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

Band: 11 (1931)

Heft: 1

Artikel: Der Quarzdirit des Coccomassives (zentrale Tessineralpen) und seine Beziehungen zum Verzascagneis

Autor: Preiswerk, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-12527

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 19.10.2025

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

Der Quarzdiorit des Coccomassives (zentrale Tessineralpen) und seine Beziehungen zum Verzascagneis

von *H. Preiswerk* in Basel [1])

EINLEITUNG

Die vorliegenden Mitteilungen beziehen sich auf petrographisch-geologische Resultate regionaler Natur, die durch mehrjährige, im Dienste der Geologischen Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft ausgeführten geologischen Aufnahmsarbeiten in den mittleren Tessineralpen, sowie die entsprechenden mikroskopischen und chemischen Untersuchungen gewonnen worden sind. Die Herstellung der Dünnschliffe sowie die Ausführung der Analysen erfolgte auf Kosten der Geologischen Kommission.

ALLGEMEINE GEOLOGISCHE UND PETROGRAPHISCHE BESCHREIBUNG

Die Maggia bildet in ihrem Lauf durch die zentralen Tessineralpen zwischen Fusio und Ponte Brolla einen nach Westen konvexen Bogen. Sie folgt auf dieser Strecke, abgesehen von der starken Ausbuchtung bei Cevio und Bignasco, im allgemeinen dem Streichen der geologischen Formationen. Diese bilden nämlich im Osten der Maggia einen mächtigen Kreisbogen, dessen Mittelpunkt etwa bei Bodio im Tessintal liegt, und dessen Radius ca. 20 Kilometer misst. Es ist dies eine Tatsache, die für das tektonische Verständnis der Tessineralpen von grundlegender Bedeutung ist. Schon mehrfach habe ich versucht, sie für die tektonische Darstellung der Tessineralpen auszuwerten. Der kreisbogenförmige Verlauf der Formationen prägt sich besonders deutlich aus in einer sichelförmigen Eruptivgesteinsmasse östlich der Maggia, die ich als *Coccogneismassiv* bezeichne nach dem Val Cocco, das die Eruptivmasse an der Stelle durchschneidet, wo sie annähernd ihre grösste Breite, ca. 4 Kilometer, erreicht. Diese Eruptivgesteinsmasse setzt am Pizzo Ganna in den

[1]) Veröffentlicht mit Erlaubnis der geologischen Kommission der S. N. G.

Paragneisen der Campo Tencia-Gruppe ein, überschreitet in Nord-Süd-Richtung das Pratotal, bildet dann auf kurze Strecke den Grenz-

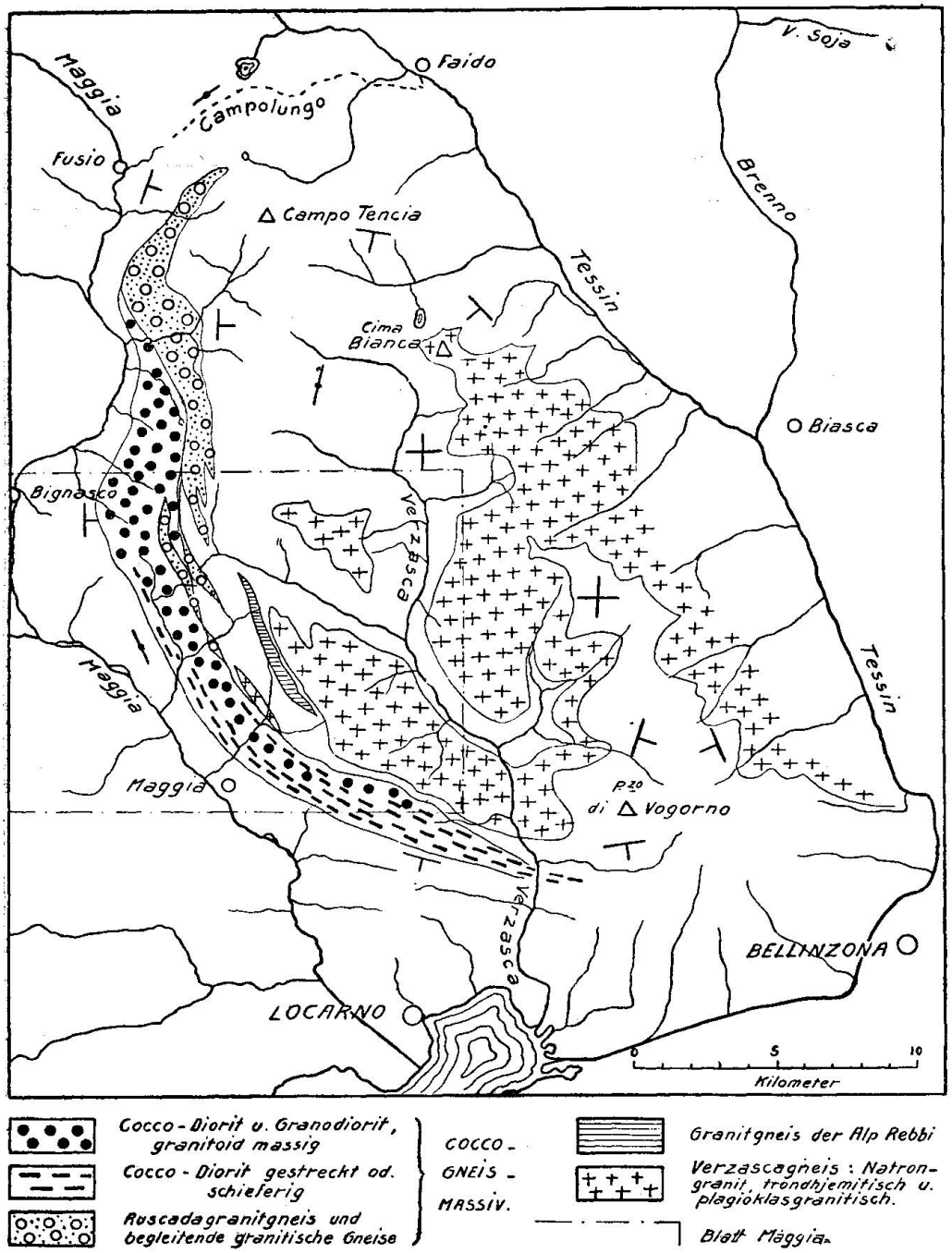

Fig. 1. Tektonische Skizze der 2 Masivlappen: „Coccogneis" (Bernhard-Decke) und „Verzascagneis" (Simanodecke).

kamm zwischen Maggia- und Verzascatal, und ist auf der Südwestseite dieses Kammes weiter verfolgt worden bis zur Querschlucht des untern Verzascatales, wo sie eine Länge von etwa 33 Kilometern

erreicht. Ihr Verlauf östlich der Verzasca ist noch unbekannt. Wahrscheinlich bildet sie den Kern der den Verzascagneis überdeckenden Cimalunga-Decke. (H. PREISWERK: Eclogae geol. Helv. XIX, 1925, Tafel V.) Die Figur 1 skizziert die Gestalt des *Coccogneismassives* und seine örtlichen Beziehungen zum Verzascagneis. Die beigefügten Fallzeichen lassen erkennen, dass das mittlere Coccomassiv nach Art eines Zentralmassives steile bis vertikale Stellung seiner Grenzflächen zeigt. Im nördlichen Teil fallen sie nach Osten ein, im südlichen dagegen nach Süden. Dadurch erhält das Massiv die Gestalt einer schraubenförmig gewölbten Platte. Der *Verzascagneis* wird von der Coccogneisplatte im Kartenbilde umzirkelt und auch räumlich derart umhüllt, dass er gegen Westen völlig abgeschlossen erscheint. Dieser westliche, eingewickelte Teil des Verzascagneises ist reich an walzenförmigen Bildungen mit schwach NNW ansteigenden Axen. Im Norden und Osten breitet sich der Verzascagneis zu einer mächtigen flachen Tafel aus, die in ihrem südöstlichen Teil in flach eingesenkter Mulde eine mesozoische Synklinalzone sowie die höhere Cimalunga-Decke trägt, die ich vorläufig dem System der St. Bernharddecke zurechne, und somit dem Coccogneis parallelisiere. Ob diese Parallele richtig ist, hat eine nähere Untersuchung der Cimalunga-Decke zu entscheiden. Das ganze, eben beschriebene Deckensystem taucht im Süden, in die allgemeine Wurzelzone eintretend, steil zur Tiefe.

Die Gesteine, die das *Coccogneismassiv* aufbauen, sind nicht einheitlicher Natur. Vor allem sind zwei Hauptmassen zu unterscheiden: eine kleinere granitische Masse im Norden, die ich früher als Granitmasse des Pizzo di Ruscada beschrieben habe (Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Lf. 26, II, pag. 63, 1918), und der übrige Hauptbestandteil des Coccogneises von quarzdioritischer Zusammensetzung, der *„Coccodiorit"*. Es ist merkwürdig, dass die gewaltige Masse des Coccodiorites so lange unbekannt geblieben ist, zumal der typische Coccodiorit ein auffallend schönes granitoides Gestein ist. Der Hauptgrund mag darin liegen, dass diese Gesteine anstehend nirgends den Talboden erreichen, sondern hauptsächlich auf hohen Kämmen oder im Hintergrund abgelegener Seitentäler anstehen. Die Gletscher der Eiszeit haben vielfach die Coccodiorite aus den abgelegenen Orten heruntergebracht und deponierten sie in den Moränen, welche die Gesimse an den höheren Hängen des Haupttales verkleiden. Aus solchen Ablagerungen haben u. a. die katastrophalen Murgänge von Someo grosse Blöcke von *Coccodiorit* zu Tal gebracht. Das schöne Material wurde zur Verbauung

des Wildbaches in Someo ausgiebig benutzt, so dass nun dort eine prächtige Musterkarte frischer Cocco-Diorite und -Granodiorite sowie ihrer Ganggesteine zu sehen ist.

