 m nordöstlich von Bissone sieht man folgendes Profil:

In einer Höhe von 355 m, dicht unter dem Fussweg von Bissone nach Arogno findet sich ein Tuffagglomerat mit Einschlüssen von 1—3 cm Durchschnitt. Dieser Tuff gehört noch den obersten Schichten des Lapillituffs der Pyroxenporphyrserie an.

In einer Höhe von 360 m trifft man an dem soeben erwähnten Weg einen rot verwitternden Porphyr mit kleinen Quarzen und rotbraunen Feldspaten in einer durch Chlorit grün gefleckten Grundmasse.

In einer Höhe von 375 m ist dichter rosa Quarzporphyr einem breccieartigen bis konglomeratischen Tuff mit grossen Einschlüssen von dunkel-rotbraunen fluidalen Quarzporphyr unterlagert. 410 m hoch ist dieser Tuff in einem steilen Gehänge gut aufgeschlossen. Die eingeschlossenen Stücke ragen wie runde Knollen aus der Grundmasse hervor.

In einer Höhe von 420 m findet man rosa Quarzporphyr mit dunkelbraunen bis blauen Bändern, der höher bergaufwärts in blauen Quarzporphyr mit roten Bändern übergeht. Drei Meter über diesem blauen, von roten Bändern durchzogenen Quarzporphyr tritt der rosa fluidale Quarzporphyr wieder auf.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt keinen starken Wechsel in der Zusammensetzung dieser Quarzporphyre; am meisten wechselt noch die Grösse der Quarzminerale. Biotit kommt in einzelnen Gesteinen in kleinen Mengen vor, in andern jedoch nicht.

Das zuletzt erwähnte Gestein wird von dunkelgrauem fluidalen Porphyry überlagert, der mit den Gesteinen derselben Serie in Riva-S. Vitale vollkommen übereinstimmt und an dem Weg von Campione über Posero nach Gioscio immer wieder aufgeschlossen ist. Die Mächtigkeit dieser Gesteinsschichten beträgt 240 m.

Die obersten Schichten der Quarzporphyryserie, an dem Bergweg südlich von Arogno wechseln stark. In den wenig zahlreichen Aufschlüssen an diesem Weg findet man sowohl rote, als auch graue und grüne Gesteine, von denen sich einige bei der mikroskopischen Untersuchung aus Augitporphyrite herausstellten, während es sich in der Hauptsache um Tuffe handelte. In horizontaler Richtung kann man diese Gesteine nicht verfolgen, sodass weder ihre Ausdehnung, noch ihre stratigraphische Zugehörigkeit festgestellt werden konnte. Die totale Mächtigkeit der Schichte beträgt ungefähr 50 m.

An der Ostseite des Val Mara wird die Quarzporphyryserie auf gleiche Weise von Augitporphyrit unterlagert wie bei „Ai tre Sassi“. Die Mächtigkeit der Serie ist hier geringer (ca. 60 m), da diese im Osten durch die Uberschiebungsfläche des Liaspakets des Monte Generoso abgeschnitten wird.

Bei dem Kalkofen auf der Strasse von Melano nach Capolago tritt wieder Quarzporphyry zutage. Die Porphyrymasse ist durch Sedimente ganz von dem nördlich gelegenen Porphyry abgetrennt. FRAUENFELDER nimmt hier vertikale Verwerfungen an, längs denen sich die Sedimente, dem Porphyry gegenüber abgesenkt haben. Wie aus dem Kapitel über Tektonik hervorgeht, ist diese Ansicht jedoch nicht richtig und haben sich die Sedimente auf den Porphyry überschoben.

Schon SCHMIDT weist auf die Wichtigkeit dieses Aufschlusses hin und sagt (Lit. 24, S. 11): „Diese wenig ausgedehnte Porphyrymasse..... wird anormal von rhätischen Schichten überlagert.“ Dies ist sehr richtig beobachtet.

Dass diese Porphyrymasse in keinem Zusammenhang mit den übrigen Porphyren steht, ist nicht wahr. Die Quarzporphyryserie des Monte San Giorgio fällt nach Südosten ein und kann, ohne dass Störungen angenommen werden müssen, mit dem Quarzporphyry südlich von Melano verbunden werden (S. Prof. 8 und 9).

## 7. Die Granophyrdecke.

Der Granophyr, der westlich des Luganersees eine grosse Mächtigkeit erreicht (S. Lit. 18, 27), keilt gegen Osten rasch aus. Er kommt nur südlich von Porto Ceresio bei Besano, im Hügel von San Martino und bei Vignazza (S. Profil 10, 11), an dem schmalen Weg nach Besano vor. FRAUENFELDER (Lit. 9, S. 250), sucht im Zusammenhang mit der grobkörnigen Struktur des Gesteins, hier den Eruptionspunkt des Granophyrs. Meines Erachtens ist dies nicht richtig. Man befindet sich hier am südöstlichen Rand der Granophyrdecke, deren oberster Teil jedoch durch die Erosion verschwunden ist. Die hier vorkommenden Gesteine stammen also entweder von der Basis der Decke oder aus einem etwas höheren Niveau, Auch die Gesteine direkt über dem

Grundgebirge im westlichen Gebiet bei Cuasso al Monte sind grobkörnig. Die Körnergrösse des Gesteins hat also keinen Wert für die Bestimmung seiner ursprünglichen Lagerung.

Ausserdem wurde die Decke nach ESCHER, KUENEN und DE SITTE (Lit. 6, 7, bzw. 18, 27) durch Gänge im Nordwesten genährt, die in der Richtung von Brinzio nach Carona verlaufen.

Der Granophyr, der auf der Linie Brinzio-Carona ausströmte, wurde durch den schwarzen Porphy, der am San Giorgio bereits eine grosse Mächtigkeit erreicht hatte, in seinem Lauf nach Südosten aufgehalten.

Auch der Streichrichtung der Quarzporphyrgänge misst FRAUENFELDER Bedeutung bei. Dieser Beweisgrund ist jedoch ebenfalls nicht überzeugend, da man nach der Streichrichtung der Gänge die Lage des Eruptionspunktes ebensogut bei Rovio als bei Porto Ceresio suchen könnte.

### 8. Zusammenfassung.

Der rasche Wechsel zwischen Lavaströmen und Tuffablagerungen in der Porphyriserie weist darauf hin, dass man es im Gebiet des Monte San Giorgio und des Val Mara mit einer zentralen Eruption zu tun hat. Dabei ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass mehr als ein Vulkan zum Aufbau der Porphyrmasse beigetragen hat; für diese Annahme sprechen jedoch nur vereinzelte Tatsachen, die man auch auf Adventivkrater zurückführen kann.

Wenn man den Bau der Porphyrmasse im allgemeinen betrachtet, findet man eine Abnahme der Mächtigkeit und ein Auskeilen der Porphy- und Porphyritschichten im Südwesten bei Porto Ceresio (S. Prof. 8, 9, 10 und 11), während westlich vom Luganersee der Granophyr das Grundgebirge unmittelbar überlagert.

Gegen Osten nimmt die Mächtigkeit der Pyroxenporphyrit-, und Quarzporphyriserie zu, während die Zahl der Tuffzonen an der Westseite des Monte San Giorgio viel grösser ist als an der Ostseite und in der Umgebung des Val Mara. Bei Porto Ceresio beträgt die Mächtigkeit der Pyroxenporphyritserie ungefähr 200 m; die Quarzporphyriserie kommt weiter südlich nicht mehr vor. Am Monte Casolo beträgt die Mächtigkeit nicht einmal mehr als 100 m. Oestlich vom Monte San Giorgio im Val Battuta ist die Quarzporphyriserie schon mehr als 350 m mächtig, während südlich von Bissone der Pyroxenporphyrit eine Mächtigkeit von mehr als 400 m erreicht.

Das häufigere Auftreten von Tuffzonen im westlichen Teil, besonders in der Porphyritserie, weist darauf hin, dass die Lavaströme zu Anfang der vulkanischen Tätigkeit dieses Gebiet nicht erreichten. Um die zahlreichen Porphyriteinschlüsse in dem basalen Tuffit zu erklären, muss man jedoch annehmen, dass seit Beginn der Eruption Lava herausgeströmt ist.

Nordöstlich von Bissone fällt die Quarzporphyriserie  $24^{\circ}$  W.N.W. ein. Dieser Einfallswinkel ist aus den konstruierten Ost-West- und Nord-Süd-Profilen errechnet.



Wenn man die erwähnten Tatsachen zusammenfasst, so folgt daraus, dass sich der Eruptionspunkt (sofern nur einer bestand) ungefähr in der Umgebung von Rovio oder eher noch etwas nordöstlich davon befand. Im Jahre 1929 wurde die Umgebung von Rovio nochmals gründlich untersucht, jedoch ohne Erfolg. Etwas südöstlich von Bissone wurde (bei der mikroskopischen Untersuchung) in einer Höhe von 560 m ein grobkörniges holokristallines Gestein gefunden, das starke Uebereinstimmung mit einem Quarzdioritporphyr aufweist. Dieses kann als Gang- oder als Diatremagestein aufgefasst werden. In der Umgebung der Stelle, an der dieses Gestein gefunden wurde, ist die Moränenschicht mächtig und findet man nur einzelne Aufschlüsse, sodass man nicht mit Sicherheit feststellen kann, ob dieser Quarzdioritporphyr von einem Vulkanschlot herrührt.

Die äusserste Grenze, bis zu der noch Gesteine, die von dieser Eruption herrühren, vorkommen, verläuft folgendermassen: Mendrisio-Besano — etwas westlich von Porte Ceresio — durch den Luganersee nach Brusimpiano-Monte Salvatore—Monte Bré (?) (Lit. 2, v. BISTRAM). Die östliche Grenze kann nicht einmal schätzungsweise festgestellt werden, da die Porphyre von den Sedimenten überschoben sind und noch von diesen bedeckt werden.

Die Gesteine des Monte Arbostora entsprechen m. E. denen des von mir bearbeiteten Gebiets.

### III. HISTORISCHE UEBERSICHT.

Am Ende der hercynischen Faltung wurde das Gebiet um Lugano über das Meer gehoben und entstand durch die Erosion ein starkes Relief. Entweder sind aus der ersten Zeit nach der Hebung keine Gesteine zurückgeblieben oder muss die vulkanische Tätigkeit unmittelbar eingesetzt haben und kann der basale Tuffit als ein letzter Rest aus dieser Periode aufgefasst werden.

Jedenfalls setzte die vulkanische Tätigkeit nach der hercynischen Faltung und vor Beginn der Trias ein. Die vulkanischen Produkte häuften sich in den tiefer gelegenen Teilen der post-hercynischen Landschaft, wodurch sich ihr örtlich beschränktes Vorkommen bei Lugano erklärt. DE SITTER hat alle diese Verhältnisse in Blockdiagrammen dargestellt (Lit. 27, S. 200, Fig. 3).

Nach der Eruption des sogenannten schwarzen Porphyrs (Pyroxenporphyrit und fluidaler Quarzporphyr) wurde ein grosser Teil des Gebiets vom Granophyr überströmt. Nach der Bildung der Granophyrdecke liess die vulkanische Tätigkeit nach und setzte die zerstörende Wirkung der Erosion ein.

Oestlich vom Monte San Giorgio im Val Battuta ist in einer Höhe von 630 m ü. M. die von einem Konglomerat bedeckte Erosionsoberfläche schön aufgeschlossen. Auch in einem Seitental etwas nördlich von Albio kann man beide gut studieren. Grosse Porphyrgerölle (bis zu 30 cm) ragen in der steilen Talwand aus der gekitteten sandigen Grundmasse. Dieses Porphyrkonglomerat hat eine Mächtigkeit von 4 m und wird direkt von Sandstein- und Konglomeratbänken überlagert, von denen die untersten Konglomerate noch kleine Porphyrgerölle enthalten. 20 m über der Erosionsoberfläche fand FRAUENFELDER (Lit. 9, S. 256) in diesen Sandsteinen Myophorias und Gervillias. Diese Gesteine gehören also alle zur Trias, und sind Servinosandsteine und Konglomerate. Im Konglomerat, das dem Porphyr überlagert, wurden keine Fossilien gefunden; das Alter kann ebensogut oberpermisch als untertriadisch sein. Es kann also eventuell als Verrucano aufgefasst werden.

Westlich vom Monte San Giorgio findet man kein Porphyrkonglomerat mehr und wird der Servino unmittelbar von Porphyr unterlagert. Bei Serpiano fand FRAUENFELDER (Lit. 9, S. 257) Triasfossilien 5 m über dem Porphyr. Südlich von Serpiano finden sich im Servino an zahlreichen Stellen Barytgänge, die von SENN (Lit. 26, S. 255) beschrieben wurden. Bleiglanz kommt in diesen Gängen nicht vor. Die postvulkanische Tätigkeit dauerte bis zur Untertrias.

In der Umgebung des Val Mara blieb der Zusammenhang der Sediment- und Porphyrschichten nirgends gewahrt; der Porphyr wird

auf allen Seiten von Ueberschiebungs- und Aufschiebungsflächen begrenzt.

Nur an einer Stelle u. zw. nördlich von Campione (Prof. A) wird der Porphyr von Sandsteinen und Konglomeraten, die mit den Servinogesteinen des Monte San Giorgio übereinstimmen, begrenzt. Diese Gesteine fallen gegen Norden ein. Zwischen den Sedimenten und dem Porphyr findet sich eine Verwerfung. Nur in den obersten Schichten dieser Sandsteine und Konglomerate fand FRAUENFELDER (Lit. 9, S. 260) eine *Naticella costata*, v. MÜNSTER spec., die jedoch kein Leitfossil darstellt. Die Sandsteine und Konglomerate nördlich von Campione könnten ebensogut der Perm- als der Triasperiode angehören. Mit Rücksicht auf die absolute Uebereinstimmung dieser Gesteine mit den Servinogesteinen des Monte San Giorgio, sowie auf den geringen Abstand zwischen beiden Fundstellen, kann man so gut als sicher annehmen, dass die Sandsteine und Konglomerate nördlich von Campione aus der Trias stammen. Das San Martino-Konglomerat am Monte Salvatore gehört dann ebenfalls zum Servino.

Die Ostgrenze des Porphyrgebiets wird durch die Ueberschiebungsfläche der Raibler- und Liasgesteine gebildet. Ein genaue Beschreibung dieser Grenze folgt in dem Kapitel über die Tektonik (s. S. 360).

#### IV. DIE QUARZPORPHYRGÄNGE.

In dieses Kapitel wurde ausser den Einzelheiten über den Quarzporphyr selbst auch noch die Beschreibung kleiner tektonischer Erscheinungen mit aufgenommen.

Wenn in einer Porphyrmasse deutliche Leitschichten fehlen, ist es unmöglich Verwerfungen mit kleiner Sprunghöhe nachzuweisen. Die Quarzporphyrgänge, die infolge ihrer lichtroten oder helleren Farben sofort im schwarzen Porphyr auffallen, übernehmen diese Aufgabe. Besonders in der Umgebung des Val Mara erhält man bei der Beobachtung dieser Gänge einen guten Eindruck von der Kleintektonik. Die beiden Gänge am Monte San Giorgio zeigen dieselben tektonischen Erscheinungen, jedoch weniger auffallend, weshalb in diesem Kapitel mit den Gängen des Val Mara begonnen wird. In erster Linie werden die Gänge unterhalb Rovio am Sovagliabach behandelt.

Wenn man auf der Strasse von Melano nach Rovio bei der Brücke über die Sovaglia rechts in das Tal einbiegt, so erblickt man in der steilen Nordwand des Hügels P. 406 m ein Stück eines Quarzporphyrganges, das auf beiden Seiten von Verwerfungen begrenzt wird. In Fig. 2 (ein Südost-Nordwest-Profil durch den Bachriss der Sovaglia) ist die Nordwand dieses Hügels zu sehen. Ueberschreitet man den Bach, was bei niedrigem Wasserstand möglich ist, dann stellt sich heraus, dass hier ein mit  $50^\circ$  nach Westen einfallendes Gangstück vorhanden ist, das durch 2 Verwerfungen an beiden Seiten von dem Rest des Ganges abgeschnitten wird.

An dem Weg im Südwesten der Brücke steht ebenfalls Quarzporphyr an, während im Gehänge des Hügels P. 406 m überall unregelmässige Quarzporphyrmassen zu finden sind.

Da der Abfall des Hügels ungefähr  $45^\circ$  nach Westen beträgt, kommt dort der Quarzporphyr immer wieder unter seiner dünnen Porphyrdecke zum Vorschein.