BERNHARD STUDER hat die Zone des Coccogneises auf einem Übergang vom Valle d'Osola zur Alp Tome durchquert. (B. STUDER, Geologie der Schweiz, Bd. I, pag. 233.) Er spricht von einer „Granitmauer im Hintergrund der V. Oser" (Valle d'Osola).

Auf den früheren geologischen Karten fällt der Coccogneis in die Region des allgemeinen Tessinergneises. Im Jahre 1919 hat G. HENNY bei Überschreitung der Forcarella Cocco, die vom Valle d'Osola ins Val Cocco führt, ein „petit massif granitique" beobachtet. (G. HENNY: Essai sur la tectonique du Tessin. Proc. verb. soc. Vaudoise sc. nat., avril 1920, pag. 33.)

Meine geologischen Studien im Tessin führten mich erst im September 1920 in die Region des Coccodiorites. Zwischen den Alphütten von Ajarlo und der Cima d'Ajarlo östlich ob Maggia traf ich zuerst auf Coccodiorit, der hier eine ausgeprägte Parallelstruktur zeigt, und dem man etwa die Feldbezeichnung „grobflasriger Biotitgranitgneis" geben kann. Er wechsellagert mit helleren granitischen Einlagerungen und zeigt steil südwestliches Einfallen. Grosse Massen des nämlichen Gesteins fand ich sodann bei Dorca, auf der rechten Seite des Val Coglio in ähnlicher Lagerung aufgeschlossen. Es zeigt hier noch besser die Ausbildung eines Massengesteins, ein schöner charakteristischer Gesteinstypus: In einer schneeweissen Zwischenmasse liegen reichlich tiefschwarze Glimmerputzen sowie grosse glasige Quarzkörner, die stellenweise an der Oberfläche als Knoten herauswittern. Die nämlichen Gesteine fand ich wenige Tage später in schönen Aufschlüssen bei Cortone im Val Giumaglio. Damit war das Gestein in einer Längserstreckung von ca. 7 Kilometern nachgewiesen. In den nächsten Jahren zeigte sich seine weite Ausdehnung in nördlicher Richtung. Im Jahre 1923 sammelte O. GRÜTTER Coccodiorit im Coccotale. 1924 und 1925 habe ich die mächtige Entwicklung dieser Gesteine auf der Westflanke des obersten Val d'Osola, sowie im Hintergrund der Täler: Val Mala, Val Tome, Val Serenello, Val Cocco und Val Chigniulascio konstatiert. Erst 1926 habe ich bei der Aufnahme des Blattes Maggia die südliche Fortsetzung des Coccodioritzuges bis in die Wurzelregion nördlich von Locarno verfolgt und gefunden, dass er bei Mti. di Pozzuoli die Verzasca quert.

Die Zone des Coccodiorites, die sich vom Val Prato bis zur Verzasca erstreckt, umschliesst mehrere Gesteinstypen, von denen

aber die Hauptmasse *quarzdioritischer* Natur ist. Im Kern und namentlich im östlichen Teil des Massives herrscht der grobkörnige, schwarz-weiss gesprenkelte Normaltypus der Quarzglimmerdiorite (No. 3 der Analysen) vor. Im Norden sind saurere Typen *granodioritischer* Natur (No. 6 der Analysen) nachgewiesen. Die massige, granitisch körnige Ausbildung ist besonders in den nördlichen Teilen der Quarzdiorite vertreten; je weiter wir nach Süden gelangen, desto stärker wird im allgemeinen die Parallelstruktur und desto schwieriger auch die Unterscheidung von den ebenfalls stark geschieferten einschliessenden Misch- und Paragesteinen.

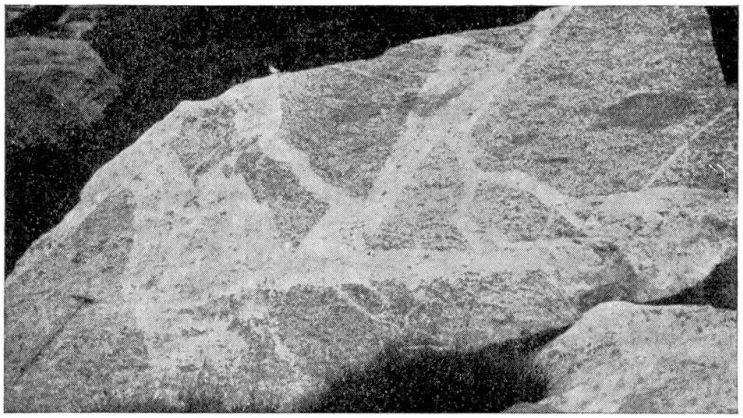

Fig. 2. Coccodiorit mit basischen Einschlüssen und Aplitgängen. Alpe Fornaro, Osolatal. Phot. J. Van Houten.

Oft sind die Coccodiorite von zahlreichen jüngern, feinerkörnigen saureren Eruptivgesteinen durchsetzt, zwischen denen sie gelegentlich nur noch als zwickelförmige Reste übrig bleiben (Figur 2).

Von Gesteinen, die Einschlüsse im Normaltypus bilden, sind dunkle gabbroide Massen zu erwähnen (sog. basische Ausscheidungen), wie solche besonders bei Cortone im Val Giumaglio aufgeschlossen sind.

Normale Kontakte der Diorite an den begleitenden Paragesteinen und eventuelle Kontaktmetamorphose sind nicht festzustellen. Meist stellen sich in der Kontaktzone die sog. „Bändergneise" ein: rasch wechselnde Lagen gneisartiger, heller und dunkler Derivate von Eruptivgesteinen, sowie glimmerreicher Paragesteine. Diese Zonen sind häufig, ähnlich wie die Diorite selbst, von zahlreichen *Aplitgängen* durchzogen, so dass förmliche *Injektionsgneise* entstehen. Besonders ausgeprägt sind solche Zonen der Injektion

auf der Ostflanke des Coccogneises entwickelt: bei Triep im Val di Fo, unterhalb Alpe Cuascia im Val Coglio sowie im Talkessel oberhalb Alpe Osola. Jedoch auch auf der Westflanke des Coccomassives fehlen sie nicht.

Im westlichen Teil des Coccogneises stellen sich feinkörnige *Quarzdiorite* ein, in denen die *Hornblende* gegenüber dem Glimmer vorherrscht bis zu dessen fast völliger Verdrängung. Sie bilden meist graue, gleichkörnige, seltener porphyrisch struierte Gesteinsmassen, die im obern Val Cocco und Val Serenello eine Mächtigkeit von über

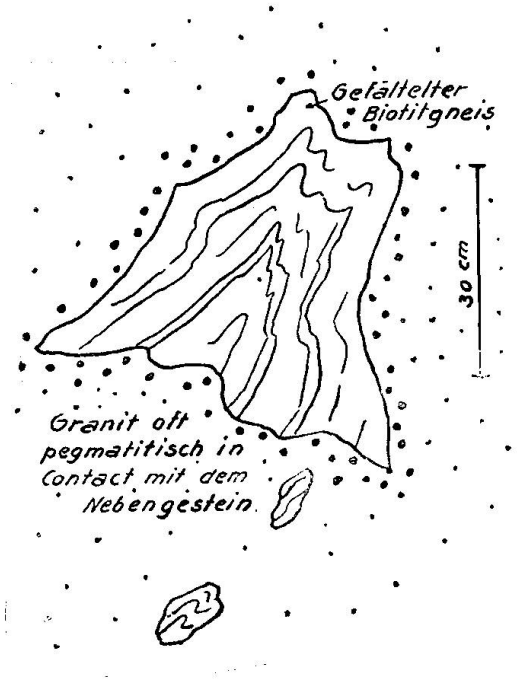

Fig. 3.

einen Kilometer erreichen. Ihrem chemischen Bestand nach (Analysen 2 und 4) schliessen sie sich an die basischeren Glieder (Analyse 3) der Quarzglimmerdiorite der Ostseite an. Stellenweise sind sie von gabbroiden Gesteinen begleitet. Namentlich im obersten Teil des Val Chigniulascio erlangt *Hornblendegabbro* einige Ausdehnung (Analyse 1). Zwischen den granitoiden *Quarzglimmerdioriten* und den feinkörnigen *Quarzhornblendedioriten* ist kein einheitlicher Altersunterschied festzustellen. Sie wechseln häufig lagenweise miteinander ab, scheinen allmählich ineinander überzugehen und abwechselnd das eine das andere einzuschliessen.

Jünger als beide Coccodioritkomplexe sind die sauren *granitischen, aplitischen* und *pegmatitischen* Gesteine, die sie begleiten und mannigfach durchdringen. Manche von diesen gra-

nitischen und aplitischen Gesteinen weisen Paralleltextur auf. Diese verläuft oft diskordant zur Kontaktfläche mit dem Diorit, sowie auch diskordant zur alten Paralleltextur des Diorites. Die Gebirgsbewegung, welche die Coccodiorite laminiert hat, überdauert in diesem Falle die sauren Nachschübe, doch oft mit geänderter Richtung.

Noch späteresaure Intrusionen, namentlich von Apliten und Pegmatiten, sind von Deformation durch Gebirgsbewegung völlig verschont geblieben. Sie füllen ganz junge, postalpine Brüche, die entweder quer zum allgemeinen Streichen der Formationen verlaufen, oder aber demselben folgen und dann oft von ausgedehnten Mylonit-

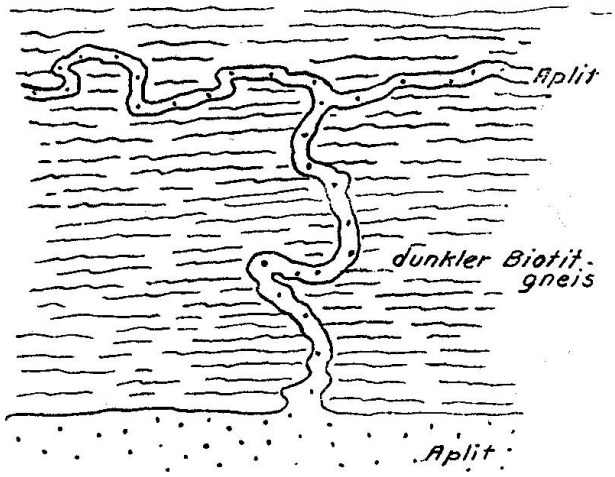

Fig. 4.

zonen begleitet sind. Junge, frische Pegmatite findet man stellenweise in die Mylonite eingedrungen. (H. Preiswerk: Die Alpen, Monatschrift des S. A. C., 1925, No. 12, pag. 447.)

Der auf der Kartenskizze als *Ruscadagranitgneis* eingetragene nördliche Teil des Coccomassives ist im wesentlichen ein Granit. Seinen Kontakt mit dem Coccodiorit habe ich im August 1924 zusammen mit Herrn L. Bossard im obern Teil der Val Tomeo studiert. Wir sind zur Überzeugung gekommen, dass der Ruscadagranitgneis das jüngere Gestein ist. Die schönen Kontakterscheinungen verdienen noch weiteres Studium. Südwärts spaltet sich der Ruscadagranitgneis in mehrere Lager, die den Coccodiorit begleiten. Auch hier, besonders beim Passübergang nordöstlich vom Pizzo Cocco, sind diese granitischen Gesteine von bemerkenswerten Kontakterscheinungen begleitet: Einschlüsse von gefälteltem Nebengestein, Ausscheidung von Pegmatit an der Kontaktfläche (Figur 3).

Die Intrusion aplitischer Massen in die Coccodiorite nimmt stellenweise, besonders im Serenellotale, grosse Dimensionen an, so dass die Gesamtmasse erheblich kieselsäurereicher ist, als der dioritische Kern. Der Vorgang der Intrusion hat vielfach sehr schöne Grosstrukturen hervorgebracht, die über die Formen und Sukzessionen der Gebirgsbewegung Aufschluss geben können. Die Skizzen 4—9 demonstrieren einige Beispiele.

Bei Figur 4 ist das Nebengestein, ein *Biotitgneis* unbestimmten Alters, stark parallelstruiert. Der *Aplit* durchdringt den Gneis bald indem er der Schieferung folgt, bald indem er sie in Mäandern durchbricht. Die Fundstelle liegt am Weg von Fornaro nach Sambuco im hintern Osolatale.

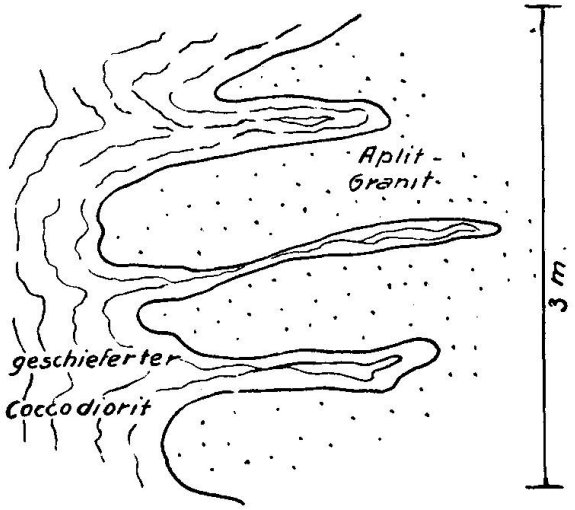

Fig. 5.

Figur 5 stellt eine Kontaktstelle im obern Serenellotale dar zwischen geschiefertem *Coccodiorit* und granitartigem *Aplit*. Der Diorit ist mit der Deformierung der Kontaktfläche gefältelt und gestreckt worden, während der Aplit seine massige Struktur kaum merklich eingebüsst hat, vermutlich weil er die die Intrusion überdauernde Gebirgsbewegung vorwiegend in schmelzflüssigem Zustand mitmachte. Der Aplit führt an dieser Stelle oft Einschlüsse von Coccodiorit.

Bei Piatto, im Hintergrund des Val Serenello, auf den Rundhöckern des Karbodens sieht man prächtig aufgeschlossene Gangsysteme den Coccodiorit durchsetzen. Figur 6 stellt einen dieser Gänge dar. Es ist ein gemischter *Aplit-Pegmatitgang,* an dem man besonders deutlich eine nachintrusive Bewegung konstatieren kann. Der Aplit besitzt einen pegmatitischen Kern. Derselbe

ist nach der Intrusion zerrissen und zusammen mit dem umgebenden Aplit gestaucht worden, in einer Weise, die eine plastische Beschaffenheit des Ganges voraussetzt. Es hat die Erscheinung gewisse Ähnlichkeit mit der sogenannten ptygamitischen Faltung. Jedoch ist darauf hinzuweisen, dass die Fältelung des Aplit-Pegmatitganges hier durch eine mit dem Intrusionsakt nicht notwendig verknüpfte, spätere Bewegung erzeugt worden ist.

Schöne Beispiele für Pegmatit- und Aplitgänge, nach deren Intrusion keine wesentlichen Bewegungen mehr erfolgten, sind beim

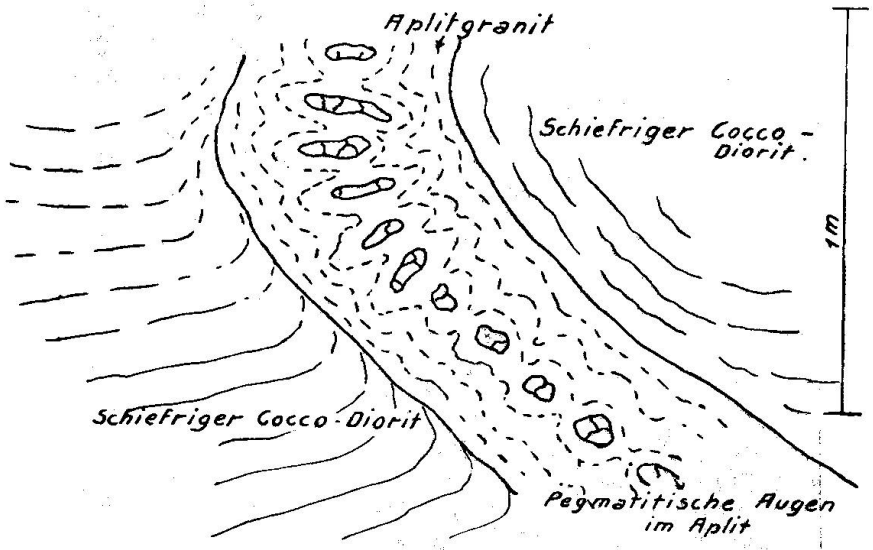

Fig. 6.

Kirchhof von Lavertezzo im Bett der Verzasca aufgeschlossen (Figur 7).

Figur 8 zeigt eine Stelle des Aplitganges der Figur 7, welcher gewalzte und gestreckte Gneise vertikal zur Streckungsaxe durchbricht. Die Form des Ganges und die brecciöse Struktur der Gangränder sind unversehrt erhalten geblieben.

Ein Vorkommen aplitisch-pegmatitischer Intrusion am Osthang des Pizzo Coasca im hintern Valle d'Osola stellt Figur 9 dar. Die merkwürdige Art der Anordnung der schlierig getrennten Magmenteile zeigt, in welcher Weise aplitische und pegmatitische Restlösungen gleichzeitig auf denselben Gangspalten zirkulieren können.

Hier sind auch die *Pegmatitgänge* zu erwähnen, welche auf der Alp Drosina sura oberhalb Lodrino im Tessintal das Dach der Verzascagranitdecke und die flach darüber gelagerten, mesozo-

ischen Kalkschiefer durchbrechen. (Schweiz. Min.-Petr. Mitt. IV, 1924, pag. 360.) Weitere Studien an diesen jungen Eruptivgesteinsbildungen versprechen interessante Ergebnisse.

DIE ANALYSIERTEN GESTEINSPROBEN (vergl. pag. 38)

No. 1 der Analysen (Sammlungsnummer 577).