Das dichte blaugraue Gestein, das an der Brücke ansteht und von dem KÄECH kurze Zeit annahm, dass es mit dem Quarzporphyr einen gemischten Gang bilde, ist ein trachytischer Porphyrit mit wenig dunkeln Gemengteilen (S. Fig. 8). Dieses Gestein kommt in diesem Gebiete auch an andern Stellen im Pyroxenporphyrit vor und kann also als dessen Fazies aufgefasst werden. Geht man weiter in das Tal hinein, dann findet man am Eingang des ersten nordwestlichen Seitentales wieder Quarzporphyr. In der Südwestwand dieses Seitental (Valetta) kommt der Quarzporphyr scheinbar deckenförmig im schwarzen Porphyr vor. In Wirklichkeit aber handelt es sich hier um einen mit ca.  $50^\circ$  nach W. einfallenden Gang, der durch das Tal in seiner Streich-

richtung angeschnitten wird. Tektonisch zeigt sich hier dieselbe Erscheinung wie in dem Hügel bei der Brücke. Unmittelbar am Eingang des Tals wird der erwähnte Gang durch 6 Brüche gestört, wodurch immer wieder ein westliches Stück gegenüber einem östlichen gehoben

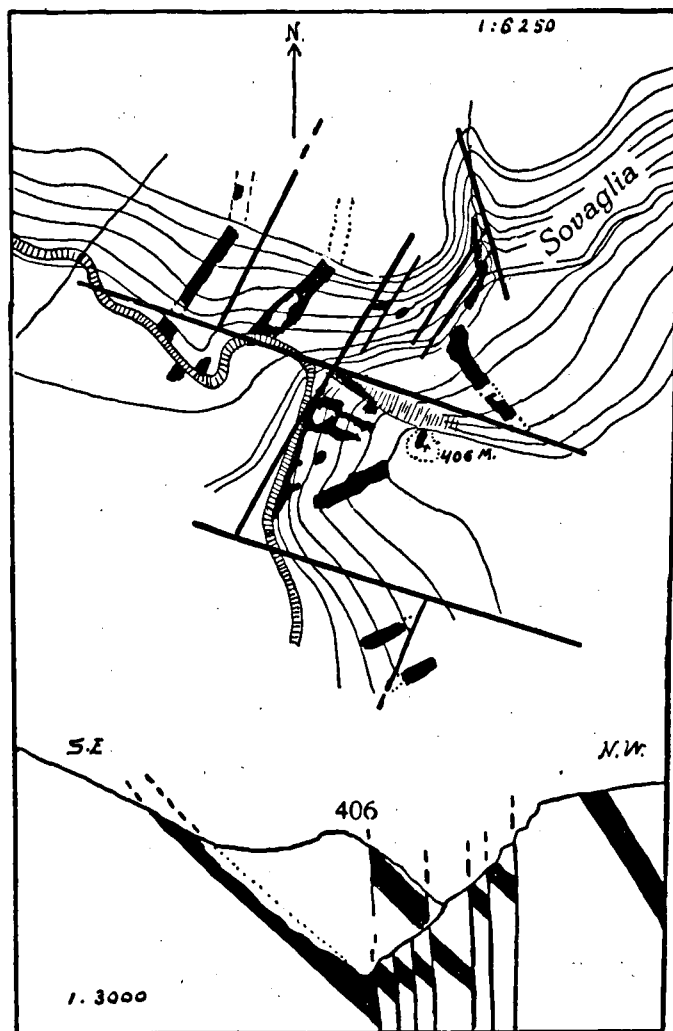


Fig. 2.

Karte und Profil des Sovagliatals.  
(Schwarz = Quarzporphyr).

ist, meist jedoch nur um einige dm. Weiter talaufwärts liegt der Gang aber 15 m über dem Bach, sodass hier eine Sprunghöhe von 12 m angenommen werden muss.

Das Seitental wird bald von einer steilen Wand abgeschlossen in der kein Quarzporphyr zu sehen ist; auch hier muss also eine Verwerfung angenommen werden.

Den erwähnten Quarzporphyrgang kann man bei niedrigem Wasserstand in der Sovaglia bis zu dem Quarzporphyrhügel, vor der steilen Wand des Hügels P. 406 m, verfolgen und von dort in südöstlicher Richtung gegen das Gehänge. Dieses Streichen nach Südosten ist jedoch nur scheinbar, da der Gang gegen Westen einfällt und man seinen Ausstrich sieht. Ostlich von dem Hügel P. 406 findet man den Gang nicht mehr. Diese Tatsache ist durch einen E.-W.-Verwerfung zu erklären, durch den der südliche Teil dem nördlichen gegenüber gehoben wurde.

An der Strasse, 10 m nach der Brücke, findet man wieder Quarzporphyr. Es handelt sich hierbei um einen 4 m mächtigen Gang, der gegen das Gehänge bis in die Wiese südlich von Rovio verfolgt werden kann. Dieser Gang mündet oberhalb der Brücke in die Wiese, woraus folgt, dass er ebenfalls nach Westen einfällt. Dasselbe gilt von dem Gange, der sich 45 m weiter, an der Strasse bei der scharfen Biegung findet; 3 m nach dieser Biegung steht rechts an der Strasse Quarzporphyr an. Gegen Norden kann man diesen Gang nicht verfolgen; in seiner Verlängerung tritt wieder Porphyrit auf. 10 m weiter steht links an der Strasse eine Quarzporphyrmasse an, die auch unter der Strasse in der Wiese zu sehen ist. Nach weiteren 20 m findet man rechts nochmals Quarzporphyr. Von dieser Stelle an führt ein Serpentinweg bergauf, in dem der Porphyrgang an zahlreichen Stellen aufgeschlossen ist. Die Verbindung mit dem Quarzporphyr an der Strasse ist jedoch von Moränen bedeckt. In der Wiese bei Rovio ist der Gang noch etwas aufgeschlossen; dort wurde eine Messung vorgenommen, um die Stelle zu bestimmen, an der der Gang die Ebene von Rovio erreicht. Hierbei wurde festgestellt, dass auch dieser Gang nach Westen einfällt u. zw. stärker als der vorige.

Meiner Ansicht nach bildeten alle diese Gangstücke ursprünglich einen einzigen Gang, der in seinen höhergelegenen Teilen weniger einfiel als auf geringerer Höhe. Bei der alpinen Faltung wurde dieser Gang durch Verwerfungen gestört, wobei immer ein westlich liegender Teil dem angrenzenden östlichen gegenüber gehoben wurde. Infolge des Einfallens nach Westen verschob sich also der Ausstrich aller westlichen Stücke gegen Westen. Nunmehr sieht man an Stelle eines Ganges scheinbar 3 bis 4 Gänge. Alle Stücke streichen N. 10° E.

Obige Ausführungen sind nicht zu beweisen, aber alle Beobachtungen weisen in dieser Richtung. Auf jeden Fall gibt es hier sowohl N.-S. als auch E.-W. Bruchlinien; beide Arten sind an manchen Stellen deutlich wahrzunehmen.

Das Gestein aller Gänge stimmt überein; es ist ein dunkelroter Porphyr mit grossen runden Quarzen und einigen bis zu 1 cm grossen Orthoklasen.

200 m weiter an der nach Westen führenden Strasse findet man noch einen Gang, dessen Streichen in dem Strassengraben gemessen werden kann wo es N. 20° E. beträgt. In einer Höhe von 420 m, in

der nächsten Wegbiegung ist dieser Gang wieder aufgeschlossen. Er fällt entweder sehr wenig oder überhaupt gar nicht ein.

In Rovio selbst ist unterhalb der Kirche ein Gang aufgeschlossen; hinter den ersten Häusern an der Strasse von Rovio nach Arogno wird ein mindestens 6 m mächtiger Gang erschlossen. Der Kontakt mit dem Porphyrit ist dort nicht zu sehen. Das Streichen des Ganges unterhalb der Kirche wird auf N. 50° E. geschätzt.

An der rechten Seite der Strasse nach Madonna kommen 3 Stücke eines Quarzporphyrganges vor, die auch auf dem schmalen Weg von Rovio nach Piazza Albana aufgeschlossen sind. Das Gangstück ganz nahe von Madonna kann man von dort an dem Weg nach Piazza Albana verfolgen; es weist mehrere Störungen auf.

Der Gang im Valle del Lembro unterhalb Giaro schneidet den Bachriss dreimal. Das Gestein zwischen den verschiedenen Gangstücken ist stark gebrochen; auch dort müssen Verwerfungen angenommen werden.

Auch die Gänge von Arogno sind durch zahlreiche Verschiebungen in Stücke geteilt. Am deutlichsten kann man dies an dem Gang beobachten, der dem Dorf am nächsten liegt, an der neuen Strasse von Arogno nach Campione. Westlich der Strasse ist der Zustand so, wie er in Fig. 3 dargestellt wurde. Das Einfallen des Ganges konnte nicht gemessen werden; fällt er senkrecht ein, dann müssen dort 2 Gänge bestehen, fällt er jedoch mit weniger als 90° ein, dann kann auch hier, ebenso wie in der Sovaglia nur ein Gang vorhanden sein, der durch Verwerfungen wiederholt ausstreicht.

Die 3 von HOFFMANN (Lit. 13, S. 105) beschriebenen Gänge an der Strasse zwischen Bissone und Maroggia bei dem zweiten Tunnel gehören ebenfalls zu 1 oder 2 Gängen, die durch Verwerfungen in Stücke geteilt wurden. In dem Porphyrit zwischen dem Quarzporphyr wurden Verwerfungsflächen mit Harnischen beobachtet. Der am weitesten südöstlich gelegene Gang teilt sich in einer Höhe von 320 m über dem Meeresspiegel in 2 Stücke, die sich weiter oben wieder vereinigen.

Es ist unmöglich, alle Gänge zu beschreiben, aber, wie aus der dieser Abhandlung beigelegten geologischen Karte hervorgeht, weisen auch noch andere Gänge Störungen durch Verwerfungen auf.

Ich habe viel mehr Gänge gefunden als FRAUENFELDER u. a. angibt.

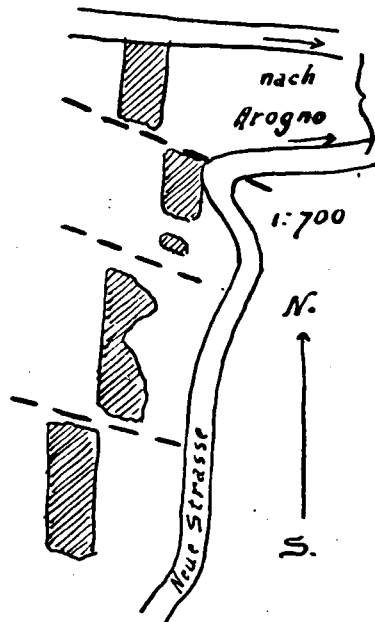


Fig. 3.

Der (östliche) Quarzporphyrgang von Arogno, am Weg nach Campione (Quarzporphyr = gestrichelt).

Der Gang bei Campione, den Taramelli (S. Lit. 31) als Verlängerung des Ganges am Monte Salvatore betrachtet, wurde aufgefunden, streicht jedoch N.-S. Ein Gang im Val Mara südlich von Devoggio, der von FRAUENFELDER angegeben wird, konnte wegen des hohen Wasserstandes des Baches nicht erreicht werden. Auf der Karte wurde er von FRAUENFELDER übernommen.

Am Monte San Giorgio kommen zwei Quarzporphyrgänge vor; auch in einer Höhe von ungefähr 600 m ü. M. wurden an zwei verschiedenen Stellen kleine Quarzporphyraufschlüsse gefunden, deren Streichen und Einfallen jedoch nicht gemessen werden konnte. Beide Stellen sind auf der Karte angegeben.

Der Gang, der am Wege etwas südöstlich von Punte di Poiana gefunden wurde, streicht N. 5° E. Man findet diesen Quarzporphyrgang wieder auf dem Nordwestgehänge, etwas oberhalb des Weingartens. Verfolgt man ihn gegen Süden, dann hält er plötzlich auf und tritt etwas höher am Gehänge wieder auf. Diese Erscheinung wiederholt sich einige Male, bis der Gang nordöstlich von Molino endigt. Die Brüche längs denen die Verschiebungen stattgefunden haben, sind nicht zu sehen. Dasselbe ist auch bei dem Gange an der Ostseite des Monte San Giorgio der Fall. Daraus kann man schliessen, dass überall in der Porphyrmasse des Val Mara und des Monte San Giorgio Verwerfungen vorkommen, längs denen Verschiebungen mit geringer Sprunghöhe stattfanden. ESCHER (Lit. 7, S. 731) beschreibt dieselbe Erscheinung am Monte Arbostora.

Aus vorstehenden Ausführungen geht deutlich hervor, dass die Porphyrmasse zurzeit der alpinen Faltung als starre Masse dem tangentialen Druck widerstanden hat und dadurch total zerklüftet ist.



## V. TEKTONIK.

Ueber die Tektonik des kartierten Gebiets war bisher nur wenig bekannt. Die tektonische Linie, die den Porphyry im Osten begrenzt, hat bereits seit langem die Aufmerksamkeit erregt und der Unterschied im geologischen Aufbau der östlich und westlich von dieser Linie gelegenen Teile, wurde sofort festgestellt. Eine Erklärung dafür findet sich nur bei FRAUENFELDER; wie im Nachstehenden ausgeführt wird, kann ich seiner Erklärung nicht beistimmen. Die Verwerfungen von Serpiano und in der Umgebung von Porto Ceresio befinden sich alle in den Sedimenten oder auf der Grenzlinie zwischen Sedimenten und Porphyry, wo man sie deutlich wahrnehmen kann (Profile 8, 9, 10 und 11).

Bei der Beschreibung der Quarzporphyrygänge wurde bereits die vollständige Zerklüftung der Porphyrymasse hervorgehoben.

Verwerfungen mit grösserer Sprunghöhe konnten nur dann beobachtet werden, wenn 2 oder mehrere verschiedene Serien daran beteiligt waren und die Schichtungsfläche dieser Serien an beiden Seiten der Verwerfung festgestellt werden konnte.

Hier sind die Verwerfungen von Serpiano und Porto Ceresio zu erwähnen, die von FRAUENFELDER, bzw. von SENN gut beschrieben wurden. Infolge der Bedenken, die gegen das geologische Kartieren längs der Grenze zwischen der Schweiz und Italien, auf italienischem Grundgebiet, geäußert wurden, war es schwierig festzustellen, ob sich die erwähnten Verwerfungen im Porphyry fortsetzen. Im R. del Poncini, unterhalb Monte Casolo findet man in einer Höhe von 540 m ü. M. Pyroxenporphyrit und fluidalen Quarzporphyry auf gleicher Höhe in der Südwand des Tals. Die Verwerfung ist nicht aufgeschlossen, da zwischen den beiden Gesteinen Moränenmaterial eingelagert ist.

Unterhalb Serpiano wurde eine Verwerfung beobachtet und gemessen. Der südwestliche Teil ist an dieser Verwerfung dem nördlichen gegenüber um ca. 100 m gehoben, wodurch die unterste Tuffserie Südwest von Serpiano zu Tage tritt.

Bei Bissone muss ebenfalls eine Verwerfung mit grosser Sprunghöhe bestehen, durch die der südliche Teil dem nördlichen gegenüber gehoben wurde. Wie auf der Karte kenntlich ist, beginnt die Quarzporphyryserie nördlich von Bissone in einer Höhe von 390 m, während sie südlich des Dorfes erst in einer Höhe von 600 m auftritt. Die Sprunghöhe beträgt hier ungefähr 120 m. Im Val Mara konnte ich diese Verwerfung nicht finden, sodass ihre Verlängerung nach Osten hypothetisch ist. Diese Verwerfung bildet die südliche Grenze der vierten Schuppe (S. Fig. 5).

Das interessanteste tektonische Element in meinem Gebiet ist die tektonische Linie, die die Ostgrenze des Porphyrgebiets bildet, die sogenannte „Luganer Hauptverwerfung“ FRAUENFELDERS (Lit. 9, S. 343). Bisher wurde diese Linie in den Profilen als absolut vertikaler Verwerfung dargestellt. Dies ist jedoch unrichtig. SETZ (Lit. 25, S. 533) war der erste, der ein Einfallen der Bruchfläche nach Osten gemessen hat und vermutet, dass dies überall der Fall sei.

In der Tat lässt bereits eine oberflächliche Betrachtung dieser Linie im Zusammenhang mit der topographischen Beschaffenheit des Terrains ein Ostfallen vermuten. Sieht man nicht beim ersten Blick auf die Karte, dass die Bruchlinie bei allen Seitentälern ungefähr den Höhenlinien im Tal folgt? Sowohl im Valle di Lembro als im Sovagliatal und in der Schlucht von Melano sieht man ein Einbiegen nach Osten.

Bei Giaro im Valle di Lembro ist es mir gelungen das Einfallen der Fläche zu messen; es beträgt  $50^\circ$  nach Osten (S. Prof. 3, 4, 5 und 6).

Auch im Sovagliatal kann man etwas von dem Einfallen bemerken, wenn man von Melano aus über die Schutthänge talaufwärts bis zum Wasserfall geht. Bei hohem Wasserstand ist dies jedoch unmöglich.

FRAUENFELDER setzte sich über diese Schwierigkeiten hinweg, indem er das Umbiegen nach Osten verfallen liess und Nordwest-Südost-Querwerfungen annahm, die jedoch nirgends zu finden sind. Das Einfallen der Bruchfläche lässt schon vermuten, dass man es hier nicht mit einem gewöhnlichen Bruchverschiebung zu tun hat. Wirklich zu zweifeln beginnt man erst, wenn man das Valle Viganale hinter Melano besucht (S. Fig. 4). Dort sieht man eine viel grossartigere tektonische Erscheinung als zwei sich rechtwinklig schneidende Verwerfungen, wie FRAUENFELDER dies annimmt. Dadurch, dass er diesen vertikalen Querbruch annahm, übersah FRAUENFELDER eine der interessantesten Erscheinungen in der südalpiner Tektonik zwischen dem Luganer- und Comersee.

Bereits SETZ (Lit. 25, S. 533) bemerkte bei dem Wasserfall ein Einfallen nach Osten, während er imstande war, in der Westwand der Schlucht bei Melano ein Einfallen von  $50^\circ$  W. zu messen, was mir nicht gelungen ist; schätzen kann man das Einfallen auf den ersten Blick. Wenn man in der Wiese gegenüber der Osteria stromaufwärts von Melano auf der Nordseite des Tales steht, hat man eine ausgezeichnete Uebersicht über die ganze Ueberschiebungsfläche.

Die Grenze zwischen Porphyr und Lias wird von einer Breccia gebildet, in der sowohl Lias- als auch Porphyrgesteine vorkommen (S. Fig. 4 und Prof. 7). Dank der lichten Farbe dieser Grenzmasse kann man sie leicht über der dunkeln Porphyrmasse verfolgen (Fig. 4) und sieht sie von der Osteria, wo sie auf gleicher Höhe mit dem Wege liegt, nach Süden steigen und regelmässig nach Osten umbiegen, wo sie in der steilen Wand unterhalb der Kirche von Castelletto in einer Höhe von ca. 370 m horizontal ausstreicht. Hier fällt die Ueberschiebungsfläche in der Richtung des Tauchens der Faltenachse nach Süden ein. Weiter östlich fällt die Mylonitzone ein und verschwindet hinter den Bäumen, kommt jedoch unterhalb des Wasserfalls in einer Höhe von 320 m wieder im Bacriss zum Vorschein. Hinter der Osteria stehen die dünngeschich-

teten Liaskalke ungefähr senkrecht auf der Ueberschiebungsfläche an.

Durch die Ueberschiebung entstanden in den obersten Porphyrschichten fast horizontale Verwerfungen, die an dem Quarzporphyrgang südlich der Osteria gut zu beobachten sind. Man findet diesen Gang an drei verschiedenen Stellen, wobei zu bemerken ist, dass er durch sehr flach einfallende Bruchfläche von seiner Basis abgeschnitten wurde.

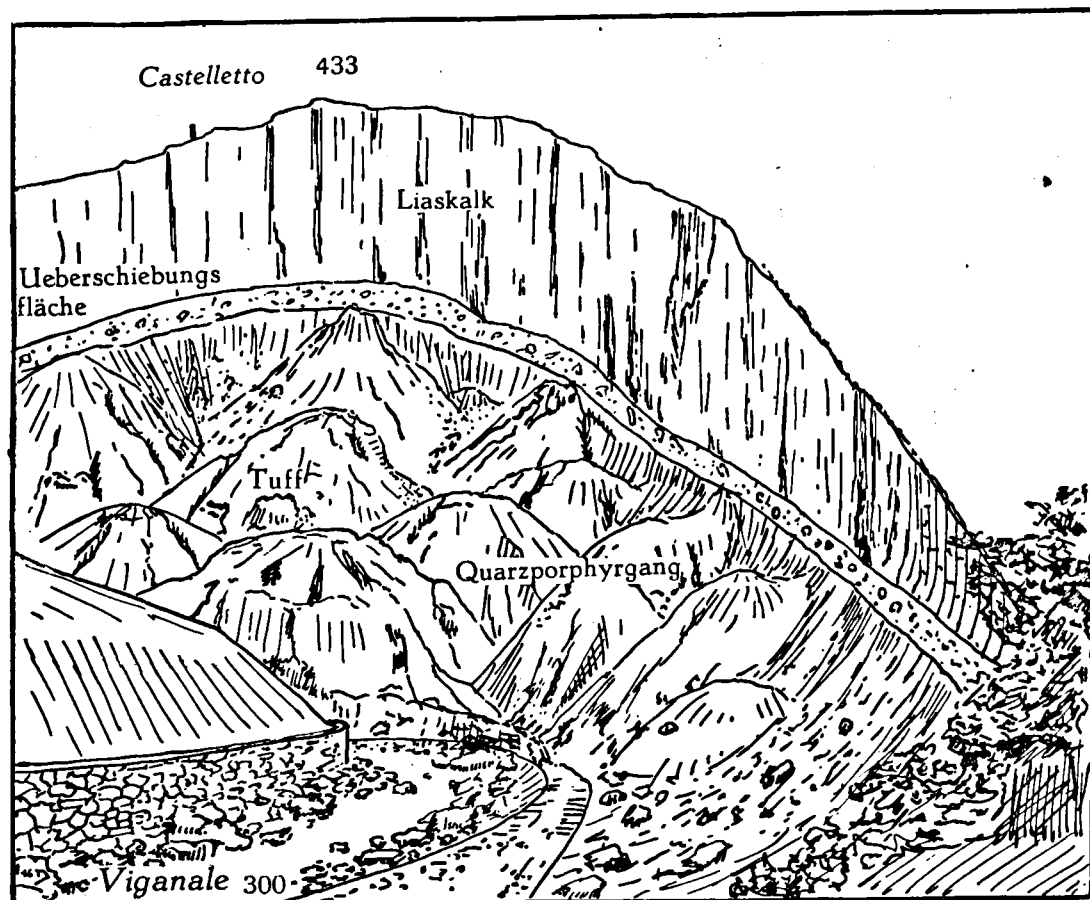


Fig. 4.

Die Schlucht von Melano; Blick von der Osteria nach Süden  
(Zeichnung etwas schematisch).

Geht man auf dem Fusspfad (auf der Nordseite des Baches) bis zum Wasserfall, dann findet man wieder den Ueberschiebungshorizont im Bachriss. Ungefähr 10 m südlich des Wasserfalls steht über dem Bachschutt ein feingeschichtetes mergelartiges Gestein an, das eine prachttvolle sekundäre Fältelung aufweist.

Es ist nicht möglich zu zweifeln! Hier sieht man die Ueberschiebungsfläche des Lias über den Porphy.

Die Triasgesteine sind tektonisch ausgequetscht und kommen als Linsen auf der Ueberschiebungsfläche vor. Das erwähnte mergelartige Gestein gehört den Raibler Schichten an und stellt, wenn nicht die einzige, dann doch die bedeutendste Gleitzone in den Generosogesteinen dar. Es war mir nicht möglich, andere Gesteinsreste zu erkennen, da hierfür ein spezielles Studium der Kalk- und Dolomitschichten erforderlich wäre. FRAUENFELDER sagt hierüber: „In der Ecke, wo sie (die N.-E. Querverwerfung) mit der Hauptverwerfung zusammenstösst, erschienen infolge Schleppung in ausgequetschten Linsen Gesteine der gesamten Trias, sowie Unterliasischer Hierlatzkalk.“

Klettert man nördlich des Wasserfalls an der steilen Liaswand gegen den Schutthang bergauf, dann findet man 20 m oberhalb des Baches wieder das gefaltete mergelartige Gestein, während unmittelbar darunter Porphyry zutagetritt. Die Mylonitzone befindet sich also überall im Hangenden des Porphyry und folgt seiner unebenen Oberfläche. Alles dies beweist deutlich, dass die Liasschichten dem Porphyry überschoben sind, während die dazwischenlagernden Schichten (Trias) tektonisch ausgewalzt sind.

Südlich von Melano zwischen Villa Aita und Ronco, bei der Kalkfabrik, findet sich noch einmal Porphyry zwischen den Sedimenten. Er besitzt hier die Fazies des fluidalen Quarzporphyry vom Monte San Giorgio. Auch an dieser Stelle zeichnet FRAUENFELDER vertikale Verwerfungen mit N.W.-S.E.-Streichen ein. Die Ueberschiebungsfläche wird den Blicken durch grosse Schutthänge überall entzogen, muss jedoch ungefähr horizontal streichen, oder schwach nach Osten einfallen. Möglicherweise bestand hier ein besserer Aufschluss, als SCHMIDT (Lit. 24, S. 11) diese Gegend im Jahre 1889 besuchte und die anormale Lagerung der Sedimente über dem Porphyry beobachtete. Nördlich von dieser Porphyrymasse wird der Lias noch von Hauptdolomit und Hierlatzkalk unterlagert.

Weiter östlich taucht der kristalline Untergrund unter und nimmt die Mächtigkeit des Porphyry ab. Hier sind vielleicht Triasgesteine, wenn auch tektonisch gestört, dem Lias unterlagert.

## VI. ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN UEBER DIE TEKTONIK.

Nach dieser detaillierten Beschreibung der verschiedenen Beobachtungen kann zur allgemeinen Tektonik des ganzen Gebiets übergegangen werden.

Es wurde bereits wiederholt auf den Unterschied im tektonischen Aufbau zwischen dem östlichen (Generosogebiet) und westlichen Teil (Porphyrgbiet) hingewiesen. Dieser Unterschied besteht tatsächlich, ist jedoch auf andere Ursachen zurückzuführen, als man früher annehmen zu müssen glaubte. Im westlichen Teil liegt der kristalline Untergrund mit den Porphyren fast ganz von Sedimenten entblösst an der Oberfläche, während im Osten mächtige Sedimentpakete auf diesen Untergrund überschoben und dadurch teilweise in ihren untersten Lagen ausgewalzt sind.

Es ist mir natürlich unmöglich ein deutliches Bild der Tektonik des östlichen Gebiets zu geben, da hierzu persönliches Studium und Kartieren dieses Gebiets erforderlich wäre. Ausserdem wäre hierfür eine neue eingehende Aufnahme des ganzen Gebiets zwischen Lugano und Como erwünscht, hauptsächlich jedoch der Tektonik und Geologie des Gebiets nördlich der Linie Lugano-Porlezza-Menaggio und besonders der Grenze (Aufschiebung) zwischen dem nördlichen kristallinen Massiv und den südlich vorgelagerten Sedimenten.

Die von W. nach E. streichende Verwerfung, die sich von Sasso Grande bis nördlich von Menaggio fortsetzt (v. BISTRAM, Lit. 2, S. 52, SEITZ, Lit. 25, S. 544—559) bildet die westliche Verlängerung der grossen orobischen Ueberschiebung (Aufschiebung), die östlich des Lago di Como in den Bergamasker Alpen den Hauptfaktor der Tektonik ausmacht.

In diesem Gebiet wurden kürzlich im Zusammenhang mit der Tektonik der Südalpen sehr wichtige Erscheinungen nachgewiesen. Besonders die Publikation WENNEKERS (Lit. 32, S. 293) gibt eine Uebersicht hiervon. Das ganze Gebiet östlich vom Luganersee gehört dieser tektonischen Einheit an. Die Profile FRAUENFELDERS (Lit. 9) liefern bereits den Beweis hierfür.

Nach dem Studium der Literatur über die Tektonik dieses ganzen Gebiets (vom Lago Maggiore bis östlich des Lago di Como) erschien es mir praktisch, daraus im Zusammenhang mit den Beobachtungen in meinem Gebiet einen Schluss zu ziehen.

### A. Das östliche Gebiet.

In der Umgebung des Val Brembo und des Valle di Carisole (Lit. 32) ist der Gneis nach Süden auf die Sedimente überschoben, wodurch in

diesen Sedimenten zum Teil Schuppen entstanden sind (Perm-Trias), zum Teil Ueberschiebungen über Gleitzonen stattfanden (Muschelkalk-Esino). Letzteres hat auch schon FRAUENFELDER im Sighignola-Generosogebiet gefunden.

Die Ueberschiebungsfläche des Gneis fällt im Brembo-Gebiet flach nach Norden ein. Weiter westlich wird das Einfallen steiler. Am Comosee östlich von Bellano tritt hierin schon eine Aenderung ein. Die Verwerfungsfläche wird vertikal und biegt dann um, sodass sie gegen Süden einfällt. Dieses Gebiet wird gegenwärtig von BUNING aus Leiden kartiert; die Publikation wird in kurzer Zeit in Druck erscheinen.

Westlich vom Comosee findet man diese Ueberschiebung wieder nördlich von Menaggio und besonders SERTZ (Lit. 25) hat hier wichtige Arbeit geleistet, indem er mit grosser Genauigkeit Streichen und Einfallen dieser Ueberschiebungsflächen gemessen hat. Die Grenze zwischen Gneis und Sedimenten ist hier jedoch fast überall von Schutt bedeckt. Nach seiner Ansicht richtet sich das Ausstreichen nicht nach der Topographie des Terrains, woraus er sehr richtig ableitet, dass diese Fläche vertikal steht. Aus den kleinen Karten in seiner Publikation geht nicht hervor, ob dies wirklich für die ganze Strecke vom Comosee bis zum Monte Bré zutrifft. FRAUENFELDER lässt jedoch die Ueberschiebungsfläche am Sasso Grande nach Norden einfallen. Auch aus der Karte von Negri und Spreafico (Blatt XXIV, 1:100000) könnte man sich stellenweise für ein Nord- oder Südfallen entschliessen (s. hierüber auch die Karte von v. BISTRAM, Lit. 2).

Was ist nun die Ursache dieser Veränderung in der Einfallsrichtung der Ueberschiebungsfläche?

In der Umgebung der Brembo ist Gneis auf die Sedimente überschoben, weiter westlich ist dies scheinbar nicht der Fall, während die südlich von dieser Stelle lagernden Sedimente doch verschoben sind. Nun befindet man sich im Westen (Lugano) in einem tieferen Niveau des kristallinen Untergrunds als im Osten, wo er noch von mächtigen Sedimentpaketen überlagert wird. Die Aufschiebungsfläche der Gneiszone steht nach WENNEKERS Profile (Lit. 32) in den tieferen Teilen steiler als in den höheren, sodass wir tatsächlich in der Umgebung von Lugano ein steileres Einfallen der Fläche annehmen dürfen. Diese Steilstellung der Aufschiebungsfläche entstand durch spätere stärkere Zusammenpressung des Untergrundes. Während der alpinen Faltung wurden die Sedimente also vom Gneis überschoben; dies war die Ursache des tangentialen Drucks, durch den in den Sedimenten des Vorlandes, bzw. Rücklandes Verschiebungen und Faltungen stattfanden (S. Fig. 5 bzw. 6).

Es ist auch möglich, dass eine zweite Aufschiebung, weiter nördlich im Gneis vorkommt.

Die Ueberschiebungsfläche der Monte Bré-Generoso-Masse fällt auf allen Seiten nach Osten ein; es wurden dort keine älteren Sedimente als Raibler-Schichten gefunden, ausgenommen einige kleine Linsen in der Nähe von Melano und nördlich der Linie Campione-Menaggio; der Servino ist hier immer von Verwerfungen begleitet, was auf Ueberschiebungen über den Servino hinweisen dürfte. Man kann annehmen,



dass die Sedimentpakete (Servino-Muschelkalk, Raiblerschichten-Hauptdolomit und Rhät-Lias) über gewisse Gleitzonen u. zw. über Servino (?), Raibler- und rhätische Schichten überschoben sind.

FRAUENFELDER hat dies bereits für die Raibler- und rhätischen Schichten angenommen. Er musste jedoch, um das Verschwinden der Schichten vom Servino bis einschliesslich zum Hauptdolomit zu erklären, eine Sprunghöhe von ca. 1000 m für die Luganer Hauptverwerfung annehmen. Wenn man eine Ueberschiebung annimmt, ist dies nicht nötig, da dann diese Schichten tektonisch reduziert sein können. Einen Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme liefern die Beobachtungen in der Schlucht von Melano. Man könnte Bedenken dagegen erheben, dass Schichten in einer Mächtigkeit von ca. 1000 m bei der Verschiebung ausgequetscht sein sollen; aber, wenn man einen Blick auf die geologische Karte wirft, dann sieht man, dass dieses Verschwinden des Servino-Hauptdolomitpakets gerade an der Stelle erfolgt, an der der Porphyry seine höchste Lage erreicht. Hierin kann eine tektonische Ursache für das Fehlen der Triasschichten liegen.

Studieren wir nun erst den tektonischen Aufbau des Untergrundes! (S. Fig. 5 und 6).

In grossen Zügen stimmt dieser mit der Darstellung in den Profilen FRAUENFELDERS überein (Fig. 5 A); auch dieser scheint bereits Schuppen im Untergrund zu vermuten, da er die Verwerfungsflächen nach Norden einfallen lässt. Seine Interpretation dieser Schuppen erfolgt mit Rücksicht auf die Lagerung der Sedimente. Im Zusammenhang mit der von mir im Porphyry nachgewiesenen Verwerfung von Bissone, wird das steile Nordfallen des Untergrundes, das FRAUENFELDER zwischen Bissone und Campione in seinen Profilen einzeichnet (Fig. 5 A), hinfällig und durch eine Verwerfung ersetzt, durch die 2 Schuppen (IV und V in Fig. 5 B) statt einer entstehen.

Am Sasso Grande nördlich des Monte Bré ist der Gneis auf die Sedimente überschoben oder richtiger gesagt, sind die Sedimente dem Gneis unterschoben. Der Hauptdolomit und die rhätischen Schichten des Sasso Grande bilden eine Synklinale mit einem nach Norden flach einfallenden Südschenkel. Unterhalb des Monte Boglia liegen diese Schichten höher und muss man die erste Schuppe annehmen (Fig. 5 B). Zwischen dem Monte Boglia und dem Monte Bré findet man die zweite Schuppe, die höher liegt als die erste. Die dritte liegt tiefer, beginnt unterhalb des Ostarms des Luganersees bei Caprino und endet nördlich von Campione. An der Nordseite des Monte San Salvatore liegt der Gneis der zweiten Schuppe gegen das San Martino-Konglomerat aufgeschoben, und verursacht das Südfallen der nördlichen Salvatore-Sedimente.

Die vierte Schuppe beginnt bei Campione und endet bei Bissone. Diese liegt viel höher als die dritte, weshalb Servino und Muschelkalk der dritten Schuppe bei Campione nach Norden einfallen. Die fünfte Schuppe weist eine schwache Wölbung ihrer Oberfläche auf und fällt südlich einer E.W.-Linie durch Rovio mit ca. 30° nach Süden ein. Sie beginnt bei Bissone und liegt dort wieder höher als die vierte. Die sechste Schuppe unterhalb San Pietro ist problematisch und von den



Profilen FRAUENFELDERS übernommen, während südlich davon das eigentliche Rück-, bzw. Vorland beginnt.

Alle diese Schuppen bestehen aus Grundgebirge plus Porphy, und werden nördlich von Campione ebenso wie am Salvatore vom Servino-Muschelkalk-Paket ungestört (?) überlagert, während diese Schichten unter dem Lias des Generoso verschwunden sind. Ob auch im Servino-Muschelkalk-Paket Bewegungen in Bezug auf den Porphy stattfanden, lässt sich nicht feststellen. Bei Campione und am Salvatore erscheint dies unwahrscheinlich, während eine solche Bewegung im Generosopakete wohl angenommen werden muss. Das Raibler-Hauptdolomit-Paket ist sicherlich über Gleitzonen in die Raiblerschichten verschoben, was nördlich von Arogno bereits von FRAUENFELDER festgestellt wurde; dasselbe gilt für das Rhät-Liaspaket.

Wie ist nun das Vorkommen der Raibler-Hauptdolomit-Schichten am Monte Sighignolo zu erklären? FRAUENFELDER nimmt hier, trotz der von ihm festgestellten horizontalen Verschiebung in den Raiblerschichten, doch vertikale Verwerfungen an.