Das Gestein stammt vom Gipfel P. 2239 m zwischen dem Maggiatale und der Alpe Spluga im Val Giumaglio. Eine *Gabbrolinse*

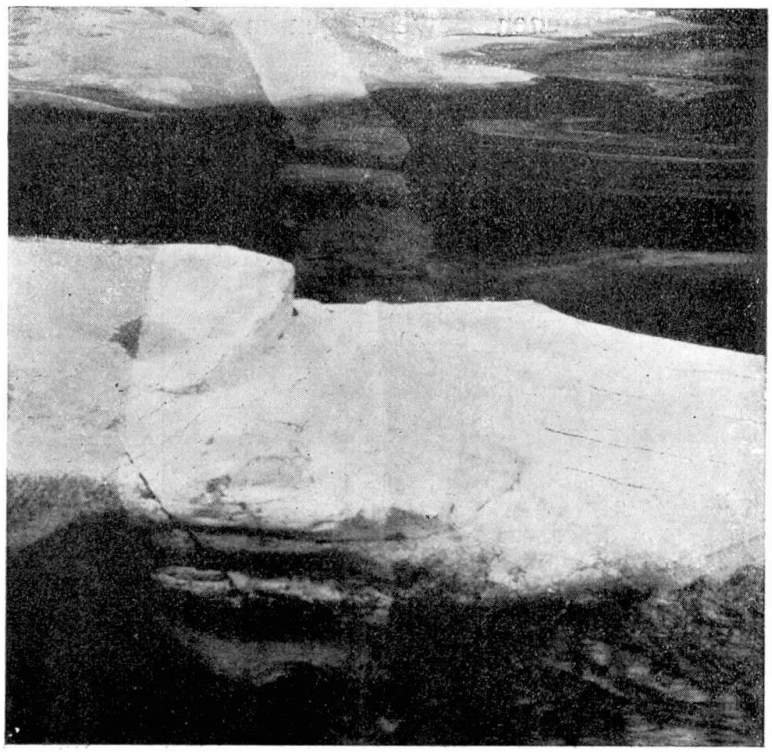

Fig. 7. Flussrinne der Vercasca bei Lavertezzo mit West-Ost gestreckten Bändergneisen von einem trondhjemitischen Aplitgang (ca. 80 cm dick) durchquert.
Phot. H. Preiswerk.

von gegen 1 Kilometer Länge ist hier dem Coccodiorit eingelagert auf der Grenze zwischen dem feinkörnigen und dem grobkörnigen Diorit. Sie zieht sich vom P. 2239 nordwärts über den Eckpfeiler des Castellogrates ins oberste Val Chigniulascio (Blatt Maggia).

Das Aussehen des Gesteins ist das eines mittelkörnigen basischen Diorites. Es besteht zu wohl 60 % aus isometrischen dunkelgrünen *Hornblendekörnern.* Unter dem Mikroskop erscheinen die Hornblenden stellenweise durchschnitten von blättrigen *Chloritaggregaten,* die in ihrem Kern Reste von *Biotit* enthalten, sowie reichlich fetzenförmige Ausscheidungen von *Titanit* zwischen den

Chloritblättern. Die Zwischenräume der Hornblendekörner erfüllt ein weisses, feinkörniges Aggregat der hellen Gemengteile. Oft haben diese weissen Felder feldspatförmige Umrisse.

Das helle Aggregat besteht aus *Epidot, Plagioklas* und reichlich *Quarz* in granoblastischem Gefüge. Der Plagioklas zeigt inverse Zonarstruktur und hat stark wechselnde Zusammensetzung: *Oligoklas-Andesin.*

Der Mineralbestand dürfte ein sekundärer sein, wobei die hellen Gemengteile als grobkörniger Saussurit einem umgewandelten basi-

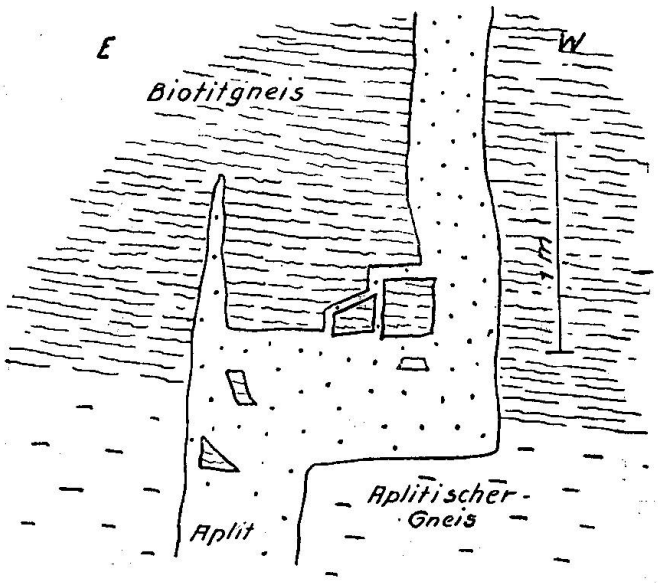

Fig. 8.

schen Plagioklas entsprechen würden, während die Hornblende als Uralitisationsprodukt aufzufassen wäre. Reliktstrukturen liegen in den Feldspatumrissen vor. Noch ausgeprägter finden sich solche Relikte von Feldspatumrissen in kleinen Linsen porphyritartigen Gesteins an der Peripherie des Coccodiorites.

Die chemische Zusammensetzung zeigt No. 1 der Analysentabelle (pag. 38). Es ist das kieselsäureärmste der analysierten Gesteine und fällt der Basizität nach an die Grenze von Diorit und Gabbro. Der Projektionspunkt, nach Osann berechnet (Fig. 10, pag. 51), fällt in den obern Teil des IV. Sextanten im Projektionsdreieck. Es ist der Raum für Gabbro und auch vereinzelte Diorite, beide mit hohem Gehalt an dunkeln Gemengteilen (hoher Faktor F). Die Berechnung der Molekülgruppen S Al F und Al C Alk nach Osann („Petrochemische Untersuchungen", Heidelberger Akad. 1913, sowie „Der chemische Faktor in einer natürlichen Klassifikation der Erup-

	Coccomassiv (Gabbro- und Quarzglimmerdiorit)						„Verzascagneis" (Plagioklasgranit u. Trondhjemit)				Aplitgänge			„Ruscadagneis"	Kontrolle
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	Nr. 6.
SiO_2 =	51,99	59,32	61,05	62,60	65,56	67,39	68,40	69,59	70,45	72,67	73,23	73,51	74,60	74,88	66,93
TiO_2 =	0,64	0,85	0,98	1,48	0,66	0,62	0,58	0,56	0,60	0,25	0,19	0,01	Sp.	0,23	0,56
Al_2O_3 =	14,07	12,26	18,28	14,29	15,30	15,81	15,67	15,27	16,14	13,89	15,40	13,81	15,02	13,24	15,73
Fe_2O_3 =	2,93	2,77	1,17	2,83	1,49	1,34	2,03	1,28	1,03	0,86	0,66	0,76	0,87	1,39	1,00
FeO =	5,32	3,93	5,06	4,53	2,41	3,01	2,19	1,95	1,39	1,28	0,67	0,23	—	0,91	3,15
MnO =	0,10	0,10	0,17	0,09	0,07	0,09	0,06	Sp.	Sp.	0,04	—	Sp.	0,13	Sp.	
MgO =	9,68	8,06	1,64	1,55	1,36	1,12	0,89	0,78	0,56	0,41	0,27	0,06	—	Sp.	1,21
CaO =	10,51	6,99	5,05	4,87	4,00	4,32	2,93	3,52	2,29	2,28	1,69	1,04	0,98	0,70	4,46
Na_2O =	1,12	2,05	2,98	3,64	4,13	3,55	4,07	4,18	4,50	4,98	4,82	1,82	2,69	2,49	3,72
K_2O =	1,23	2,49	2,66	2,91	3,70	2,58	2,41	2,22	1,91	3,34	3,02	8,55	5,81	5,90	2,32
H_2O+ =	2,01	0,84	0,70	0,75	0,56	0,58	0,50	0,58	0,53	0,45	0,20	0,33	0,42	0,40	
H_2O- =	—	0,07	—	0,09	—	0,04	—	—	—	—	—	0,03	—	—	
P_2O_5 =	0,16	0,15	0,22	0,50	0,17	0,08	0,07	0,32	—	0,04	0,22	0,09	Sp.	0,05	
					CO_2=0,33										
M =	99,76	99,88	99,96	100,13	99,74	100,53	99,80	100,25	99,46	100,49	100,47	100,24	100,52	100,19	
Spez. Gew. =	2,92	2.83	2,75	2,76	2,70	2,71	2,68	2,69	2,67	2,66	2,62	2,60	2,63	2,61	

Molekularwerte nach Niggli:

si =	122	166	213	228	262	276	301	316	347	363	383	423	438	454
al =	19,5	20,5	38	31	36	38,5	40,5	41	47	41	48	47	52	47
fm =	49,5	48,5	27	30,5	22	21,5	21	17	13,5	12	7,5	5	4,5	11
c =	26,5	21	19	19	17	19	14	17	12	12	10	6,5	6,5	4,5
alk =	4,5	10	16	19,5	25	21	24,5	25	27,5	35	34,5	41,5	37	37,5
k =	0,42	0,44	0,37	0,34	0,37	0,32	0,28	0,26	0,22	0,30	0,29	0,76	0,59	0,61
mg =	0,68	0,68	0,34	0,28	0,38	0,32	0,28	0,30	0,30	0,26	0,29	0,10	0,00	0,00
c/fm =	0,53	0,43	0,70	0,62	0,77	0,90	0,67	1	0,89	1	1,3	1,3	1,4	0,41
qz =	+14	+26	+49	+46	+62	+92	+103	+116	+147	+123	+145	+157	+190	+204

Analytiker: J. Jakob: Nr. 3, 7, 13 u. 14. — P. Bearth: Nr. 1, 8 u. 11. — G. A. Stephan: Nr. 9. — H. Preiswerk: Nr. 2, 4 5, 6, 10 u. 12.
Kontrollanalyse Nr. 6: P. Esenwein.