Die Raibler- und Hauptdolomit-Schichten lagern hier auf Schuppe III und IV; über Schuppe III auf Muschelkalk und Servino und über Schuppe IV unmittelbar auf Porphy (bei Arogno). Die Schuppen müssen also bestanden haben (in ihrer gegenwärtigen oder in anderer Gestalt) bevor die Ueberschiebung des Raibler-Hauptdolomit- und Rhät-Lias-Pakets eintrat.

Während der Ueberschiebung dieser Pakete war der Untergrund sehr unregelmässig (Schuppen). Darum blieben die Sedimente über den tieferliegenden Schuppen zurück, eingeklemmt zwischen der davor- und dahinterliegenden Schuppe (Servino-Muschelkalk bei Campione und am Salvatore). Die Raibler-Hauptdolomit- und Rhät-Lias-Pakete schoben sich über die Gleitzonen der Raibler- und rhätischen Schichten weiter. Durch die noch höhere Lage der Schuppe V blieb auch das Raibler-Hauptdolomit-Paket bei Arogno vor dieser Schuppe (V) stecken (S. Fig. 5 B). Nur das Rhät-Lias-Paket schob sich weiter. Die Triasgesteine, die die Schuppe V überlagerten, wurden zum Teil durch die Rhät-Lias-Ueberschiebung mitgerissen und tektonisch ausgequetscht, oder in dem tiefer gelegenen Vorland südlich von Mendrisio abgelagert (südlich von Bella Vista können Triasgesteine noch dem Lias unterlagert vorkommen). Die Ueberschiebung hätte dann aber mindestens 7 km betragen müssen.

Bisher wurde die von FRAUENFELDER sogenannte „Blattverschiebung Pugerna-Alpe di Melano-Bella Vista“ (Lit. 9, S. 351) nicht berücksichtigt. Nur der erste Teil (Pugerna-Arogno) wurde hier als Ueberschiebung erklärt (S. Fig. 5 B und Prof. 1 und 2). FRAUENFELDER interpretiert diese tektonische Fläche als Blattverschiebung. Auch diese Linie folgt einigermaßen der Topographie, und fällt vermutlich ebenfalls nach Osten ein. Neue Feldaufnahmen wären hier erforderlich. Wenn sie tatsächlich einfällt, dann ist die Liasmasse des Generoso auf Lias überschoben. Hierdurch wäre das Vorkommen des eingeklemmten Hauptdolomits und Lias oberhalb Rovio zu erklären.

Was die Tatsache anbelangt, dass die westliche Liastafel keine

Faltung aufweist, so muss die Erklärung hierfür in dem Fehlen eines von Norden her wirkenden tangentialen Drucks im westlichen Gebiet gesucht werden, das im Folgenden behandelt werden wird.

Die orogenetische Stosskraft wirkte nur von Nordosten, sodass nach Entstehung der Ueberschiebungsfläche Alpe di Melano-Bella Vista keine grosse Kraft mehr auf die westliche Liastafel übertragen wurde und nur in der Sedimentmasse östlich dieser Ueberschiebungsfläche Falten (Aufschiebungen) entstehen konnten.

Die von FRAUENFELDER angenommene Faltung erscheint mir zum Teil unwahrscheinlich und dürften wohl Aufschiebungen in Frage kommen. Die Verwerfung, die er in der Antiklinale von Bella Vista zeichnet (Fig. 5 A), weist darauf hin. Mit Sicherheit kann man dies jedoch nur durch Beobachtungen an Ort und Stelle feststellen.

Schliesslich möchte ich noch darauf hinweisen, dass östlich der sogenannten „Blattverschiebung Alpe di Melano-Bella Vista“ die ganze Trias sehr wohl den Liasschichten unterlagert sein kann.

## B. Das westliche Gebiet.

Im westlichen Gebiet können wir die Aufschiebung des Gneises auf das südliche Gebiet bis über den Lago Maggiore hinaus verfolgen. In den Profilen HARLOFFS (Lit. 11; Luino-Ponte Tresa) wird die Aufschiebungsfläche vertikal angegeben, doch sind die Sedimente auch hier zwischen Schuppen eingeklemmt. So wird die Nordgrenze des Porphyrgebiets auf beiden Seiten des Valganna auch von Verwerfungen begleitet. Wahrscheinlich sind dies keine Ueberschiebungen sondern die Verwerfungsflächen, die die Schuppen begrenzen.

An der Südseite des Porphyrgebiets lagern die Sedimente jedoch ungestört. MARIANNI glaubte wohl bei Arzo horizontale Verwerfungen zwischen Lias und Hauptdolomit zu sehen, aber nach einem Besuch an Ort und Stelle, stimme ich FRAUENFELDER u. a. vollkommen bei, die dort eine deutliche Transgressionsfazies feststellten. Warum weisen dort die Servino-Lias-Sedimente keine Störung auf? Oder ist die grosse Ueberschiebung über diese Sedimentmasse hinweggegangen! Dies ist nicht wahrscheinlich, da ein so grosses tektonisches Ereignis doch auf der unterlagernden Masse seine Spuren zurückgelassen hätte. In dieser hätten sicher Bewegungen stattgefunden; davon ist jedoch absolut nichts zu bemerken.

Für diese Erscheinung sind 2 Erklärungen möglich:

1. An dieser Stelle wirkte keine tangentielle Kraft, eine sehr unwahrscheinliche Annahme, da dann die Ueberschiebung des Gneises auf die Sedimente im Westen plötzlich hätte aufhören müssen, während im Untergrund doch Schuppenbildung stattgefunden hat.

2. Es wirkte wohl ein tangentialer Druck von Norden her, der sich aber nicht nach Süden in die Sedimente fortsetzte. Wie kann man dies aber erklären? Die Lösung kann nur darin gefunden werden, dass in den Sedimenten in horizontaler Richtung eine Unterbrechung ent-

standen war. Die Ercsion muss vor der Faltung oder jedenfalls bei Beginn derselben die Sedimente bereits tief zerschnitten haben. Von diesen Sedimenten müsste man dann Reste in den südlich gelegenen Oberkreide- oder Eocänschichten antreffen und tatsächlich fand RASSMUS (Lit. 22, S. 95 und 126) bei Sirone im Senon Lias-, Trias- und Porphyrgerölle, die seiner Ansicht nach aus der Umgebung von Lugano stammen. Im Senon wäre dann also das Gebiet von Lugano schon bis zum Porphy zerschnitten.

Die in Punkt 2 gegebene Erklärung stimmt am besten mit den Tatsachen überein.

Die Schuppenbildung im westlichen Teil entspricht der im Osten. Die Antiklinale des Campo dei Fiori stimmt mit Schuppe V überein, woraus auch der Monte San Giorgio aufgebaut ist. Die Oberfläche dieser Schuppe ist einigermaßen gewölbt, im Westen stärker als im Osten. Ihre Südgrenze ist auf der geologischen Karte von Negri und Spreafico (Blatt XXIV) deutlich zu sehen; das Gebiet südlich dieser Grenze liegt tiefer und auf der Grenze tauchen alle Gesteine bis zu den Lias- und Kreideschichten unter die jüngeren Ablagerungen. Am Lias kann man die Grenze am deutlichsten kontrollieren. Sie verläuft von Arolo am Lago Maggiore über Garivate-Arcisate-Mendrisio-Morbio-Como-Casella bis weit östlich vom Lago di Garlate (das Südostende des Comosees).

Die Schuppenbildung (s. Schema Fig. 6) ist durch Unterschiebung des Vorlandes der Südalpen entstanden. Hierdurch wurde der Nordrand dieses Vorlandes (das südliche Gebiet) zerrissen. Die Schuppen finden sich also nur in dem obersten Teil des Randes. Die Gneise des alten hercynischen Gebirges sind aber an der Schuppenbildung beteiligt.

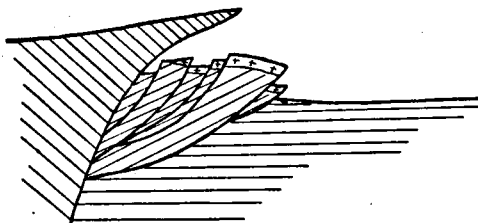


Fig. 6.

Der Schuppenbau am Nordrande des (südlichen) Vorlandes. Die einzelnen Schuppen bestehen aus Gneis und Porphy.

In WENNEKERS Tektonogramm der Bergamasker Alpen (Lit. 32, S. 328) wird das Grundgebirge (Gneis ohne Porphy) als eine glatt gewölbte Oberfläche dargestellt, während der Porphy und die verschiedenen überlagernden Sedimentpakete Schuppen bilden. Ich vermute jedoch, dass hier auch im Untergrund Schuppen vorkommen. Auch der Porphy ist in den Bergamasker Alpen über den hercynischen Untergrund überschoben, was bei Lugano sicher nicht der Fall ist. In den einzelnen Schuppen bilden Gneis und Porphy ein Ganzes, über das die Sedimente überschoben sind. Möglicherweise ist das Servino-Muschelkalk-Paket stellenweise nicht überschoben. Raibler- und rhätische Schichten wurden sicher als Gleitzonen beobachtet.

Die Entdeckung der Ueberschiebungsfläche im Viganale bei Melano, veranlasste mich, im Zusammenhang mit dem Studium der Literatur

über die Bergamasker Alpen, die Alta Brianza und die Umgebung von Lugano, eine ausführlichere Betrachtung über die Tektonik zu geben. Soweit das Porphyrgelände in Frage kommt, beruhen alle Angaben auf eigenen Beobachtungen. Ausserdem wurde die Tektonik an Hand von Profilen, Karten und von früheren Forschern verfassten Beschreibungen bearbeitet.

Ich habe mich in Vorstehendem bemüht eine möglichst genaue Uebersicht über die Tektonik des Gebiets um Lugano zu geben, die sich in den Rahmen der modernen Südalpen-Tektonik fügt. Um zu einer einwandfreien Interpretation der Tektonik der östlichen Luganer Sedimentpakete zu gelangen, dürfte eine neue Kartierung dieser Sedimente, sowie der nördlichen Gneiszone erforderlich sein.

Ich hoffe, dass die vorstehenden Ausführungen hierzu einen Ansporn bilden mögen.

## VII. PETROGRAPHIE.

### 1. Die Kristallinen Schiefer.

Der einzige Aufschluss des hercynischen Gebirges findet sich an der Strasse von Porto Ceresio nach Brusino-Arsizio. Im Frühjahr 1929 wurde in diesem Aufschluss ein Haus gebaut, sodass ich nicht weiss, ob an dieser Stelle noch Grundgebirge zutage tritt. Das Gestein war in diesem Aufschluss so verwittert, dass man kein gutes Handstück heraus schlagen konnte. Der Glimmergneis, der bei Poncia gefunden wird, stimmt überein mit dem Gneis an der Strasse von Porto Ceresio nach Brusimpiano am Westufer des Luganersees. Er wurde von DE SITTER (Lit. 27, S. 213) als kontaktmetamorph umgewandelter Paragneis klassifiziert.

Etwas nördlich der Osteria bei Poncia steht an einem schmalen Wege wieder Grundgebirge an. Dieses Gestein ist viel dichter und bei makroskopischer Betrachtung ist kein Glimmer zu sehen.

Unter dem Mikroskop besteht dieses Gestein aus Quarz und Feldspat in abwechselnden Bändern. Hie und da findet sich ein vereinzelt Muskovitblättchen. Der Quarz ist einigermaßen ondulös. Die Feldspate sind ziemlich stark umgewandelt; in einigen Mineralien konnte man noch Zwillingsstreifung beobachten, sodass auch Plagioklas auftritt. Die Mehrzahl der Feldspate besteht sicherlich aus Orthoklas. Nebenbei kommen auch Magnetit und Epidot vor. Das Gestein ist ein grobkörniger Paragneis.

### 2. Der basale Tuffit (Fig. 7).

Im Hangenden der kristallinen Schiefer steht an der Strasse von Porto Ceresio nach Brusino-Arsizio, ca. 30 m nördlich der Häuser von Poncia, ein rotbraunes bis gelbes, sandsteinartiges Gestein an. Das Handstück weist in gewisser Beziehung Uebereinstimmung mit den feinen Verrucanogesteinen auf, die östlich des Comersees in den Bergamasker Alpen vorkommen. SENN (Lit. 26, S. 454) beschreibt dieses Gestein als Verrucanokonglomerat. Die Mächtigkeit der Schichte kann nicht gemessen werden, dürfte jedoch ungefähr 3 m betragen. Makroskopisch kann man zahlreiche Quarzkörner und einzelne Glimmerblättchen in einer sehr feinen, rotbraunen, violetten oder gelbbraunen Grundmasse wahrnehmen.

Die mikroskopische Untersuchung bestätigt den klastischen Charakter ganz und gar. In einer tuffartigen Grundmasse sind grosse

eckige Quarze und Feldspate eingeschlossen, sowie Biotit- und Muskovitblättchen und kleine Gneis-, Tuff- und Porphyrgerölle.

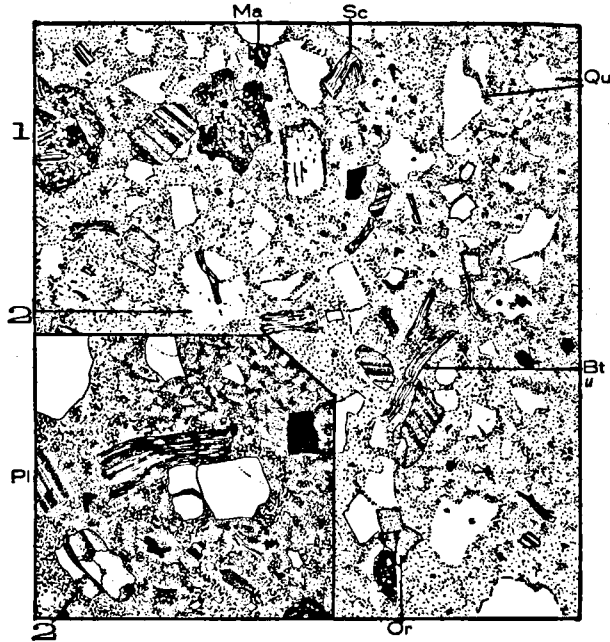


Fig. 7.

Der basale Tuffit, Vergr. 16 X;  
Einsatz mit gekreuzten Nicols, Vergr. 50 X;

1. Pyroxenporphyrit-Einschlüsse.
2. Gneis-Einschlüsse.

Eckige bei gekreuzten Nicols meist ondulösen Quarzkristall-Splitter bilden den Hauptgemengteil. Kleine Quarzaggregate, in denen die Quarzkörner gezahnt ineinander greifen und in denen manchmal Muskovitblättchen vorkommen, weisen auf Derivate des Grundgebirges hin.

An zweiter Stelle treten die Feldspatminerale hervor. Auch diese sind zerbrochen und beschädigt, meistens undurchsichtig infolge der fortschrittenen Sericitisierung und der Bildung von feinverteiltem Limonit, der die Feldspate rotbraun färbt. Sowohl Plagioklas als Orthoklas kommen vor. Mein erster Gedanke war, dass der Plagioklas von der Porphyruption herstammte, die zurzeit des Entstehens des Tuffits bereits begonnen hatte, und dass das Gestein also reiner Tuff sei. Da sich bei mikroskopischer Untersuchung des unterlagernden Gneises auch darin Plagioklas nachweisen liess, ist es recht gut möglich, dass der Plagioklas in dem basalen Tuffit zum Grossteil aus dem Grundgebirge stammt.

Der Orthoklas stammt sicher zum grössten Teil vom hercynischen Untergrund her, da in den ersten Porphyriten fast kein Orthoklas auf-

tritt. Einzelne Feldspate zeigen eine mikroperthitische Verwachsung.

Biotit findet sich wenig, meist mit gebogenen und gebrochenen Lamellen. Er ist fast vollständig entfährt und in Chlorit, manchmal auch in Quarz und Magnetit umgewandelt. Letzteres Mineral ist hauptsächlich auf den Spaltungsflächen abgelagert.

Muskovit kommt ausser in den bereits erwähnten Quarzaggregaten auch in lockern Mineralien vor und ist ebenso wie Biotit gebogen und längs den Spaltungsflächen in Lamellen gespalten.

Turmalin, Titanit, Zirkon und Apatit, die KUENEN (Lit. 28, S. 152) in dem basalen Tuffit des Porphyrgebiets westlich vom Valganna antraf, wurden nicht gefunden. Das stellenweise Vorkommen dieser Tuffite erklärt den Wechsel in der mineralogischen Zusammensetzung vollkommen.

Magnetit kommt in kleinen unregelmässig begrenzten Körnern in der Grundmasse und in den umgewandelten femischen Gemengteilen vor. Auch ein Körnchen Rutil wurden beobachtet.

Die Grundmasse besitzt eine deutlich klastische Struktur und besteht aus einer vulkanischer Asche ähnlichen Masse. Vitroklastische Struktur ist nicht vorhanden. Die zahlreichen Einschlüsse bestehen aus Glimmerschiefern, Kristallen, Tuffen und Porphyriten.

In diesen Tuffen und Porphyriten kommt kein Quarz vor. Die Porphyrite gehören der Pyroxenporphyritserie an und zeigen im allgemeinen eine fluidal hyalopilitische Struktur.

Dieser basale Tuffit ist aus Erosionsprodukten des hercynischen Gebirges entstanden, zu denen Gerölle vulkanischer Produkte und vulkanische Asche hinzukamen. Zurzeit der Entstehung des Tuffits hatte also die vulkanische Tätigkeit in der Umgebung bereits eingesetzt. Das Gestein ist eine terrestrische Ablagerung, die, da sie vom Porphyry überlagert wird, permisch oder älter und vermutlich als Verrucano zu klassifizieren ist.

### 3. Die unterste Tuffserie.

Im Hangenden des basalen Tuffits tritt eine ungefähr 120 m mächtige Tuffserie auf, die aus Kristall- und Lapillituffen besteht. Es ist unmöglich, eine scharfe Grenze zwischen dieser Tuffserie und der sie überlagernden Pyroxenporphyritserie mit ihren eingelagerten Tuffen zu ziehen, da besonders in den untersten Schichten dieser Porphyritserie die Tuffe noch in der Ueberzahl vorkommen. Da in den ersten 100 m über dem basalen Tuffit keine Porphyrite vorkommen, wurden diese Schichten als besondere Serie eingezeichnet.