1. Hornblendegabbro, Someo.
2. Gabbro-Diorit, Serenello.
3. Quarzglimmerdiorit „Coccogranit", Forcarella Cocco.
4. Quarzglimmerdiorit (Opdalit) „Fleckendiorit", Coccotal.
5. Biotit-Granit (normalgranitisch) „Granitgneis", Alp Rebi.
6. Quarzglimmerdiorit (Granodiorit) „Coccogranit", Val Mala.
7. Plagioklasgranit „Tessinergneis", Osogna.
8. Plagioklasgranit „Verzascagneis", Cangello.
9. Plagioklasgranit (trondhjemitisch) „Verzascagneis", Valdo Marzorini.
10. Trondhjemit „Verzascagneis", Motta.
11. Trondhjemit „Aplit", Lavertezzo.
12. Aplit, Piatto Serenello.
13. Aplit, Tencio Loeng.
14. Granit (engadinitisch) „Ruscadagneis", Val Tomeo.

tivgesteine", Heidelberger Akad. 1919) führte, als bestes Vergleichsobjekt, auf den *Hornblendegabbro* der Purcell Mountain Range in Montana, beschrieben von R. A. Daly (Festschrift Harry Rosenbusch 1906, pag. 209). Die Analyse dieses Gabbro (l. c., pag. 209), die dem Haupttypus des Vorkommens entspricht, zeigt mit unserer Analyse 1, dem Gabbro des Coccomassivs, eine sehr gute Übereinstimmung. Der Hornblendegabbro der Purcell Mountains ist

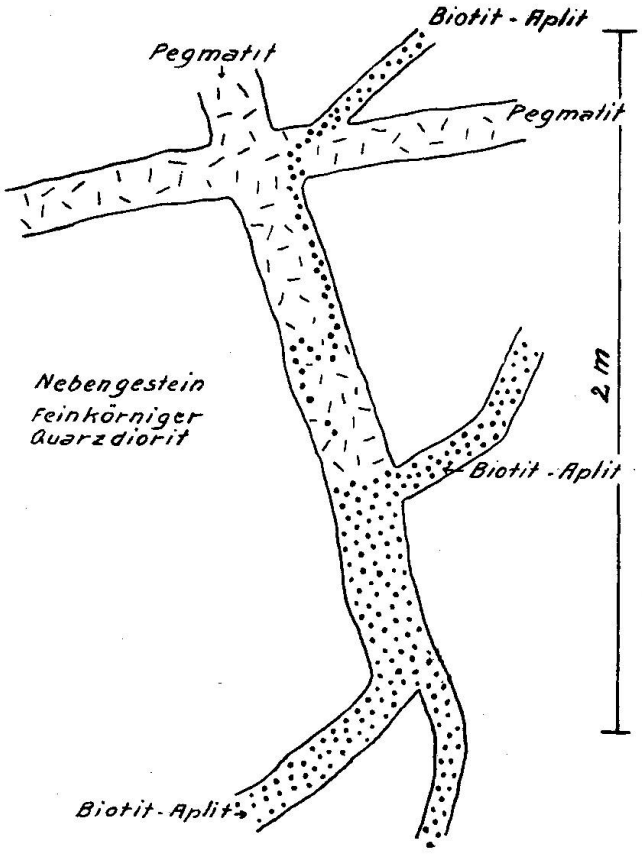

Fig. 9.

ein ungewöhnlicher Typus mit besonders hohem SiO_2-Gehalt. Nach Daly führt das Gestein akzessorischen Quarz, und auch die Hornblende entspricht einer besonders sauren Abart. Auch der Gabbro des Coccomassivs führt beträchtlich Quarz.

Die Molekularwerte nach Niggli sind in der Tabelle pag. 38 eingetragen, sowie im Diagramm Fig. 11 (pag. 26). Nach der Einteilung von Niggli (Gesteins- und Mineralprovinzen, Berlin 1923) fallen die Zahlen in die normalgabbroide Magmengruppe. In dieser Gruppe ist nach Niggli die Quarzzahl schwach negativ. Bei den Werten unserer Analyse 1 dagegen haben wir schwach positive

Quarzzahl. Demnach zeigt sich auch hier die für *Gabbro* abnorme Höhe des SiO_2-Gehaltes unserer Analyse 1, ganz entsprechend dem Purcell Mountain-Typus.

Höher als normal ist auch die k-Zahl, eine Erscheinung, die auch bei No. 2 auftritt.

Nach der Klassifikation JOHANNSEN ist das vorliegende Gestein ein Vertreter der Familie: 3 2 1 2 *„Meladiorite"*.

No. 2 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 568.

Fundort: Marlegia im obern Val Serenello. Das Gestein bildet den Kern der feinkörnigen, *hornblendeführenden Coccodiorite* im Westen des Massivs (vgl. pag. 6).

Die analysierte Probe hat das Aussehen eines mittel- bis feinkörnigen normalen Diorites mit kaum wahrnehmbarer Paralleltextur. Die dunkeln Gemengteile machen ca. 40 % des Gesteins aus. Sie bestehen annähernd aus gleichen Teilen Hornblende und Biotit. Der *Biotit* von olivenbrauner Farbe bildet sehr oft den Kern der Hornblende und wird auch von dieser durchwachsen und, wie es scheint, resorbiert. Die *Hornblende* ist offenbar späterer Entstehung. Ihre Farben sind: bläulichgrün (n_g), grasgrün (n_m), gelblich, fast farblos (n_p).

Die hellen Gemengteile bilden wechselnd fein- und grobkörnige granoblastische Aggregate, die zu ca. $^1/_6$ aus *Quarz,* im übrigen hauptsächlich aus Plagioklas bestehen. Der *Plagioklas* wurde an einigen grösseren Körnern als *Andesin* (35—40 % An) bestimmt. Er ist meist reichlich durchspickt von *Epidot*mineralien und zeigt inverse Zonarstruktur. *Orthoklas* in geringen Mengen füllt eckige Zwickel zwischen den Plagioklasen und andern Gemengteilen. Auch bildet er kleine eckige Einschlüsse in den Plagioklasen. *Titanit* in spitzrautenförmigen Durchschnitten begleitet besonders die grössern Biotitblätter. Nicht selten ist *Apatit* in Kristallsäulchen, vereinzelt *Zirkon* mit pleochroitischen Höfen in Biotit.

Den chemischen Bestand zeigt No. 2 der Analysentabelle. Verglichen mit No. 1 ist das Gestein erheblich saurer und reicher an Alkalien. Zu beachten ist, dass das Kali in beiden Gesteinsproben das Natron an Gewichtsprozenten übersteigt (entsprechend einer ganz schwachen Natronvormacht), was bei keinem andern Glied der Coccodiorite und des Verzascagranites vorkommt.

Die Berechnung des S Al F und Al C Alk-Verhältnisses nach OSANN führt auf den *Quarzaugitglimmerdiorit* vom Elektric Peak als Vergleichsobjekt. Dessen Analyse (I. P. IDDINGS: 12. Ann. Rep.

U. S. G. S. I, 1891, pag. 627) stimmt sehr wohl mit unserer No. 2 überein.

Nach der Einteilung von NIGGLI (Gesteinsprovinzen, pag. 126 und 128) steht das Gestein auf der Grenze von normalgabbroid und gabbrodioritisch. Das Verhältnis der Basen deutet mehr auf gabbroiden Typus, der hohe Kieselsäuregehalt mehr auf dioritischen. Der Quarzaugitglimmerdiorit vom Elektric Peak steht bei NIGGLI unter den gabbrodioritischen Magmen.

Nach JOHANNSEN bestimmt, gehört das Gestein zur Familie der *Diorite.*

Die Gruppe der *hornblendeführenden Coccodiorite,* von denen No. 2 ein Hauptrepräsentant ist, wechselt etwas in Mineralbestand und Struktur, wie die gesammelten Proben zeigen. Hievon einige Beispiele. In saureren Typen ist Orthoklas reichlich im Plagioklas vorhanden als eckige Einschlüsse, die eine schriftgranitähnliche Struktur bedingen. Der Epidot (Klinozoisit) ist hie und da von Orthit begleitet. Titanit und Apatit sind gelegentlich reichlich vorhanden. Erze fehlen in der Regel ganz; lokal jedoch treten sie, meist in Titanit eingeschlossen, reichlich auf. Offenbar ist diese Kombination aus Titaneisen hervorgegangen.

In schiefrigen Typen sind die Mineralindividuen grösser entwickelt. Porphyroblasten mit Siebstruktur kommen zur Entwicklung. Bei zurücktretender Schieferung wird oft porphyrische Struktur erkennbar. Die Formen umgewandelter Plagioklaseinsprenglinge sind noch in den Umrissen feinkörniger, granoblastischer Plagioklasaggregate erhalten. Nur mikroskopisch sichtbare Nester von Hornblende und Karbonaten dürften als Pseudomorphosen nach Augit zu deuten sein. Diese Struktureigentümlichkeiten deuten darauf hin, dass die hornblendeführenden Coccodiorite von Gesteinen labradorporphyrischer und augitporphyritischer Natur begleitet waren.

No. 3 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 546.

Dieses Gestein ist der typische Vertreter der *Quarzglimmerdiorite* des Coccomassivs. Er stammt von der Forcarella Cocco. Sein Habitus ist granitisch. Die Glimmer bilden auffallende, schwarze Nester und Häute in dem sonst weissen Gestein. Bei grobem Korn wittern oft die Quarze als weissgraue Knoten aus der Oberfläche hervor. Andeutung von Paralleltextur, oft nur linearer Streckung, fehlt nie ganz. Die dunkeln Gemengteile, fast ausschliesslich olivingrüner *Biotit* mit spärlichem grasgrünem *Chlorit,* machen etwa 15—20 % aus. Der Hauptbestand, über 50 %, ist Plagioklas. Teils bildet er

ein mittelkörniges Gemenge, teils grössere einzelne Porphyroblasten. Der mittelkörnige *Plagioklas* wurde als saurer *Andesin* (35 % An) bestimmt. Der *Quarz* häuft sich in grobkörnigen Aggregaten. *Kalifeldspat* (natronhaltiger Orthoklas?) als Einschlüsse in den Plagioklasen und auch selbständig als Bestandteil des Feldspataggregates macht wohl 5—10 % des Gesteins aus. *Epidot* und *Klinozoisit* ist häufig in Körnern oder scharf ausgebildeten Kristallen. Zwei prächtige, von Epidot umrandete rautenförmige Durchschnitte von *Orthit* von $^3/_2$ mm Durchmesser wurden getroffen. Nicht selten sind Titanit und Apatit.

Die chemische Zusammensetzung, nach OSANN berechnet, führt auf seinen Typus 27 = Chowchilla (OSANN, Chem. Faktor, pag. 38). H. W. TURNER gibt in seinem Werke über die Sierra Nevada (17. Annual Report U. S. G. S. I, pag. 691) eine Analyse (Anal. HILLEBRAND) des *Quarzglimmerdiorites* vom Chowchilla River, der dem Typus der Quarzglimmerdiorite der Sierra Nevada entspricht und der mit unserer Analyse 3 im Ganzen gut übereinstimmt. Bemerkenswert ist der hohe Tonerdegehalt, der den unserer Analyse nahezu erreicht, und der den chemischen Charakter dieser Gesteine etwas in der Richtung der Anorthosite verschiebt. NIGGLI gibt unter seinen quarzdioritischen Magmen auch den Quarzglimmerdiorit vom Chowchilla River an und zwar stimmen dessen Molekularwerte mit denen unserer Analyse 3 vorzüglich überein. Vergleicht man jedoch diese Werte mit den Typenwerten der Magmen nach NIGGLI, so neigt das Gestein vom Chowchilla River etwas zum Typus des tonalitischen Magmas hin. Es mag erwähnt werden, dass unter den Gesteinen des OSANN'schen Typus „Chowchilla" solche sich finden, die schon von ROSENBUSCH zum *Tonalit* gestellt worden sind.

Nach JOHANNSEN gehört das Gestein auf die Grenze der *„Tonalite"* und *„Monzotonalite"*.

No. 4 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 570.

Das Gestein entstammt dem Talkessel des Coccotales oberhalb Valle, der ganz in die Coccodioritmasse eingeschnitten ist. Es entspricht einem feinkörnigen, stark gestreckten *Coccodiorit* und stimmt qualitativ im Mineralbestand völlig mit dem Quarzglimmerdiorit der Analyse 3 überein.

Eine abnorme Ausbildung zeigt sich darin, dass der Biotit lokal völlig aussetzt, so dass spindelförmige, ca. 2 cm lange leukokrate Räume entstehen, die als weisse, im Querschnitt zur Streckungs-

richtung runde Flecken in Erscheinung treten. Diese hellen Teile zeigen eine starke Anreicherung von *Titanit* und *Apatit,* die sich auch in den hohen Werten von TiO_2 und P_2O_5 der Analyse kundtut. Dieses Vorkommen ist mit dem von A. LACROIX aus den Pyrenäen beschriebenen *„granite tacheté"* und dem von GEIJER als *„Fleckengranit"* bezeichneten Gestein im Stockholmergranit zu vergleichen, sowie mit den von OSANN untersuchten *„Titanitfleckengraniten"*. (Neues Jahrb. f. Mineralogie, B-B. 18, 1923, pag. 223.)

Der chemische Bestand leitet über zu den saureren Gliedern der Coccodioritmasse. Die Berechnung des S Al F-Verhältnisses nach OSANN führt zu *Quarzmonzoniten* und *Granodioriten.*

Bei NIGGLI stimmt der Chemismus unserer Analyse 4 für die Werte al, fm, c, alk sehr gut mit dem Typus des quarzdioritischen Magmas, bei etwas hohem si. Durch den höheren Wert k neigt er zum opdalitischen (quarzmonzonitischen) Magma. In beiden Magmen, dem quarzdioritischen und dem opdalitischen, haben wir die Erscheinung der Isofalie, die auch bei unserer Analyse 4 ziemlich genau zutrifft (Figur 11).

No. 5 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 582.

Dieses Gestein bildet ein besonderes Lager grauen feinkörnigen *Granitgneises, „Rebi-Gneis"*, in steiler Stellung zwischen dem Coccogneis und dem Verzascagneis, welch letzterem es sich enger anschliesst. Auf der geologischen Skizze ist dieser Gneis besonders ausgeschieden. Seine Hauptentwicklung hat er auf der Alpe Rebi im Val di Fo, woher auch die Gesteinsprobe stammt.

Das Gestein ist ausgeprägt parallelstruiert mit etwas schlieriger Textur und von mittlerem bis feinem Korn. Dunkler Gemengteil ist olivenbrauner *Biotit* (ca. 10 %) mit basaler Begrenzung. Die Blättchen folgen der Paralleltextur. Stellenweise geht der Biotit in grasgrünen *Chlorit* über, unter Ausscheidung von *Rutil*nadeln.

Die wesentlichen hellen Gemengteile sind: Kalifeldspat, Plagioklas, Quarz. *Kalifeldspat* (natronhaltiger Orthoklas?, Mikroklin?) dürfte über 40 % ausmachen und den Plagioklas an Menge etwas übertreffen. Er bildet ein Mosaik mit Plagioklas und erscheint auch in Form von Einschlüssen in demselben. Häufig kennzeichnet ihn verwischte undulierende Mikroklingitterstruktur. An seinem Kontakt mit *Quarz* ist hie und da Myrmekit zu beobachten. Der *Plagioklas* wurde an einem gut orientierten Schnitt senkrecht zu n_p, P und M als *Oligoklas* mit 30 % An bestimmt. In Anbetracht der Natron-

vormacht der Analyse ist wohl anzunehmen, dass der Kalifeldspat einen erheblichen Natrongehalt hat. Es mag in diesem Zusammenhang erwähnt werden, dass mir zwei Analysen von *Pegmatitfeldspaten* aus den mittleren Tessineralpen (Gorduno und Ajarlo bei Maggia) vorliegen, in denen sich K_2O zu Na_2O (Mol.) übereinstimmend verhalten wie 10:6.

Die chemische Zusammensetzung neigt durch das Ansteigen von SiO_2 und der Alkalien granitischem Magma zu. Bei NIGGLI fallen die Molekularwerte zwischen „normalgranitisch" und „granodioritisch". Diese Teilmagmen werden beide zum granitischen Magma gerechnet. k ist bei unserem Gestein etwas zu niedrig für granitisches Magma, entsprechend dem hohen Plagioklasgehalt.

Nach JOHANNSEN gehört das Gestein zum „Adamellite".

No. 6 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 554.

Die Probe stammt aus der Val Mala (Blatt Peccia). Aus diesem wilden Felsental, das noch völlig unerforscht ist, bringt der Bach schön frisches Material von einem granodioritischen Typus des *Coccodiorites*. Auf das Aussehen dieses Gesteines passt die Beschreibung des Coccotypus der Analysenprobe No. 3, nur dass die hellen Gemengteile und ganz besonders der Quarz viel deutlicher hervortreten. Der *Kalifeldspat* (Mikroklin?) tritt im normalen Gewebe stark hinter dem *Plagioklas* zurück. Dagegen findet man einzelne, bis über 1 cm grosse, einsprenglingsartige glasglänzende Kalifeldspate, die im Kontakt mit *Quarz* von *Myrmekit* umrandet sind. *Epidotmineralien* und *Apatit* sind etwas spärlicher als in No. 3, Titanit ist nicht beobachtet.

Was den chemischen Bestand betrifft, so führt der Vergleich der Molekularwerte nach NIGGLI zum *Quarzdiorit* vom Mount Ingalls (Cal.). Die Analyse dieses Gesteins findet sich in der Beschreibung der Sierra Nevada durch H. W. TURNER (Ann. Rep. U. S. G. S. 17, pag. 724, No. 71). Die Molekularwerte stimmen vorzüglich mit unserer Analyse 6, abgesehen von einer kleinen Abweichung für k. Vergleicht man die Analysen selbst, so stellt sich im Verhältnis des Eisens zur Magnesia eine Verschiebung zu Gunsten der letztern beim Gestein des Mount Ingalls heraus. Dasselbe gilt für den Quarzglimmerdiorit No. 369, pag. 691 (TURNER), den wir (pag. 42) mit unserem Gestein No. 3 verglichen haben. TURNER nennt sein Gestein No. 71 „Granodiorite" oder „Quarzmica-diorite". Bei NIGGLI

steht das Gestein beim quarzdioritischen Magma. Es stimmt aber tatsächlich mit dem Typus dieser Gruppe weniger überein, als mit dem Typus des granodioritischen Magmas. (NIGGLI, Gesteinsprovinzen, pag. 115 und 122.) Ich möchte daher den „granitischen Coccodiorit" vom Val Mala als *Granodiorit* bezeichnen, zumal der Kalifeldspat auch makroskopisch darin eine gewisse Rolle spielt. Es mag hier noch besonders darauf hingewiesen werden, dass die beiden zum Vergleich herangezogenen Typen der quarzdioritischen und granodioritischen Gesteine der Sierra Nevada eine ausgezeichnete Übereinstimmung zeigen mit dem quarzdioritischen und granodioritischen Kern des Coccomassives.

Dieser Granodiorittypus, wie er im Val Mala vorkommt, ist übrigens nicht auf das Coccomassiv beschränkt, sondern er bildet noch zwei weitere Einzelmassive im obersten Maggiagebiet: das grosse Matarellomassiv und das kleinere Alpigiamassiv. Die chemische Analyse des Matarellotypus zeigt weitgehende Übereinstimmung mit unserer No. 6. (H. PREISWERK, Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Lfg. 26, II, 1918, pag. 63 und 77.) Das Alpigiamassiv nördlich von Peccia hat den gleichen Gesteinstypus. Die geologischen Beziehungen zwischen Alpigiamassiv und Coccomassiv sind z. T. durch Schutthalden verhüllt, z. T. noch nicht untersucht. Wahrscheinlich besteht ein direkter Zusammenhang zwischen beiden Massiven.

Nach JOHANNSEN sind diese Gesteine noch als *„Adamellite"* zu bezeichnen.