Die Grenze zwischen den beiden Serien ist also künstlich festgesetzt und zwar in einer Höhe, in der bei mikroskopischer Untersuchung die ersten Porphyrite auftreten.

Der Gesteinstyp der untersten Serie unterscheidet sich im allgemeinen wenig von den Kristall- und Lapillituffen der Porphyritserie. Nur die untersten Schichten der Tuffserie weisen einen vollständig abweichenden Gesteinstyp auf.

Im allgemeinen kommen in diesen Schichten mehr und grössere

Einschlüsse des Grundgebirges vor. Vitroklastische Struktur wurde in den Gesteinen der untersten Tuffserie nicht beobachtet.

Das unterste Gestein der Tuffserie ist ein geschichteter, sehr feiner grauer Kristalltuff, der makroskopisch grosse Uebereinstimmung mit den Gesteinen des Felsitporphyrs u. a. von Serpiano aufweist. Dieses Gestein ist an der Uferstrasse, die von Poncia über die Schweizer Grenze führt, an zahlreichen Stellen aufgeschlossen. Stellenweise ist es deutlich geschichtet (anscheinend fluidal), an andern Stellen wieder, u. a. an der Grenzschranke auf Schweizer Grundgebiet, ist es makroskopisch als Konglomerat entwickelt.

Bei mikroskopischer Untersuchung erweist sich das geschichtete Gestein als Kristalltuff mit vereinzelt Feldspat- und entfärbten Biotit-Einsprenglingen. Quarz fehlt fast gänzlich.

Die Orthoklas-Einsprenglinge sind häufig idiomorph und weisen Zwillingsbildungen nach dem Karlsbader Gesetz auf. Sie sind ziemlich stark in Sericit umgewandelt, besitzen jedoch noch eine lichte Polarisationsfarbe.

Neben Orthoklas kommt auch Plagioklas vor; der Anorthitgehalt konnte nicht gemessen werden. In der Grundmasse herrscht der Plagioklas in eckigen Säulchen vor.

Biotit kommt in niedrigen Prismen vor, die vollkommen entfärbt sind. Sekundäre Produkte sind: Magnetit, Chlorit, Quarz, Limonit und Sericit. In der Grundmasse findet sich Quarz selten und dann immer in allotriomorphen Körnern. Sericitblättchen sind häufiger, ebenso Apatit.

Die Grundmasse ist klastisch und besitzt eine einigermassen fluidale Textur, da sowohl Feldspatsäulchen als auch Glimmerblättchen parallel angeordnet sind. Wahrscheinlich wurde dieser Tuff im Wasser abgelagert, was auch mit dem basalen Tuffit der Fall ist.

Die zwischen den Mineralien eingelagerte Masse besteht aus sehr kleinen Körnchen von Feldspat, Quarz und eine schwer diagnostizierbare Masse, und ist als eine vulkanische Asche zu bezeichnen.

40 m südlich von Poncio steht hinter Häusern an der Ostseite der Strasse, in einer Höhe von 335 m ein rotbraunes Gestein an. Von dieser Fundstelle sind 2 Gesteinsproben vorhanden, von denen die eine ein ausgesprochener Lapillituff ist, da auf der Verwitterungsoberfläche nämlich die Einschlüsse herauspräpariert sind. Die andere ist ein dichtes, porphyrtartiges, ebenfalls rotbraunes Gestein, in dem sich stellenweise Einschlüsse eines übereinstimmenden Gesteins von gleicher Farbe finden. Von diesem letzteren ist ein Dünnschliff vorhanden.

Bei mikroskopischer Untersuchung mit ausgeschaltetem Analysator fällt unmittelbar die stellenweise starke Fluidalität des Gesteins auf; die Stromlinien verlaufen jedoch nicht ununterbrochen, sondern hören immer wieder auf und treten dann ein Stückchen weiter wieder auf, wobei die Stromrichtung meist ganz verändert ist und häufig senkrecht zur früheren verläuft. Ueberall zwischen diesen fluidalen Stellen sind feinkörnige, sericitisierte Massen eingelagert, in denen keine Spur von Fluidalität festzustellen ist.



Der fluidale Teil des Gesteins besitzt eine entglaste vitrophyrische Grundmasse, in der sich runde und ovale sekundär mit allotriomorphem Quarz gefüllte Hohlräume befinden. Als Einsprenglinge kommen vereinzelt Plagioklas und Orthoklas vor; grosse femische Mineralien wurden nicht beobachtet, wohl aber hie und da Magnetitkörner, die sekundär durch Umwandlung anderer Gemengteile entstanden sein müssen.

Die Fluidalität entsteht durch den Wechsel von limonitreichen und limonitarmen Schichten. Im auffallenden Licht sind die limonitreichen deutlich als braune Bänder zu erkennen.

Der nicht fluidale Teil des Gesteins hat ungefähr dieselbe mineralogische Zusammensetzung wie der fluidale.

Nach Einschaltung des Analysators verschwindet das Bild der Fluidalität fast gänzlich und sieht man eine stark entglaste, vitrophyrische Grundmasse, in der dunkle und hellere Stellen miteinander abwechseln. Die dunkeln Stellen weisen hie und da schmale Bänder aus kleinen Quarzkörnchen auf, die noch einigermassen die Fluidalität verraten. Die etwas helleren Massen werden durch die nicht fluidalen Gesteinsteile gebildet. Die lichtere Polarisationsfarbe entsteht durch die etwas gröbere Körnergrösse der Grundmassemineralien. Der Quarz ist in diesen Massen meist eckiger begrenzt als im fluidalen Gestein. Allotriomorphe Quarzmassen kommen jedoch ebenfalls vor. An einzelnen Stellen finden sich auch Feldspate, die eckig begrenzt sind; dort besitzt die lichtere Masse eine einigermassen klastische Struktur.

Es war mir unmöglich, den Charakter des Gesteins, mit absoluter Sicherheit festzustellen.

Es bestehen zwei Möglichkeiten:

Entweder gehört das Gestein der untersten oder obersten Schichte eines Lavastroms an, der an der Aussenseite rasch abkühlte. Während des Weiterströmens wurde die dünne hart gewordene unterste Schichte des Stroms zerrissen, wobei Material aus dem Untergrund in den Strom aufgenommen wurde. Stammt das Gestein aus der obersten Schichte des Lavastroms, dann ist es möglich, dass gleichzeitig ausgeworfene Lapilli und Asche auf die geborstene Oberfläche des Stroms fielen und beim Weiterströmen darin aufgenommen wurden.

Oder man hat es hier mit einem Lapillituff zu tun, in dem zahlreiche Einschlüsse eines fluidalen Porphyrits vorkommen.

Für beide Schlussfolgerungen lassen sich Beweisgründe anführen. Das bei makroskopischer Betrachtung einem Lapillituff ähnliche Gestein, das ebenfalls von derselben Fundstelle stammt, scheint mir zu beweisen, dass auch das Gestein, von dem der Dünnschliff gemacht wurde, ein Tuff sein dürfte.

#### 4. Die Pyroxenporphyrite. (S. Fig. 8, Lit. 18 und Fig. 16 und 18, Lit. 27).

Zu dieser Gesteinsgruppe gehören alle schwarzen, dunkelgrünen, violetten und dunkelbraunen, ausgesprochen porphyritartigen Gesteine, in denen die Feldspat-Einsprenglinge makroskopisch als weisse oder

rote Flecke zu sehen sind. Sie bilden die am weitesten verbreitete Gesteinsgruppe in dem bearbeiteten Gebiet.

Die Farbe der Verwitterungsoberfläche ist für das Gestein nicht charakteristisch und wechselt stark zwischen lichtgelb, grau, dunkelrot oder grün. Die gelbe Verwitterungsschicht kommt nur auf dichteren Gesteinen vor und ist niemals mächtiger als 2 mm. Die rote Verwitterungsschicht ist stets mächtiger und erreicht in einzelnen Fällen sogar eine Mächtigkeit von 3 cm.

Die rote und grüne Farbe sind eine Folge des Entstehens von Limonit, bzw. Chlorit in der Grundmasse. An einigen Stellen, u. a. im Sovagliabachriss stimmt die rote Farbe der Verwitterungsoberfläche des Porphyrits vollkommen mit der Farbe der Quarzporphyrgänge überein, wodurch es im Felde unmöglich ist, die beiden Gesteine aus der Entfernung zu unterscheiden.

Makroskopisch kann man nur die Feldspat- und Pyroxen, bzw. Amphibol-Einsprenglinge im Gestein erkennen. Die Feldspate sind durch Kaolin und Limonit bzw. weiss und rotbraun gefärbt. Alle dunkeln Gemengteile sind in Chlorit, Quarz und Magnetit umgewandelt. Makroskopisch kann man sie auf einer frischen Bruchfläche nur dann sehen, wenn sie in Chlorit oder Magnetit umgesetzt sind.

Bei mikroskopischer Untersuchung stimmt die mineralogische Zusammensetzung aller Gesteine dieser Gruppe überein.

Als Einsprenglinge findet man Feldspat, Augit und Amphibol. Als akzessorische Gemengteile treten Magnetit, Apatit und Zirkon auf; sekundär besonders Quarz, Chlorit, Magnetit, Sericit und Epidot.

Als Einsprenglinge kommen sowohl Plagioklas als auch Orthoklas in ungefähr gleichen Mengen vor; in der Grundmasse jedoch fast ausschliesslich Plagioklas. Die Plagioklaseinsprenglinge sind meist von kristallographischen Flächen begrenzt; nur in einzelnen Fällen waren die Ecken durch die corrodierende Wirkung des Magmas abgerundet. Es war nur in einzelnen Fällen möglich, den Anorthitgehalt des Plagioklas zu bestimmen, da fast alle Mineralien in Sericit und Calcit umgewandelt sind. Bei den Gesteinen, die gemessen werden konnten, schwankte der Anorthitgehalt zwischen 50 und 60 %.

Die Umsetzung der Feldspate konnte in verschiedenen Stadien studiert werden. Ungefähr bei der Hälfte der bearbeiteten Dünnschliffe ist der Feldspat infolge der beginnenden Umwandlung trüb. Die braune Farbe, die häufig dabei auftritt wird durch feinverteilten Limonit verursacht. In den meisten trüben Feldspaten beginnt bereits die Sericitisation; kleine Sericitblättchen sind unregelmässig im Feldspatmineral zerstreut; nur vereinzelt kann man den Beginn der Umwandlung im Zentrum des Minerals beobachten und dann häufig bei zonären Feldspaten. Vollständige Sericitisation findet sich selten. Neben Sericit kommt Calcit in geringen Mengen innerhalb der kristallographischen Begrenzung des Minerals vor; ein einziges Mal war das Mineral vollständig in Calcit verwandelt. In der Grundmasse kann Calcit jedoch in grossen Mengen vorkommen.

Epidot wurde selten beobachtet. Orthoklas kommt ebenfalls in kristallographisch begrenzten Individuen vor. Im allgemeinen ist dieses

Mineral heller als Plagioklas; Sericitisation findet sich hier ebenso wie beim Plagioklas.

Die femischen Gemengteile sind alle vollständig in Chlorit, Magnetit, Calcit und Quarz umgewandelt. Nur aus der kristallographischen Begrenzung kann man das ursprüngliche Mineral bestimmen. Bei weitem in den meisten Fällen weist die achteckige, fast quadratische Form auf ein Pyroxenmineral hin; nur in einem einzigen Dünnschliff wird eine schwache Andeutung von Augitspaltflächen gefunden. In diesem Falle ist das Mineral vollständig in Quarz, Chlorit und Magnetit umgesetzt. Feine Magnetitstreifen, die einander in einem Winkel von ca.  $84^\circ$  kreuzen, zeigen die ursprünglichen Spaltungsrichtungen.

Hornblende findet sich neben Augit in zahlreichen Gesteinen; jedoch nur in einzelnen in gleicher oder grösserer Menge als Augit. Stärker als beim Augit treten hierbei Spuren von Spaltungsrichtungen auf.

In den meisten Fällen sind Augit und Amphibol in Chlorit und Magnetit umgesetzt. Auch Quarz tritt als Umwandlungsprodukt auf. In einem einzigen Gestein findet sich lichter Glimmer innerhalb einer Magnetitumgrenzung von Hornblende. Totale Umsetzung in Calcit und Magnetit wurde ein einziges Mal gefunden.

Biotit findet sich niemals.

Magnetit kommt sowohl primär als auch sekundär vor; primär in schön entwickelten Oktaedern, sekundär in unregelmässigen Massen, die häufig von einem weissen Leucoxenhäutchen bedeckt sind. Letzteres weist auf einen gewissen Titangehalt des Magnetits.

Quarz wurde nur ein einziges Mal als sicher primäres Mineral beobachtet. Niemals jedoch, wie HARADA (Lit. 10, S. 15) beschreibt mit ausgesprochen kristallographischer Umgrenzung (doppelpyramidaler Quarz). Sekundär findet sich Quarz in der Grundmasse der meisten Gesteine, sowohl als Endprodukt der Entglasung als auch durch exogene Einflüsse z. B. durch Quarzadern.

Der Apatitgehalt der verschiedenen Gesteine schwankt stark, immer findet er sich dieses Mineral mit kristallographischer Begrenzung. Eine zur a-Achse parallele Streifung, wie sie DE SITTER beim Pyroxenporphyrat beschreibt (Lit. 27, S. 222) wurde nicht beobachtet.

Zirkon kommt selten vor und ist nicht von einem pleochroitischen Hof umgeben. Chlorit tritt sekundär in allen Gesteinen als Umsetzungsprodukt der femischen Gemengteile in grossen Mengen auf. Die Farbe wechselt von fast farblos (lichtgrün) bis dunkel- oder braungrün. Der Pleochroismus ist meist schwach; am stärksten noch bei einer braungrünen Abart.

Epidot kommt manchmal in der Grundmasse in grösseren Mengen vor und ist farblos oder lichtgrün.

Die Grundmasse weist alle Uebergänge von der hyalopilitischen zu intersertalen Struktur auf. In einem Dünnschliff wurde eine pilotaxistische Struktur beobachtet.

Die Grundmasse ist in allen Gesteinen stark entglast, was ein Erkennen der ursprünglichen Struktur erschwert. In der hyalopilitischen Grundmasse bildete sich eine mikrofelsitische Struktur, wobei sich

manchmal sehr grosse neue Mineralien entwickelten, sodass eine undeutliche holokristalline Struktur auftritt. In der neu gebildeten Mineralien kann man jedoch nach Ausschalten des Analysators, die ursprünglichen Feldspat-Kristallithe erkennen. In der intersertal entwickelten Grundmasse sind die Feldspat-(Plagioklas) Säulchen häufig fluidal angeordnet, wodurch ein trachytisches Aussehen entsteht. Besonders in der Umgebung der Einsprenglinge kann man die parallele Lagerung der Feldspat-Kristallithe deutlich erkennen.

In den stark fluidalen Gesteinen treten Drusen auf, die mit Chlorit, Quarz oder Chalcedon gefüllt sind. Ursprünglich waren diese Drusen mit Gas gefüllt; sekundär kristallisierten dann Quarz und Chlorit darin aus. In der Regel wurde dabei die Wand der Druse von einem Chalcedonrand oder von einem feinkörnigen Quarzaggregat bedeckt, während das Innere der Druse sich ganz mit Chlorit füllte. Kleinere Drusen bestehen oft ganz aus Quarz.

In einigen Pyroxenporphyriten finden sich Einschlüsse von anderen Porphyriten und Tuffen. Kontaktmetamorphose tritt in diesen Einschlüssen nicht auf. Sie wurden erst in den höheren Zonen des Diatrema, wo die Temperatur zu niedrig war, um eine Umkristallisation zu verursachen, in das Gestein aufgenommen. Ausserdem besitzt das eingeschlossene Gestein dieselbe chemische Zusammensetzung wie das umgebende Gestein, sodass sie chemisch wenig Einfluss auf einander ausüben konnten.

##### 5. Der Porphyrit im Sovagliatal (Fig. 8).

Dieser dichte, feine, blaugraue Porphyrit ist an der Strasse von Melano nach Rovio bei der Brücke über den Sovagliabach am besten aufgeschlossen. Es sind noch 2 andere Fundstellen bekannt, nämlich südöstlich von Arogno, an einem Fusspfad nach Giaro, und auf der Ostseite des Monte San Giorgio. Alle drei Fundstellen liegen in der Pyroxenporphyritserie in verschiedenen stratigraphischen Höhen, woraus folgt, dass KAECHS Ansicht (Lit. 15, S. 133) dass dieses Gestein im Sovagliatal die Randfazies des schwarzen Porphyrs darstelle, unrichtig ist.

Makroskopisch kann man in diesem blaugrauen Gestein keine Einsprenglinge beobachten. Unter dem Mikroskop besteht das Gestein fast ganz aus fluidal angeordneten Plagioklas-Säulchen, zwischen denen feinverteilte Magnetitkörner vorkommen. Sporadisch treten Feldspateinsprenglinge auf; diese sind häufig zu Aggregaten verwachsen. Die Zusammensetzung dieser Feldspateinsprenglinge konnte nicht bestimmt werden. Es kommen Karlsbader oder Albitzwillinge vor. Wahrscheinlich handelt es sich um Orthoklas.

In der Grundmasse finden sich kleine, gänzlich in Chlorit oder manchmal in Magnetit umgewandelte, femische Gemengteile, die erst bei sechzigfacher Vergrösserung sichtbar sind. Ob wir es hier mit Hornblende oder Augit zu tun haben, steht nicht fest. Im allgemeinen ist die Kristallform langgestreckt; ausnahmsweise kommen auch ungefähr quadratische Durchschnitte vor, die von einem dünnen Magnetit-

rand umgeben sind. Letztere Tatsache weist auf Augit, die langgestreckten Formen jedoch auf Hornblende. Wahrscheinlich kamen in dem ursprünglichen Gestein beide Mineralien vor. Quarz ist sporadisch allotriomorph zwischen den Feldspatsäulchen vorhanden.