No. 7 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 157.

Das Stück repräsentiert den *Tessinergneistypus* der Steinbrüche von Osogna und entstammt somit der Granitgneismasse, welche die gemeinsame Wurzel des Verzascagneises und des Haupttessinergneises (Leventinergneis) bildet.

Biotit, begleitet von reichlichem farblosem Glimmer, durchzieht in welligen Häuten das mittelkörnige granoblastische Gewebe der hellen Gemengteile, die wohl etwa 90 % der Gesteinsmasse ausmachen. Das Gestein gehört dem Habitus nach zu den im Tessin so verbreiteten *Zweiglimmergneisen.* Die farblosen Gemengteile, abgesehen vom hellen Glimmer, sind Plagioklas, Quarz und Kalifeldspat. Sie sind sehr unregelmässig verteilt und in den Quantitäten schwer zu schätzen. Vorherrschend ist Plagioklas. Die Bestimmung ergab Oligoklas mit 25 % An. Kalifeldspat findet sich in eckigen

Interstizien, sporadisch auch in grösseren Massen, auf die man durch die begleitenden Myrmekite aufmerksam wird.

Der Chemismus führt ins Gebiet der *Granite,* speziell der *Quarzmonzonite* und *Granodiorite.* Der beträchtliche CaO-Gehalt und die starke Natronvormacht, mithin der *Plagioklasreichtum,* weisen sie jedoch eher den Quarzdioriten zu. Eine gute Übereinstimmung finden wir mit Granodiorit vom Cristallinagebiet am Lukmanier. (NIGGLI, Gesteinsprovinzen, pag. 115.) Jedoch ist k unserer No. 7 viel zu tief für diesen Typus. Wir reihen daher den Gneis von Osogna wohl richtiger bei NIGGLIS Typus des „plagioklasgranitischen" Magmas ein. Auch in dieser Gruppe finden wir wiederum einen Vertreter aus der Sierra Nevada (TURNER, loc. cit., pag. 721, No. 303), der mit unserem Gestein sehr wohl übereinstimmt. Wir erkennen daraus, dass die Consanguinität der quarzdioritischen Gesteine der Sierra Nevada mit den beschriebenen Gesteinen des Coccomassives sich auch auf die gemeinsame tektonische Wurzel des Leventinergneises und Verzascagneises erstreckt. Dies bestätigt auch die Consanguinität zwischen *Coccodiorit* und *Verzascagranit,* von der später die Rede sein wird.

Auch diese Gruppe kann noch der Familie des „Adamellite" nach JOHANNSEN zugezählt werden.

No. 8 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 414.

Dieses Gestein gehört zum *Verzascagranitgneis* und entspricht einer basischen randlichen Fazies desselben. Es steht am Trogschluss über der Alpe di Cangello an (Blatt Maggia). Dem Gneis von Osogna ist das Gestein sehr ähnlich und ist wie dieser ein Zweiglimmergneis. Die Glimmerhäute sind strenger parallelstruiert und häufiger. Muskovit ist spärlicher. Die hellen Gemengteile sind von kleinerem und regelmässigerem Korn. Die Biotite zeigen u. d. M. intensiv braune Farbe. Die stark vorherrschenden Feldspäte wurden als Oligoklas bestimmt. Periklinzwillinge sind häufig. Recht spärlich findet man Kalifeldspat. Andere Gemengteile treten ganz zurück. Runde Körner von Zoisit mögen erwähnt werden.

Die chemische Zusammensetzung ist von der der Gneise von Osogna (No. 7) sehr wenig verschieden und ist gleich dieser dem plagioklasgranitischen Magma zuzuordnen. Die Übereinstimmung der Molekularwerte der Analyse 8 mit dem Typus des plagioklasgranitischen Magmas (NIGGLI) ist eine ausgezeichnete. Aus dieser Feststellung geht hervor, dass grosse Teile des Verzascagneises, sowie die gewaltige Tessinergneiswurzel zwi-

schen Claro und Osogna, das, was man gewöhnlich als „*Tessinergneis*" zu sehen bekommt, als *Plagioklasgranit* bezeichnet werden kann, wobei freilich das Gestein nach NIGGLI noch unter die Diorite rangiert.

Nach JOHANNSEN gehört das Gestein zur Familie der „Tonalite" oder „Granodiorite".

No. 9 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 415.

Dieses Gestein stammt aus dem Zentrum des *Verzascagranitgneises*. Es bildet unterhalb Valdo Marzorini bei Brione die untern Wände der einheitlichen, ca. 1500 m mächtigen Verzascagneisdecke. Es ist ein heller, durch das Spiegeln der Tafeln beider Glimmer stark glänzender, grobkörniger Granitgneis. Die hellen glänzenden Gneistafeln, die in Menge aus dem Verzascatal, besonders aus den Brüchen von Brione, ausgeführt werden, entsprechen diesem Typus. Der dunkle Glimmer samt dem hellen dürfte 5 % des Gesteins kaum überschreiten. Die Hauptmasse ist ein granoblastisches Gemenge von Quarz und Plagioklas. Kalifeldspat füllt bisweilen die Zwischenräume. Rutilnadeln, Apatit und Zirkon begleiten den Biotit.

Für den Vergleich des chemischen Bestandes kommen bei NIGGLI yosemitische, plagioklasgranitische und trondhjemitische Magmen in Betracht. Zum ersten stimmt die starke Natronvormacht nicht, fürs zweite ist sie zu hoch und fürs dritte reicht die Summe der Alkalien noch nicht völlig. Jedoch möchte ich, wegen der nahen Verwandtschaft des Gesteins No. 9 mit dem im Folgenden zu beschreibenden Typus No. 10, auch No. 9 am ehesten bei den *Trodhjemiten* einreihen.

Bei JOHANNSEN kommt die Einreihung unter „*Leukogranodiorite*" oder „*Leukotonalite*" in Betracht.

No. 10 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 493.

Dieses Gestein hat besondere Bedeutung als Kerntypus des *Verzascagneises*. Es entstammt der hellen, prallen Felswand unter der Alp Rozzera in ca. 1300 m Höhe am Südabsturz des Ponc. d'Alnasca. Von dieser Stelle sind Blöcke von gewaltigen Dimensionen zur Häusergruppe Motta an der Kantonsstrasse abgestürzt, wo sie zu Steinhauerarbeiten ausgebeutet werden. Zu Ornamentzwecken ist das Gestein besonders geeignet durch sein regelmässiges Korn, das fast gänzliche Fehlen von Schieferung, die helle Farbe und den hohen Glanz der schwarzen und weissen Glimmer. In der Tat sind grosse

Quantitäten dieses Gesteins von Motta für die schönen Steinhauerarbeiten am Geländer der mittleren Rheinbrücke in Basel verwendet worden. (E. GUTZWILLER, Schweiz. Bauzeitung 1906, No. 1, 2, 4.)

Der dunkle Gemengteil dürfte unter 5 % bleiben. Es ist ein von tiefbraun bis hellbraungelblich pleochroitischer *Biotit*. Die von (001) begrenzten Blättchen sind teilweise in lockeren Reihen parallel der Basis geordnet, so dass das Gestein eine schwach angedeutete Paralleltextur erhält. *Muscovit* ist etwas spärlicher als Biotit. *Quarz* und Plagioklas bilden ein Gemenge von ½ bis 1 mm grossen rundlichen Körnern. Der Plagioklas wurde als saurer *Oligoklas* mit 15 % An bestimmt. *Kalifeldspat* füllt, unregelmässig verteilt, spitzwinklige Raumreste, stellenweise in grösseren Individuen mit deutlichen Spaltrissen. Hie und da kennzeichnet ihn verschwommene Mikroklingitterstruktur und die Begleitung von Myrmekit. Von den äusserst spärlichen akzessorischen Gemengteilen sei *Zirkon* genannt. Eine approximative Berechnung der Gemengteile in Molekularprozenten ergibt: *Quarz* 31 %, *Albit* 40 %, *Anorthit* 8 %, *Orthoklas* 16 %, *Biotit* < 5, wobei sich ein kleiner Fehlbetrag an Tonerde einstellt ($T = -6$). Der Plagioklas bildet demnach annähernd die Hälfte des Gesteins. Ein Teil des Albitmoleküls ist jedoch dem Orthoklas zuzuzählen.

Die chemische Einteilung nach OSANN führte zunächst auf den Granit von Griswold (Conn.) (H. WASHINGTON, Analysentabellen 1917, pag. 169), der mässige Natronvormacht zeigt. Gesteine mit so starker Natronvormacht, wie die unsrigen, stellt OSANN zu den Quarzdioriten (Elemente der Gesteinslehre 1923, pag. 188). Die Analysen 1 und 3 der Tabelle pag. 188, die als Trodhjemit bezeichnet werden, stimmen gut mit unserer Analyse 10. Auch mit NIGGLIS Typus des trondhjemitischen Magmas stimmt dieselbe sehr wohl (bei etwas hohem si). Der Kerntypus des *Verzascagranites* gleicht offenbar durchaus KJERULFS *„Weissem Granit“* bei Trondhjem, der von C. F. KOLDERUP beschrieben worden ist, und dem V. M. GOLDSCHMIDT den Namen *Trondhjemit* gegeben hat. (Geologisch-petrographische Studien im Hochgebirge des südlichen Norwegens IV, Videnskaps Skrifter I, Mat. Naturv. Klasse 1916, No. 2, pag. 75 ff.) GOLDSCHMIDTS Beschreibung der Trondhjemite entspricht völlig dem Verzascagranitgneis. Dr. N. H. KOLDERUP, der die nordischen Trondhjemite kennt, bestätigte mir mündlich ihre grosse Ähnlichkeit mit dem Verzascatypus. Es ist also die Kernmasse des Verzascaplutons als Trondhjemit zu bezeichnen. Immerhin ist die Natronvormacht in einigen der nordischen Trondhje-

mite noch um ein Kleines ausgeprägter, indem der Natrongehalt der Analysen bis über 6 % ansteigt.