Apatit wurde nicht gefunden.

Die Struktur der Grundmasse ist holokristallin porphyrisch. Glasreste wurden zwischen den Feldspäten nicht beobachtet. Nur an einzelnen Stellen finden sich zwischen den Feldspät-Säulchen kleine unregelmässig begrenzte Chloritmassen; möglicherweise kam an diesen Stellen ursprünglich Glas vor. Meines Erachtens war dies jedoch nicht der Fall, da sonst doch Spuren von entglasten Massen übriggeblieben sein müssten, die nirgends zu finden sind.

Die Textur der Grundmasse ist trachytisch. Die Plagioklas-Säulchen sind fluidal angeordnet. Zwischen den Plagioklas-Säulchen, deren Anorthitgehalt nicht bestimmt werden konnte, sind überall unregelmässig begrenzte Magnetitkörnchen eingeklemmt; diese sind sekundär durch Umsetzung der femischen Mineralien entstanden.

Bei sehr starker Vergrößerung sieht man unregelmässig zerstreute, sehr schmale Chloritstäbchen; dies müssen ursprünglich auch dunkle Gemengteile gewesen sein. Die Längsachse dieser kleinen Mineralien verläuft nicht parallel zur Fluidalitätsrichtung.

Calcit findet sich hie und da als Umsetzungsprodukt des Plagioklas in der Grundmasse, in der stellenweise auch kleine Epidotmassen beobachtet wurden. Im Dünnschliff zeigt sich eine Quarz-Epidot-Ader. Die Quarzminerale sind gross und greifen gezahnt in einander; sie sind etwas ondulös. Der Epidot hat eine lichtgrüne Farbe und bildet sehr kleinkörnige Aggregate; diese Massen sind unregelmässig zwischen den Quarzen verstreut, während längs der Aderränder fast stets Epidot vorkommt (S. Fig. 8).

## 6. Die Tuffablagerungen.

Wie bereits wiederholt mitgeteilt wurde, muss man die Tuffe in den verschiedenen Gesteinsserien in 2 Gruppen trennen u. zw. in Kristall- und Lapillituffe. In den Lapillituffen lagern die aus Porphyrit-, Porphyr-, Tuff- und kristallinen Schiefer-Fragmenten bestehenden Einschlüsse in einer Grundmasse, die vollständig mit den Kristalltuffen aus der Umgebung von Lugano übereinstimmt.

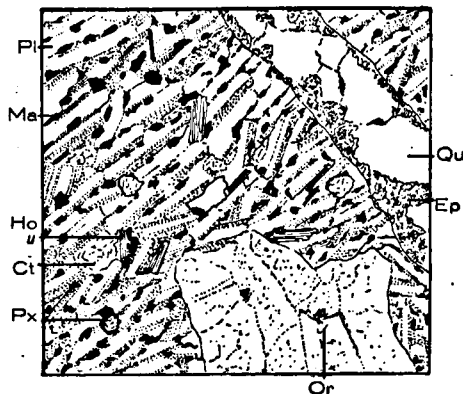


Fig. 8.

Trachytischer Porphyrit aus dem Sovagliatal, Vergr. 35 X; Plagioklas bei gekreuzten Nicols.

### A. Die Kristalltuffe.

(S. Fig. 11 und 12, Lit. 27).

Kristalltuffschichten finden sich sowohl in der untersten Tuffserie als auch im Pyroxenporphyrit. Makroskopisch kann man sie schwer vom Porphyrit unterscheiden, weshalb sie auf der Karte und in den Profilen nicht besonders angegeben sind. Die Farbe dieser Tuffe ist bei makroskopischer Betrachtung dunkelgrün, lichtblau, violett oder rotbraun. Die Feldspateinsprenglinge, die meistens durch Limonit rotbraun gefärbt sind, geben dem Gestein ein porphyrtartiges Aussehen.

Die Verwitterungsschichte dieser Tuffe ist weniger dicht als die der Porphyrite. Die feineren Teilchen der Grundmasse (vulkanische Asche) werden bei der Verwitterung hinweggeführt, während die grösseren Mineralfragmente zurückbleiben, wodurch eine sandsteinartige Oberfläche entsteht. Die Farbe der Grundmasse hängt von den Limonit- und Chlorit-Mengen ab. In vielen Kristalltuffen treten Hohlräume auf, die mit Chlorit gefüllt sind. In *einem* Gestein finden sich in diesen Drusen Zeolithe. Die Hohlräumfüllungen sind makroskopisch als schwarzgrüne (Chlorit-) oder weisse (Zeolith-) Flecke zu sehen wie u. a. im Kristalltuff, der 250 m nördlich von Brusino-Arsizio an der Strasse dem Tuffagglomerat unterlagert ist.

Unter dem Mikroskop beobachtet man in der Grundmasse Fragmente von Feldspat-Einsprenglingen (Orthoklas und Plagioklas), femischen Gemengteilen, und selten von Quarz. Die Feldspate (besonders Plagioklas) sind längs Spaltungsflächen gebrochen und haben dadurch einigermassen die Kristallform behalten. Die Sericitisation stimmt mit derjenigen des Feldspats in der Pyroxenporphyritserie überein.

Auch die femischen Gemengteile sind ebenso wie in den Porphyriten ganz in Chlorit, Magnetit und Quarz umgesetzt. Manchmal ist die ursprüngliche Form noch ziemlich gut erhalten und konnte sowohl Augit als auch Hornblende nachgewiesen werden; in den meisten Fällen kommen unregelmässig begrenzte Kristallfragmente vor. Dass die Mineralien durch ihre Spaltungsflächen begrenzt werden, konnte hier nur einmal nachgewiesen werden.

Quarz tritt selten auf und dann immer in sehr kleinen Fragmenten, die von einer muschelförmigen Bruchfläche begrenzt werden.

Apatit wurde einige Male in der Grundmasse angetroffen.

Die Masse, die sich zwischen den Mineralfragmenten befindet, besteht aus sehr feinem, fast pulverförmigen Mineralschutt und ist eine vulkanische Asche. In dieser haben sich sekundär Chlorit und Limonit gebildet, deren Mengen stark schwanken. In manchen Fällen erscheint der ganze Dünnschliff bei Betrachtung in gewöhnlichem Licht durch Chlorit lichtgrün gefärbt und bei gekreuzten Nicols dunkel; in anderen Gesteinen ist nur stellenweise Chlorit vorhanden; dann ist die Grundmasse bei nicht sehr starker Vergrösserung und gekreuzten Nicols gleichförmig grau. Limonit findet sich meistens nur stellenweise.

Magnetit ist fast immer sekundär, kommt jedoch nur ausnahmsweise in grösseren Mengen vor.

In einem Tuffgestein, das in dem Tuffagglomerat von Brusino-Arsizio gefunden wurde, ist die Grundmasse einigermaßen fluidal; diese Fluidalität entsteht durch einen Wechsel zwischen Chloritbändern und Schichten, die aus Mineralfragmenten bestehen. Woher diese Fluidalität stammt, ist nicht ganz deutlich; sie dürfte jedoch wahrscheinlich eine Folge der Entglasung und Verwitterung eines geschichteten Tuffs sein. In der Zeit, als das atmosphärische Wasser durchsickerte, besaßen die Schichten einen verschiedenen Durchlässigkeitsgrad; in den durchlässigen Schichten wurde mehr Chlorit abgelagert als in den undurchlässigen.

Die typische Tuffstruktur (vitroklastische Struktur nach PIRSSON) wurde in keinem einzigen Kristalltuff gefunden.

### B. Die Lapillituffe.

(S. Fig. 10, Lit. 18 und Fig. 10, Lit. 27).

Wie bereits früher erwähnt, könnte man die Lapillituffe in diesem Gebiet als Kristalltuffe mit Einschlüssen anderer Gesteine definieren. Sind die Einschlüsse in diesen Lapillituffen gross und zahlreich, dann gehen die Lapillituffe, je nachdem ob die Form der Einschlüsse eckig oder abgerundet ist, in Tuffbreccien oder Tuffkonglomerate über; diese beiden Gesteine kann man unter dem Namen von Tuffagglomeraten zusammenfassen.

Die in den Lapillituffen vorkommenden Einschlüsse stammen alle von älteren Porphyrit- oder Porphyrserien und Tuffen.

Die Masse zwischen den Einschlüssen ist ein Kristalltuff, der sich dadurch von einem echten Kristalltuff aus dieser Gegend unterscheidet, dass zahlreiche Quarzmineral-Fragmente darin vorkommen. Manchmal kommen auch grosse idiomorphe Quarze vor, deren Ecken abgerundet sind. In diesen Kristallen finden sich muschelförmige Brüche. Diese corrodieren Quarze erschweren die Unterscheidung zwischen Tuff und Quarzporphyr.

Ausser den beschriebenen Quarzen finden sich auch Quarzaggregate, die aus dem Grundgebirge stammen und in denen häufig Glimmerblättchen auftreten. In je höhere Serien man stratigraphisch kommt, desto weniger Grundgebirgseinschlüsse findet man.

Die Porphyrit-, Porphyr- und Tuffeinschlüsse fallen an zahlreichen Stellen sofort durch Farbenunterschiede im Gestein auf. Es gibt jedoch auch Lapillituffe, bei denen Einschlüsse und Grundmasse dieselbe Farbe haben; diese Gesteine machen bei der Feldarbeit grosse Schwierigkeiten. Wenn die Oberfläche der Gesteine stark verwittert ist, dann sind die Einschlüsse häufig gut herauspräpariert; in den meisten Fällen trifft dies jedoch nicht zu, sodass der Tuffcharakter leicht übersehen werden kann.

Die Einschlüsse kann man am deutlichsten sehen bei mikroskopischer Untersuchung mit ausgeschaltetem Analysator, da in der Tuff-Grundmasse weniger Magnetit vorkommt als in den Einschlüssen selbst. Manchmal ist die Magnetitbildung in den eingeschlossenen Gesteinen so vollkommen, dass der ganze Einschluss eine schwarze Masse

bildet und nur die Feldspateinsprenglinge als lichte Calcitflecke zu sehen sind. In allen andern Fällen werden die Einschlüsse von einem Magnetitrand umgeben; trifft auch dies nicht zu, dann ist es sogar unter dem Mikroskop schwierig die Lapillituffe zu erkennen. Dies ist

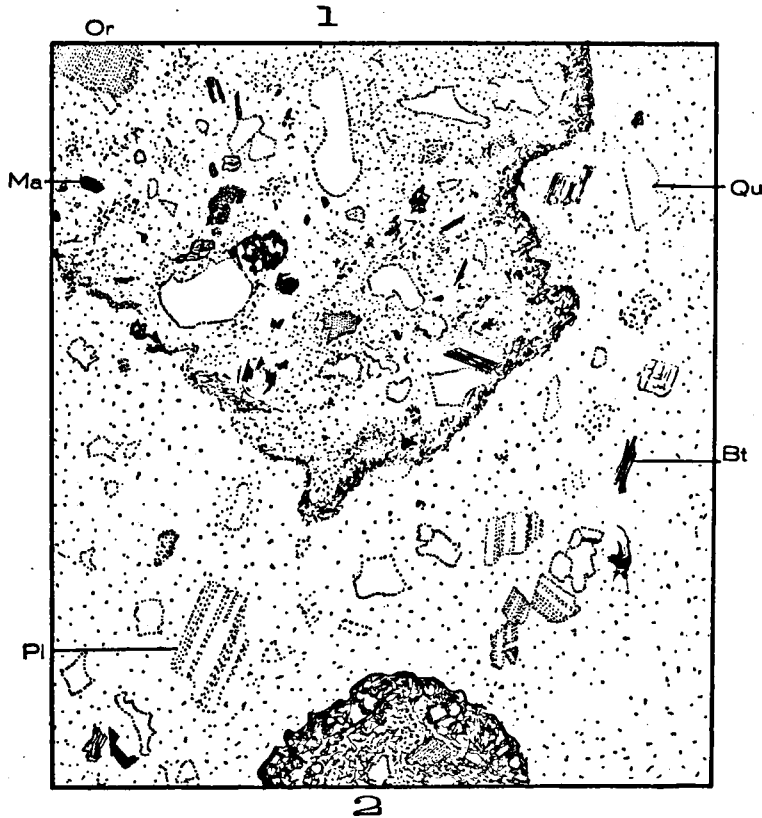


Fig. 9.

Tuffagglomerat von Brusino-Arsizio, Vergr.  $6\frac{1}{2}\times$ ;  
Plagioklas bei gekreuzten Nicols.

1. Kristalltuff-Einschluss.
2. Stark magnetisierter Porphyrit-Einschluss.

u. a. der Fall bei dem Gestein, das südlich von Poncia in der untersten Tuffserie gefunden und bereits beschrieben wurde (siehe unterste Tuffserie).

### C. Die Tuffagglomerate.

(Fig. 9 und 10).

Der Unterschied zwischen Tuffagglomerat und Lapillituff wurde schon dargelegt. Da jedoch in einigen Tuffagglomeraten, an und über



der Strasse von Brusino-Arsizio nach Punte di Poiana die von Pirsson als Hauptkennzeichen der Tuffe bezeichnete vitroklastische Struktur vorkommt, werden sie hier noch gesondert behandelt (Lit. 21).

In der Grundmasse der erwähnten Tuffe finden sich ausser Einschlüssen und Fragmenten verschiedener Mineralien auch Glaspartikeln, die durch die Zerreibung von bimmsteinartigem Gestein während der Eruption entstanden sind. Diese konkaven Glaspartikeln heben sich bei der Betrachtung mit ausgeschaltetem Analysator und ca. 60-facher mikroskopischer Vergrößerung als farblose, lichte, homogene Teilchen von der durch Limonit rotbraun gefärbten Grundmasse ab. Inmitten

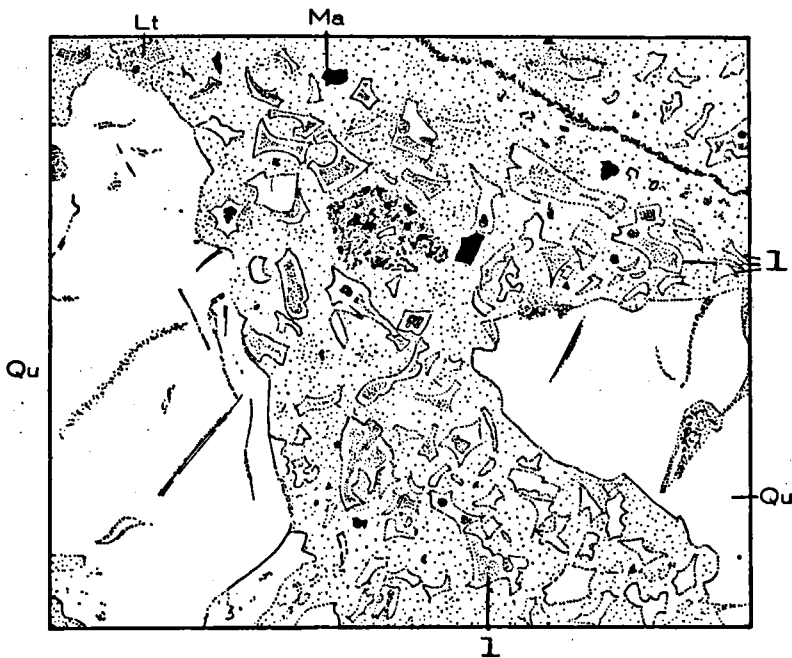


Fig. 10.

Tuffagglomerat von Brusino-Arsizio, Vergr. 54  $\times$ ; mit vitroklastischer Struktur (Analysator ausgeschaltet).

1. Glaspartikeln (typisches Aschengefüge).

dieser Partikeln ist häufig auch Limonit abgelagert; die Form des durch Limonit gefärbten Teiles einer solchen Partikel ist der der ganzen Partikel gleich. Ihr Rand ist jedoch immer klar und durchsichtig, sodass die typische Form stets deutlich hervortritt. Beim Einschalten des Analysators verschwindet das Bild der vitroklastischen Struktur fast ganz; die Grundmasse selbst wird fast ganz dunkel, während die Glaspartikeln, durch eigene Entglasung, bei der gröbere Mineralien gebildet werden, eine lichtere Polarisationsfarbe aufweisen als die in der Grundmasse vorkommenden Mineralfragmente. Ueberdies bilden

diese neu entwickelten Mineralien meistens ein mehr oder weniger homogenes Aggregat, das die Form der Glaspartikel besitzt.

Die Grundmasse gleicht in jeder Beziehung derjenigen der Kristalltuffe. Ausser den vorstehend beschriebenen Glaspartikeln kommen in dieser Grundmasse auch Mineralfragmente und Einschlüsse von anderen Gesteinen vor. Die in der Grundmasse der Tuffagglomerate vorkommenden Mineralien, unterscheiden sich von denen der Kristall- und Lapillituffe.

Quarz ist der Hauptgemengteil und findet sich in der Form ganzer, stark corrodierter Mineralien und als Splitter. Neben Quarz kommen noch Ortho- und Plagioklas vor; femische Gemengteile treten selten auf, am häufigsten noch Biotit, der in den Lapillituffen seltener war. Fast alle Tuffagglomerate sind durch Limonit rotbraun gefärbt; selten findet sich durch Chlorit erzeugte grüne Färbung. Magnetit, Epidot und Calcit kommen nur in kleinen Mengen vor.

Als Einschlüsse finden sich ausser den bereits erwähnten Gesteinen der Lapillituffe auch fremde Gesteine, von denen einige — wie z. B. die im Tuffagglomerat der Quarzporphyrserie an der Ostseite des Monte San Giorgio — im Porphyrgbiet nicht als ursprüngliche Gesteine vorkommen.

## 7. Die fluidale Quarzporphyrserie.

Diese Serie zerfällt sowohl makroskopisch als auch mikroskopisch in 2 Teile. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen liegt vor allem in dem wohl oder nicht Vorkommen von Quarzeinsprenglingen.

Die Gesteine mit ausgesprochenen Quarzeinsprenglingen gehören zu den echten Quarzporphyren, die andern, ohne Quarzeinsprenglinge, zum Felsitporphyr. Letztere Gesteine sind in dem untersuchten Gebiet am weitesten verbreitet.

### A. Der Quarzporphyr.

(Fig. 11).

Der echte Quarzporphyr kommt nur im italienischen Teil des bearbeiteten Gebiets (am Monte Casolo und Monte Grumello) und oberhalb Campione vor.

In allen diesen Gesteinen kann man die Quarzeinsprenglinge makroskopisch sehen. Der Hauptunterschied zwischen Quarzporphyr und Felsitporphyr liegt in der Farbe, die bei ersterem von licht- bis dunkelrot und braun wechselt, bei letzterem lichter ist, nämlich rosa, gelblich weiss und blaugrau, selten rotbraun.

Die Quarzporphyre sind alle, infolge des Wechsels von färbigen und fast weissen Bändern, bei makroskopischer Betrachtung fluidal gestreift. Die Färbung hängt davon ab, ob Limonit vorhanden ist oder nicht.

Unter dem Mikroskop sieht man Quarz-, Orthoklas-, Plagioklas- und Biotit-Einsprenglinge. Die Quarzkristalle sind alle stark corrodirt; die Kristallform ist jedoch in zahlreichen Fällen noch recht gut zu erkennen.

Die grösseren Quarze weisen muschelförmige Brüche auf, die durch rasche Abkühlung des Magmas entstanden sind; Quarzmineralsplitter kommen ebenfalls vor; ihre Ecken sind scharf oder mehr oder weniger abgerundet. Letzteres ist eine Folge davon, dass die Splitter nach ihrem Entstehen noch durch das ausfliessende Gestein mitgeschleppt und die Ränder der Splitter dabei aufgezehrt wurden. In *einem* Quarz wurden Biotitblättchen gefunden.

Der Orthoklas ist ziemlich stark pigmentiert, trotzdem hat die Polarisationsfarbe wenig an Klarheit eingebüsst, weshalb der Unterschied gegenüber dem Quarz nur im konvergent polarisierten Licht wahrgenommen werden kann. Es kommen Karlsbader Zwillinge vor.

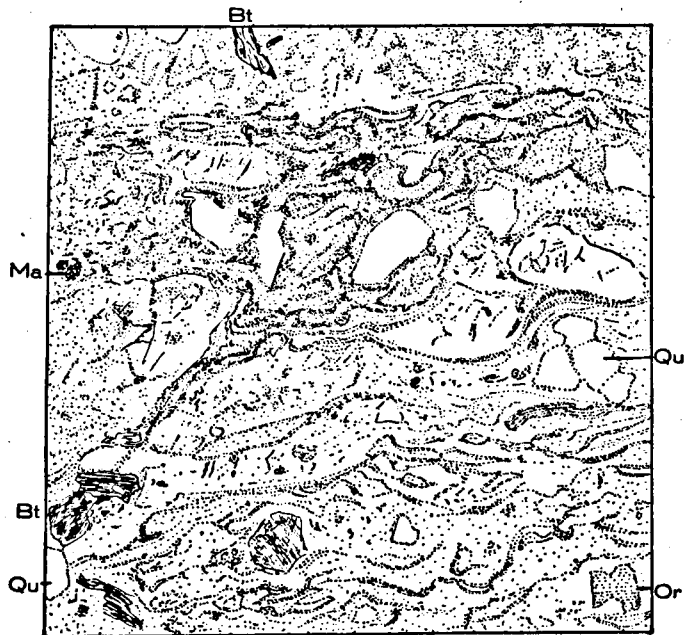


Fig. 11.

Fluidaler Quarzporphyr vom Monte Casolo, Vergr. 20 X.

Plagioklas findet sich selten als Einsprengling und ist stärker umgewandelt als der Orthoklas. Messungen nach der Universal-drehtischmethode von FEDEROW zur Bestimmung des Anorthitgehalts misslingen infolgedessen.

Biotit kommt sowohl in sechseckigen Blättchen als auch in breiten Prismen vor und ist unter Ausscheidung von Quarz, Magnetit und hie und da von Chlorit stark entfärbt. Totale Umsetzung in andere Mineralien findet sich selten; immer sind noch Glimmerreste zwischen den Umsetzungsmineralien zu erkennen. Häufig hat sich auf den Spaltungsflächen Magnetit gebildet; est findet sich auch noch ein dem Ilmenit

ähnliches Mineral. Weisse Leucoxenhäutchen treten auf beiden Mineralien auf. Im Biotit werden kleine von pleochroitischen Höfen umgebene Zirkonminerale gefunden.

Die Grundmasse aller untersuchten Gesteine dieser Gruppe ist vollständig entglast, wobei eine mikrofelsitische Struktur entstanden ist. In dieser mikrofelsitischen Masse konnten keine ursprünglichen Mikrolithen wahrgenommen werden; die Struktur der Grundmasse muss also vitrophyrisch gewesen sein. Einige allotriomorphe Quarzaggregate sind meines Erachtens sekundär entstanden. Die mikrofelsitische Struktur, die durch Entglasung entstanden ist, wechselt in den verschiedenen Gesteinen. In den nicht- oder schwach fluidalen Gesteinen besteht der Mikrofelsit aus ziemlich grossen gezahnt ineinandergreifenden Mineralien, deren Zusammensetzung nicht festgestellt werden konnte. Wahrscheinlich besteht sie der Hauptsache nach aus sekundär gebildeten Feldspat und Quarz. In den fluidalen Gesteinen ist die Grundmasse feinkörniger. Die Stromlinien entstehen durch linsenförmige im Mikrofelsit vorkommende Quarzaggregate, oder auch durch einen Wechsel zwischen fein- und mehr grobkörnigen mikrofelsitischen Schichten. Bei gekreuzten Nicols zeigen die grobkörnigen Schichten eine lichtere Polarisationsfarbe. Einschlüsse kommen im Quarzporphyr wenig vor.

## B. Der Felsitporphyr.

(Fig. 12).

In diesen Porphyren kommen keine Quarzeinsprenglinge vor. Makroskopisch kann man graue, nicht oder schwach fluidale Gesteine von grosser Dichte, mit häufig muschelförmiger Bruchfläche und weisse bis rosa, immer fluidale Gesteine unterscheiden, die weniger dicht sind und oft Einschlüsse enthalten.

In den grauen Gesteinen sind die Feldspateinsprenglinge makroskopisch als braune, weisse oder farblose, häufig einigermassen durchsichtige Stäbchen zu sehen. Die Grundmasse ist ausgesprochen vitrophyrisch. In den rosa und weissen Gesteinen sind makroskopisch nicht immer Einsprenglinge wahrzunehmen.

Unter dem Mikroskop kann man beide Gesteine nicht unterscheiden.

Orthoklas (selten Plagioklas) und Biotit treten als Einsprenglinge auf. Der Orthoklas stimmt vollständig mit dem des Quarzporphyrs überein und ist sehr klar, sodass auch hier die Unterscheidung von den kleinen Quarzminerale in der Grundmasse Schwierigkeiten bietet.

Der Anorthitgehalt des Plagioklas konnte nicht gemessen werden.

Biotit kommt in allgemeinen weniger und in kleineren Individuen vor als im Quarzporphyr; er ist ganz enfärbt und in neue Mineralien umgewandelt.

Die ursprüngliche vitrophyrische Grundmasse ist in allen Gesteinen entglast. Im Gegensatz zum Quarzporphyr wurden im Felsitporphyr wohl Quarz-, Feldspat- und grüne Biotitmikrolithen in der Grundmasse gefunden, niemals jedoch in grossen Mengen. Die Struktur der Grund-

masse ist also nicht rein vitrophyrisch, sondern einermassen hyalopilitisch.

Im allgemeinen bleibt die Grundmasse bei gekreuzten Nicols ziemlich dunkel; die feinen Bänder, die die Fluidalität verursachen, bestehen wahrscheinlich als Quarzmikrolithen, da in den breiteren Bändern auch Quarzaggregate vorkommen. In den meisten Gesteinen sind die Stromlinien gerade oder nur wenig gekrümmt; in einem Gestein, das östlich von Bissone in einer Höhe von 600 m über dem Meeresspiegel losgeschlagen wurde, ist der Verlauf dieser Stromlinien sehr kompliziert, wodurch die Grundmasse intensiv gefaltet erscheint. In diesem Gestein kommen nur einige Einsprenglinge vor. (Fig. 12).

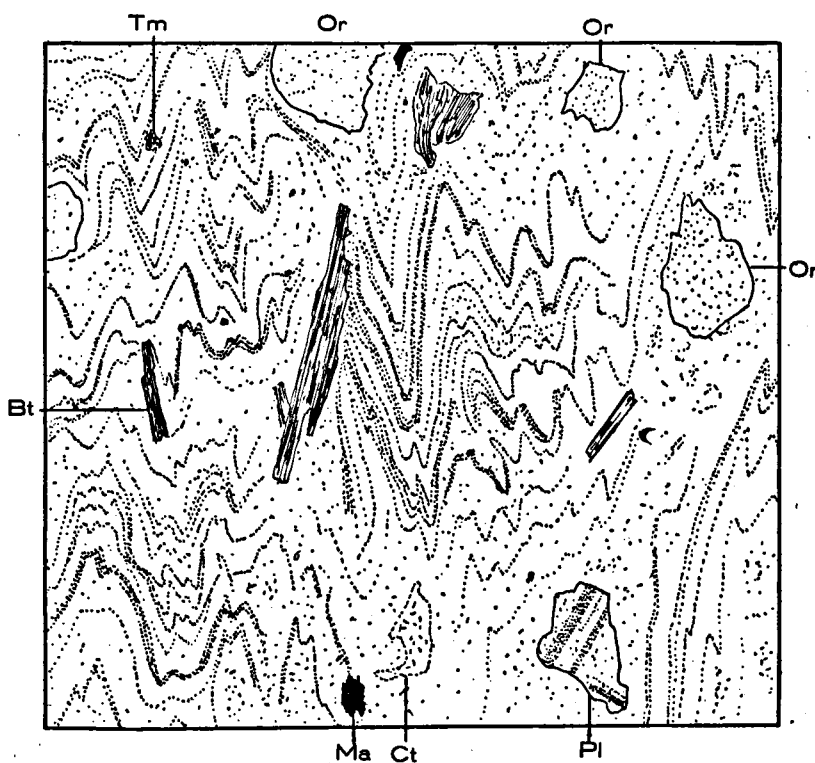


Fig. 12.

Fluidaler Felsitporphyr, nördlich von Bissone in einer Höhe von 600 m ü. M., Vergr. 38 ×; Plagioklas bei gekreuzten Nicols.

Zirkon kommt im allgemeinen in kleinen Mengen in der Grundmasse der Felsitporphyre vor und ist manchmal von einem schmalen pleochroitischen Hof umgeben.

Apatit tritt selten auf.

Pneumatolytisch kommt in verschiedenen dieser Porphyre Turmalin unregelmässig in der Grundmasse zerstreut vor; manchmal auch in den

Einschlüssen. Immer handelt es sich dabei um eine stark pleochroitische Abart, die // *a*-Achse grün und  $\perp$  *a*-Achse blaugrün gefärbt ist. Eine ausgesprochene kristallographische Begrenzung findet sich nicht.

Der Grossteil der Felsitporphyre enthält Porphyrit- und Tuff-Einschlüsse. Makroskopisch ist hierdurch die Unterscheidung von den Lapillituffen dieser Serie sehr schwierig und häufig sogar unmöglich.

Kristalltuffe konnten unter dem Mikroskop nicht festgestellt werden; Tuffagglomerate kommen jedoch häufig vor.

Im allgemeinen stimmen die Lapillituffe und Tuffagglomerate mit den gleichnamigen Gesteinen der andern Serien überein. In der Quarzporphyrserie enthalten die Tuffe auch Einschlüsse von Gesteinen der Quarzporphyrserie selbst.

## 8. Der Quarzporphyr der Gänge.

Die Gesteine der im kartierten Gebiet vorkommenden Quarzporphyrgänge sind mehr oder weniger dunkelrot gefärbt. Nur einmal wurde ein weisses Ganggestein gefunden u. zw. südöstlich von Campione in einer Höhe von 645 m ü. M. Dieser Quarzporphyr enthält bis zu 1 cm grosse dunkelrotbraune Feldspateinsprenglinge und höchstens 3 mm grosse Quarze.

In den meisten roten Ganggesteinen kann man makroskopisch nur die Quarzeinsprenglinge deutlich wahrnehmen; die Feldspate sind wegen ihrer mit der Grundmasse übereinstimmenden Färbung schwerer zu erkennen.

In einzelnen Ganggesteinen, u. a. im Gang von Punte di Poiana, finden sich zahlreiche Einschlüsse, die oft recht schwer von den Tuffagglomeraten zu unterscheiden sind. Der erwähnte Gang von Poiana kommt zum Teil im Agglomerat von Brusino-Arsizio vor; bei der Kartierungsarbeit schien es, als ob dort 2 Gänge beständen, nämlich ein lichtroter und ein dunkelbrauner. Unter dem Mikroskop erwies sich das lichtrote Gestein als Tuffagglomerat.

Im Folgenden sollen nacheinander Gesteine der Gänge von Poiana, Maroggia, Melano und Rovio behandelt werden.

### 1. Der Gang von Punte di Poiana.

Der Quarzporphyr dieses Ganges ist dunkelbraun bis rot gefärbt. Makroskopisch kann man in der Grundmasse Feldspat-, Quarz- und selten Biotiteinsprenglinge wahrnehmen. Stellenweise ist das Gestein fluidal, wahrscheinlich nur an den Gangrändern, wie dies auch bei den Gängen von Rovio der Fall ist. Der fluidale Teil des Ganges enthält zahlreiche Einschlüsse, die hauptsächlich aus den aus dem Grundgebirge stammenden Gneisen bestehen. Bei mikroskopischer Untersuchung entdeckt man in einer einigermaßen sphärolitisch entglasten Grundmasse Quarz-, Orthoklas-, Plagioklas und grüne Biotiteinsprenglinge, ferner Quarz- und Feldspatfragmente, Zirkon und Magnetit.

Der Quarz ist zum grössten Teile stark corrodirt und von Löchern, die mit Grundmassematerial gefüllt sind, durchsiebt; häufig weist er

muschelförmige Brüche auf. In der Grundmasse findet sich sekundär allotriomorpher Quarz.

Auch der Orthoklas hat meistens seine kristallographische Umgrenzung verloren. Sericitisierung findet sich fast nirgends, obwohl eine gewisse Pigmentierung auf eine beginnende Umwandlung hinweist. In einzelnen Mineralien ist die Spaltung sehr deutlich zu beobachten. Die Polarisationsfarbe kann, obwohl sie sehr licht ist, unschwer von der des Quarzes unterschieden werden.

Der Plagioklas ist, im Gegensatz zum Orthoklas, stark sericitisiert, sodass die Bestimmung des Anorthitgehalts nicht gelang.

Die Biotitprismen haben eine grüne Färbung oder sind mehr oder weniger entfärbt. Der Pleochroismus ist stark (lichtgrün, farblos—dunkelgrün). Biotit findet sich nicht in grossen Mengen; die Form der Mineralien ist klein.

Zirkon findet sich allgemein im Biotit von einem pleochroitischen Hof umgeben. Auch in der Grundmasse konnte Zirkon nachgewiesen werden. Einmal wurde ein grosses sechseckiges, einigermassen von Kristallflächen begrenztes, parallel zur C-Achse geschliffenes Individuum gefunden, das deutlich „gerade“ auslöschte.

Die Grundmasse war ursprünglich fluidal vitrophyrisch. Die Fluidalität ist durch Bänder entstanden, in denen bereits primär ein Beginn von Kristallisation auftrat. Sekundär wurden diese Bänder stärker entglast, wobei gröbere Mineralien als in der übrigen Grundmasse entstanden. Diese von gröberen Individuen gebildeten Massen bestehen hauptsächlich aus Quarz; bei Betrachtung mit ausgeschaltetem Analysator zeigt sich, dass sie nicht durch Limonit braun gefärbt sind, was bei dem mikrofelsitisch entglasten Rest der Grundmasse wohl der Fall ist. Aus diesem Grunde kann man die Fluidalität auch makroskopisch so deutlich wahrnehmen. Ausserdem kommen in der Stromrichtung langgestreckte Bänder (Hohlräume) vor, die aus einer einigermassen sphärisch auskristallisierten Substanz bestehen; diese Substanz erwies sich als optisch negativ, sodass es sich hier vermutlich um Chalcedon handelt.

Die in diesem Gang vorkommenden Einschlüsse bestehen aus Material, das aus dem Grundgebirge stammt, und aus Gesteinen, deren Herkunft unsicher ist. Es sind dies die sehr feinkörnigen Massen, in denen sich nur selten Einsprenglinge finden. Wahrscheinlich handelt es sich hierbei um Tuffe, doch konnte die typische Tuffstruktur nicht festgestellt werden.

## **2. Der südöstliche Gang an der Uferstrasse zwischen Bissone und Maroggia.**

Dieser zeigt bei makroskopischer Betrachtung eine dunkel bis lichtrote Färbung und enthält Quarz-, Feldspat- und Biotiteinsprenglinge. Bei mikroskopischer Untersuchung stimmt die mineralogische Zusammensetzung dieser Quarzporphyre vollständig mit der des Ganges von Poiana überein.

Die Quarzeinsprenglinge sind durch die corrodierete Wirkung des

Magma nicht so stark angegriffen als im Porphyr von Poiana; nur die Ecken sind abgerundet. Dagegen sind die Einsprenglinge hier von einer Corona umgeben (Fig. 13), die aus sphärolitisch auskristallisierten Kristalnadeln besteht. Die Nadeln sind optisch positiv und löschen gerade aus, bestehen also wahrscheinlich aus Quarz. Die erwähnte Corona muss während der raschen Abkühlung primär um die Quarzeinsprenglinge herum entstanden sein. Bei einem Orthoklaseinsprengling wurde auch ein sphärolitisches Quarzaggregat beobachtet, das in diesem Falle beschränkt ist und im Zentrum einen Quarzmikrolit enthält.

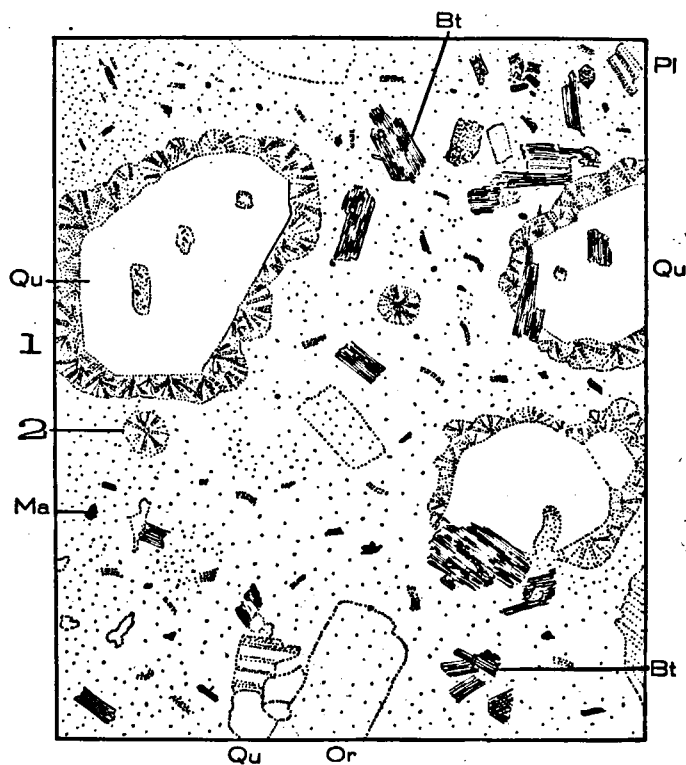


Fig. 13.

Quarzporphyr aus dem Gange von Maroggia, Vergr. 20 ×;  
Plagioklas bei gekreuzten Nicols.

1. Corona um den Quarzeinsprengling;
2. Primärer Sphärolit in entglaster Grundmasse.

Die Feldspate stimmen mit denen aus dem Ganggestein von Poiana überein, sind jedoch im allgemeinen stärker sericitisiert.

Der Biotit ist braungrün und schwach pleochroitisch, manchmal zum Teil in Chlorit umgewandelt, wobei Limonit freikam. Ein einziges Mal bildete der Limonit um das Mineral einen braunen Rand, der grosse Übereinstimmung mit den pleochroitischen Höfen um Zirkonmineralien



aufweist. Stellenweise treten im Gestein grosse Mengen Biotit auf, die häufig Aggregate und Nester bilden.

Zirkon wird, ebenso wie Apatit, nur selten angetroffen.

Die Grundmasse ist vollständig entglast, sodass die ursprüngliche Struktur schwer zu erkennen ist. Sicherlich kommt eine zweite Generation von Kristallen vor, sodass sich hier keine vitrophyrische, sondern eine hyalopilitische Grundmasse vorkommt. Die Glasmasse, die zwischen den Individuen der zweiten Generation auftritt, ist mikrofelsitisch entglast, wobei sekundär Sphärolite gebildet wurden. In dieser Masse kommen jedoch auch primäre Sphärolite vor, die immer einen Quarzkristallitkern besitzten. Diese stimmen mit der Entstehung der Corona um die Quarzeinsprenglinge überein.

Die primären Sphärolite sind bei Betrachtung mit ausgeschaltetem Analysator deutlich sichtbar; die sekundär gebildeten meistens nur bei gekreuzten Nicols. In der Grundmasse findet sich hie und da Turmalin.

### 3. Der Gang von Melano.

Das Gestein dieses Ganges zeigt unter dem Mikroskop ein ganz anderes Bild als das der beiden vorerwähnten Gänge. Zwischen den Feldspat- und Quarzeinsprenglingen lagert eine holokristalline Quarzfeldspatmasse, die hie und da eine granophyrische (manchmal etwas myrmekytische) Verwachsung aufweist. Das Gestein zeigt viel stärker den intermediären Charakter der Ganggesteine.

Plagioklas, der am häufigsten als Einsprengling auftritt, und Orthoklas bilden oft Aggregate. Der Quarz ist von der Wirkung des Magma nur schwach angetastet und findet sich im allgemeinen in kleineren Mengen als in den beiden vorerwähnten Gängen.

Grüner Biotit tritt in kleinen Quantitäten auf und enthält oft Zirkon. Zum Teil ist er in Chlorit und Magnetit umgewandelt.

In der Grundmasse finden sich auch noch kleine Mengen von Pyrit, Magnetit und Zirkon, der von einem pleochroitischen Hof umgeben ist. Die Grundmasse ist scheinbar holokristallin, doch finden sich darin auch zahlreiche grosse Sphärolite, die auf eine (sekundär) entglaste Glasmasse hinweisen könnten. Diese Sphärolite nun sind, ebenso wie die Feldspateinsprenglinge, durch Limonit rotbraun gefärbt, was bei Betrachtung ohne Analysator grosse Schwierigkeiten für die Erkennung der Wachstumsrichtung der Sphärolitnadeln mit sich bringt. In den Fällen, in denen die Längsrichtung der Nadeln deutlich zu sehen war, zeigte sich häufig, dass die Auslöschrichtung nicht parallel zu dem Fadenkreuz des Mikroskops verlief, sondern damit einen Winkel von höchstens  $8^\circ$  bildete. Die Sphärolite bestehen also sicher nicht aus Quarz, sondern wahrscheinlich aus Feldspat. Um diese Sphärolite herum kann man häufig einen schmalen Rand aus einem feinkörnigen Material wahrnehmen; nach PARKINSON (Lit. 20, S. 430) weist diese Erscheinung auf eine primäre Bildung der Sphärolite hin, bei der nach einer weiteren Abkühlung eine Einschrumpfung folgte und sich um den Sphärolit ein Hohlraum bildete, in dem sekundäres Material abgelagert wurde.

#### 4. Das Quarzporphyrgestein des Ganges im Sovagliatal.

Dieses Gestein enthält sehr zahlreiche aus Plagioklas und Orthoklas bestehende Einsprenglinge. Auch stark pleochroitischer Biotit (gelbgrün—grün) findet sich in ziemlich dicken Prismen. Er enthält selten Zirkon.

Die Quarzeinsprenglinge in diesem Gestein besitzen, ebenso wie die in einem Ganggestein von Arogno, wieder eine Corona, die jedoch eine ganz andere Bildung aufweist als in dem Gang von Maroggia. Sphärolitische Struktur ist nicht vorhanden. Häufig sieht man bereits bei Betrachtung mit ausgeschaltetem Analysator, dass die (durch Limonit?) einigermassen pigmentierte Corona durch eine Linie in 2 Zonen u. zw. in eine innere und eine äussere, getrent wird, die beide vollkommen übereinstimmend gebildet sind. Bei gekreuzten Nicols löscht die Corona (beide Zonen) gleichzeitig mit dem umhüllten Quarzeinsprengling aus. Schiebt man das  $\frac{1}{4}$   $\lambda$ -Gipsblättchen ein, dan zeigt sich, dass auch die optische Orientierung der ganzen Corona der des Einsprenglings gleichkommt. Nur auf der Grenzlinie zwischen der äusseren und inneren Coronazone finden sich hie und da anders orientierte Quarzminerale. Die Entstehung dieser Zonen um den Quarzeinsprengling herum muss meines Erachtens auf ein allmähliches Sinken der Temperatur zurückgeführt werden. Bei starker Abkühlung hätte doch wahrscheinlich sphärische Auskristallisierung stattgefunden.

Die Grundmasse dieses Porphyrs war ursprünglich vitrophyrisch, manchmal einigermassen hyalopilitisch. Die Entglasung verursachte eine schwach mikrofelsitische Struktur, die hie und da fächerförmige (federförmige) Flecken aufweist. Die Form dieser federförmige Flecken besitzt einige Aehnlichkeit mit der „featherlike structure“ von PARKINSON (Lit. 20, S. 431), die er als primär bezeichnet. Die beschriebene Struktur scheint mir jedoch nicht primär, sondern sekundär durch Entglasung entstanden zu sein.

Die Bestimmung des Anorthitgehalts des Plagioklas ergab sehr schlechte Resultate, deren Ergebnisse ziemlich voneinander abweichen. Die beste Messung zeigte 0,5 oder 48 % Anorthit. Eine Kontrollmessung desselben Individuums ergab für die verschiedenen Lamellen 0,5, 0 und 3 % Anorthit und einen Karlsbader Zwilling. Wahrscheinlich besteht der Plagioklas zum Teil also aus Albit.

**BESTIMMUNG DES ANORTHITGEHALTS DES PLAGIOKLAS  
NACH DER UNIVERSALDREHTISCH-METHODE VON FEDEROW.**

**A. Die Plagioklasse der Pyroxenporphyrite.**

No.	Anzahl der Lamellen.	Zwillingsgesetz.	% Anorthit.	% Kontroll- messung.	Fundstelle.
1	2	Albit	56 %	1—67 % 2—63 %	Cà del Monte.
2	2	Albit	53 %	1—52 % 2—53 %	Ostseite des Monte San Giorgio, in einer Höhe von 520 m ü. M.
3	2	Albit	55 %	1—52 % 2—54 %	Südlich von Brusino-Arsizio.
4	4	Albit Manebach-Ala A Periklin	48 % 44 % 50 %	1—52 % 2—47 % 3—52 % 4—65 %	id.
5	3	Periklin Esterel	47 % 49 %	1—50 % 2—55 % 3—52 %	Tunnel von Bissone.
6		Albit	53 %	1—52 % 2—53 %	550 m südlich von Brusino- Arsizio.

**B. Die Plagioklasse der Quarzporphyrgänge.**

1	3	Karlsbad (Manebach) † Albit-Karlsbad	0.5 % (48 %) 0.9 %	1—0.5 % 2—0.0 % 3—3 %	Der östliche Quarzporphyr- gang von Arogno.
---	---	--	--------------------------	-----------------------------	--

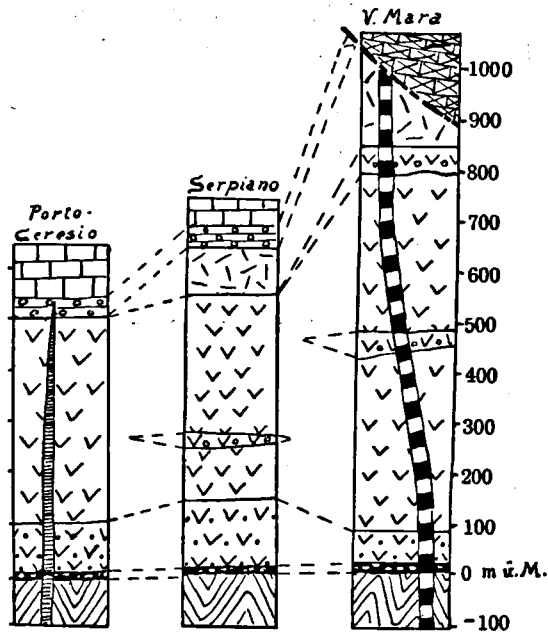


Fig. 14.

Die stratigraphische Lagerung der Gesteine bei Porto Ceresio, Serpiano und im Val Mara; bei Porto Ceresio mit Barytgang, im Val Mara mit Quarzporphyrgang und Uberschiebungsfläche des Lias. (Erklärung der Zeichen s. Tafel 50).

#### Benutzte Abkürzungen.

Qu	Quarz	Tm	Turmalin
Or	Orthoklas	Ma	Magnetit
Pl	Plagioklas	Zi	Zirkon
Px	Pyroxen	Ep	Epidot
Ho	Hornblende	Ct	Chlorit
Bt	Biotit	Lt	Limonit
Mu	Muskovit	Ce	Calcit
Se	Sericit	u	umgewandelt

## LITERATURVERZEICHNIS.

1. BEREK, M. Mineralbestimmung mit Hilfe der Universaldrehtischmethoden, Berlin 1924.
2. BISTRAM, A. Freiherr VON. Das Dolomitgebiet der Luganer Alpen; Geol. und Paleont. Studien in der Comasker Alpen II; Berichte der Naturf. Ges. zu Freiburg, Bd. XIV, 1903.
3. BONNEY, Prof. TH. G. and PARKINSON, J. On primary and secondary devitrication in glassy igneous rocks; Quarterly Journal of the Geol. Soc. London, Vol. 59, 1903; S. 429.
4. COSIJN, J. De geologie van de Valli di Olmo al Brembo; Proefschrift, Leidsche Geol. Meded., Dl. II, 1928.
5. DUPARC, L. et REINHARD, M. La détermination des plagioclases dans les coupes minces; Mem. Soc. de Ph. Hist. Nat., Vol. 40, fasc. I, 1924.
6. ESCHER, B. G. Vroegere en tegenwoordige opvattingen omtrent de geologie van het porfiergebied van Lugano; Handelingen van het XIVde Ned. Nat.-en Geneesk. Congres te Delft, Maart 1913.
7. —. Geologie und Petrographie der San Salvatore-Halbinsel bei Lugano; Ecl. Geol. Helv., 12, No. 5, 1913; S. 722.
8. FELLEBERG, L. VON. Analysen zweier Porphyre aus dem Maroggiatunnel im Tessin; Zeitschr. d.d. Geol. Ges. Bd. XXVII, H. 2, 1875; S. 422.
9. FRAUENFELDER, ALB. Beiträge zur Geologie der Tessiner Kalkalpen; Ecl. Geol. Helv., Vol. XIV, 1916, Nov.; S. 247.
10. HARADA, TOYOKITSU. Das Luganer Eruptivgebiet; Inaugural Dissertation, München, 1882.
11. HARLOFF, CH. E. A. The geology of the porphyry-district of Lugano between Ponte Tresa and Luino; Proefschrift, Leidsche Geol. Meded., Dl. II, 1927.
12. HELM, ALB. Geologie der Schweiz, Bd. I.
13. HOFFMANN, FRED. Observations faites avec M. Escher fils, sur les porphyres du bord méridional des Alpes dans le canton de Tessin; Bull. Soc. Geol. de France, Tome IV, 1833; S. 105.
14. JONG, J. W. Zur Geologie der Bergamasker Alpen, nördlich des Val Stabina; Proefschrift-Leiden, 1928.
15. KÄECH, MAX. Vorläufige Mitteilungen über Untersuchungen in den Porphyrgebieten zwischen Luganersee und Valsesia; Ecl. Geol. Helv., Vol. VII, No. 2, 1901; S. 129.
16. —. Das Porphyrgebiet zwischen Lago Maggiore und Valsesia; Ecl. Geol. Helv., Vol. VIII, No. 1, 1903; S. 11.
17. KLOMPÉ, TH. H. F. Die Geologie des Val Mora und des Val Brembo di Mezzoldo; Proefschrift-Leiden, 1929.
18. KUENEN, PH. H. The porphyry-district of Lugano west of the Valganna; Proefschrift-Leiden; Leidsche Geol. Meded., Dl. I, Afl. 1, 1925; S. 129.
19. LEUZINGER, P. Geologische Beschreibung des Monte Campo dei Fiori und der Sedimentzone Luganersee-Valcuvia; Inaugural Dissertation, Basel; 1925.

20. PARKINSON, JOHN and BONNEY, Prof. TH. G. On primary and secondary devitrification in glassy igneous rocks; Quarterly Journal of the Geol. Soc. London, Vol. 59, 1903; S. 429.
21. PIRSSON, L. V. The microscopical characters of volcanic tuffs; Amer. Journ. of Science, 1915; S. 191.
22. RASSMUSS, H. Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik der südöstlichen Alta Brianza; Geol. und Paleont. Abhandl. von E. KOKEN, N. F., Bd. X, H. 5, 1912.
23. RIVA, C. Sul metamorfismo subito dai gneiss a contatto coi porfidi quarziferi nelle vicinanze di Porto Ceresio; R. Inst. Lomb. Sc. e Let., d. d. Sc. mat. e nat., ser. II, Vol. 33, 1900; S. 5.
24. SCHMIDT, C. und STEINMANN, G. Geologische Mitteilungen aus der Umgebung von Lugano; Ecl. Geol. Helv., Vol. II, Bd. 1, 1890; S. 1.
25. SEITZ, O. Ueber die Tektonik der Luganer Alpen; Verh. Naturhist. u. Mediz. Vereins zu Heidelberg, N. F., Bd. XIII, H. 3, 1917.
26. SENN, ALF. Beiträge zur Geologie des Alpensüdrandes zwischen Mendrisio und Varese; Inaug. Diss.; Ecl. Geol. Helv., Vol. XVIII, No. 4, 1924; S. 522.
27. SETTER, L. U. DE. Les porphyrs luganais entre le lac de Lugano et le Valganna, Proefschrift 1925, Leidsche Geol. Meded. Dl. I, Afl. 1; S. 187.
28. STEINMANN, G. und SCHMIDT, C. Geologische Mitteilungen aus der Umgebung von Lugano; Ecl. Geol. Helv., Vol. II, Bd. 1, 1890; S. 1.
29. STUDER, B. Nouvelles recherches sur le canton du Tessin et le Valteline; Bull. d. l. Soc. geol. de France, Tome IV, 1833—1834; S. 54.
30. ——. Die Porphyre des Luganersees; Zeitschr. d. d. Geol. Ges., Bd. XXVII, Ht. 2, 1875; S. 417.
31. TARAMELLI, TORQUATO. I tre Laghi; studio geologico orografico; Pavia, 1902.
32. WENNEKERS, J. H. L. De geologie van het Val Brembo di Foppolo en de Valle di Carisole, Proefschrift-Leiden; Leidsche Geol. Meded., Dl. III, 1930; S. 269.