In der JOHANNSEN'schen Systematik kommen für diese Gesteine die Bezeichnungen: *Leucogranodiorite, Leucomonzotonalite* und *Leucoadamellite* in Frage.

No. 11 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 417.

Diese Probe enstammt dem pag. 35 erwähnten *Aplitgang* im Verzascabett beim Kirchhof von Lavertezzo.

Vereinzelte Biotitblättchen liegen locker reihenförmig in einem weissen, zuckerkörnigen Gemenge von Quarz, Plagioklas (saurer Oligoklas) und xenomorphem Kalifeldspat. Nicht selten schliessen die grösseren Plagioklaskörner im Zentrum Stücke von Muscovit ein. Ich vermute, dass es sich bei diesen Apliten um Produkte einer Palingenese handelt, die aus Verzascagneis hervorgegangen sind, wobei Relikte als Einschlüsse zurückblieben.

Der chemische Charakter ist trondhjemitisch, hierin auch dem Mont Blanc-Protogin vergleichbar (NIGGLI, l. c., pag. 119), doch mit etwas hohem si. Das Gestein No. 11 ist gegenüber No. 10 homogen differenziert, entsprechend dem höheren si und dem niedrigeren spezifischen Gewicht, doch nur um geringe Beträge. Die Natronvormacht ist in beiden stark (vergl. Diagramm, Fig. 12).

Die grosse Ähnlichkeit im chemischen Bestand, die No. 10 und No. 11 zeigen, ist bemerkenswert bei dem geologisch so verschiedenen Verhalten. Der *Trondhjemit* No. 10 als Kern des *Verzascaplutons* hat die Deckenbewegung mitgemacht, während der *Trondhjemit* No. 11 gangförmig junge Querspalten füllt (vgl. pag. 35).

No. 12 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 567.

Dies Gestein findet sich gangförmig im *Coccodiorit* bei Piatto im Serenellotal. Sein Habitus ist aplitisch. Zonare Streifung ist bedingt durch Lagen, die wechselnd Muscovit und chloritisierten Biotit führen. Unter den hellen Gemengteilen herrschen durchaus Quarz und Kalifeldspat, dieser mit verwaschener Gitterstruktur und reichlicher Begleitung von Myrmekit. Plagioklas tritt stark zurück.

Nach der chemischen Zusammensetzung lässt sich dieser Aplit wohl bei dem Typus des aplitgranitischen Magmas einreihen. Das hohe c/fm deutet auf eine gewisse Verwandtschaft mit dem Verzascagranit. Dagegen ist das Verhältnis der Al-

kalien völlig umgekehrt (Figur 12) durch die starke Vormacht von K_2O. Darin unterscheidet sich der Aplit No. 12 wesentlich vom Aplit bei Lavertezzo No. 11, welch letzterer sich auch durch die Natronvormacht eng an den Verzasca-Trondhjemit (No. 10) anschliesst. Es ist bemerkenswert, dass der Kalivormacht bei den sauren Begleitgesteinen (Apliten) des Coccodiorites auch eine Abnahme der Natronvormacht bei dem basischen Gabbro entspricht, und so die starke Natronvormacht der intermediären Glieder im Gesamtbestande gewissermassen kompensiert wird.

No. 13 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 469.

Die Probe entstammt einer aplitischen Einlagerung in *Paragneisen* zwischen Tencio und Loeng oberhalb Bolastro im Osolatal. Das Gestein ist weiss zuckerkörnig. Normale dunkle Gemengteile fehlen. Dagegen stellen sich durchgehend kleine rötliche Granatkörner ein, nebst spärlichem Muscovit. Quarz, Kalifeldspat und wenig Plagioklas bilden das Hauptgemenge. Der chemische Bestand ist von dem des Aplites No. 12 wenig verschieden. Auffällig ist der Tonerdeüberschuss (T = 8.5). Dies und das Auftreten des *Granates* legt den Gedanken nahe, das aplitische Magma möchte Sedimentmaterial aufgenommen haben.

No. 14 der Analysen (pag. 38), Sammlungsnummer 549.

Die Probe ist im Val Tomeo gesammelt auf 2200 m Höhe über dem Steilabsturz des Trogtalschlusses. Das Gestein stellt nach den Wahrnehmungen im Felde den Typus des *Ruscadagranitgneises* dar (vgl. pag. 33). Es ist ein mittelkörniger grauer, deutlich gestreckter *Zweiglimmergranitgneis*. Im Schnitt senkrecht zur Streckungsaxe erscheint das Gestein richtungslos körnig, im Parallelschnitt streifig-flaserig. Unter dem Mikroskop zeigt sich eine etwas heteroblastische Struktur, indem grössere, unregelmässig begrenzte, z. T. verzahnte Körner von Quarz und Kalifeldspat in einem kleinkörnigen Gewebe schwimmen, das aus Quarz, Kalifeldspat, Plagioklas und Myrmekit besteht. Die wenigen Daten zur Bestimmung des Plagioklases deuten auf Oligoklas-Albit. Unter den Glimmern herrscht der dunkle etwas vor. Beide machen nur wenige Prozent aus.

Die chemische Zusammensetzung ist die eines sauren *Granites*. Der Vergleich nach der Osann'schen Einteilung führt zu rhyolitischen und liparitischen Magmen, sowie auch zu Typen, die als „schwache Alkaligranite" bezeichnet werden. Besonders gut ist die Übereinstimmung mit den SiO_2-reichsten Gliedern des Osann-

schen Typus Elk Peak. (OSANN: Der chemische Faktor etc., pag. 25.) In der Klassifikation NIGGLI ist das Gestein beim engadinitischen (engadinitgranitischen) Magma unterzubringen, und zwar stimmen die Werte für si, al, fm, c und alk sehr gut auf den Granit vom Arête du Châtelet am Mont Blanc. Auch der oben erwähnte Granit vom Elk Peak wird von NIGGLI dem engadinitischen Magma zugeordnet. (Gesteinsprovinzen, pag. 110.)

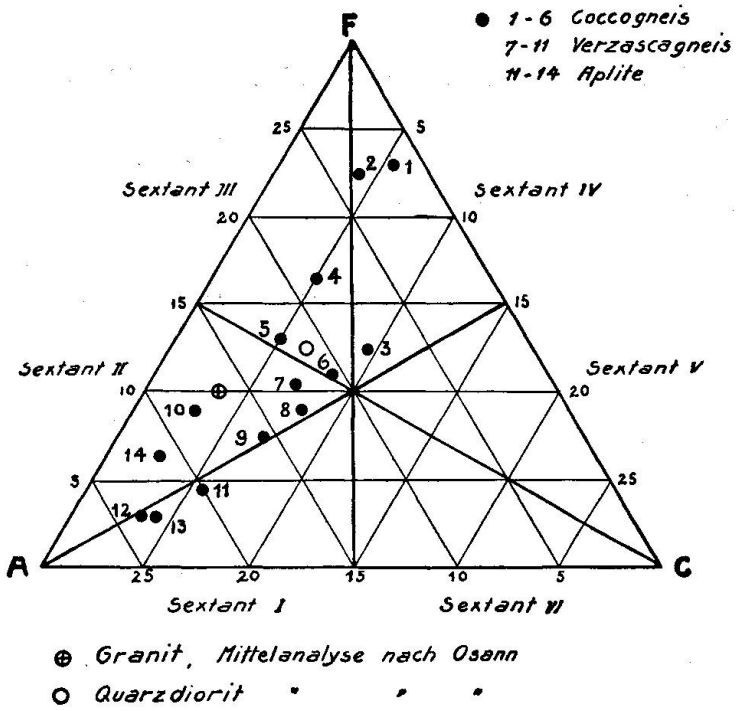

Fig. 10.

Der Ruscadagneis unterscheidet sich von den Plagioklasgraniten und Trondhjemiten des Verzascagneises durch die starke Kalivormacht. Mit den Coccogranodioriten und -Quarzdioriten bildet der Ruscadagneis ein einheitliches Massiv, doch ist er petrographisch ein selbständiger Körper, wie sich auch aus den geologischen Verhältnissen ergibt (vgl. pag. 28).

DARSTELLUNG DES CHEMISCHEN BESTANDES NACH OSANN

Figur 10 gibt die Projektionspunkte der 14 Analysen im OSANN'schen Dreieck wieder. Die Punkte verteilen sich über die Sextanten I, II, III und IV. Sie ziehen sich durch die Felder der Granite, Quarzdiorite und Diorite zu den an dunkeln Gemengteilen reichen Gabbro hin. Der Schwerpunkt in der Verteilung liegt zwischen Granit und Quarzdiorit nahe der Höhenlinie des Dreiecks durch

den Punkt C. (A. OSANN, Elemente der Gesteinslehre, 1923, pag. 115 und 195.)

Bemerkenswert ist das Abrücken der Projektionspunkte der Analysen 3, 6, 7, 8 und 9 von der Dreieckseite A—F weg gegen das Zentrum des Dreiecks resp. gegen den Punkt C zu. Dies zeigt die besonders wichtige Rolle, die das Anorthitmolekül spielt, und damit den stark pacifischen Charakter der Cocco-Verzasca-Gesteinsserie.

DAS DIFFERENTIATIONSDIAGRAMM (Fig. 11)

Die zur Verfügung stehenden 14 Analysen der Eruptivgesteine des Cocco- und Verzascagebietes wurden in ein Diagramm nach NIGGLI eingetragen. Es sind folgende Gesteine:

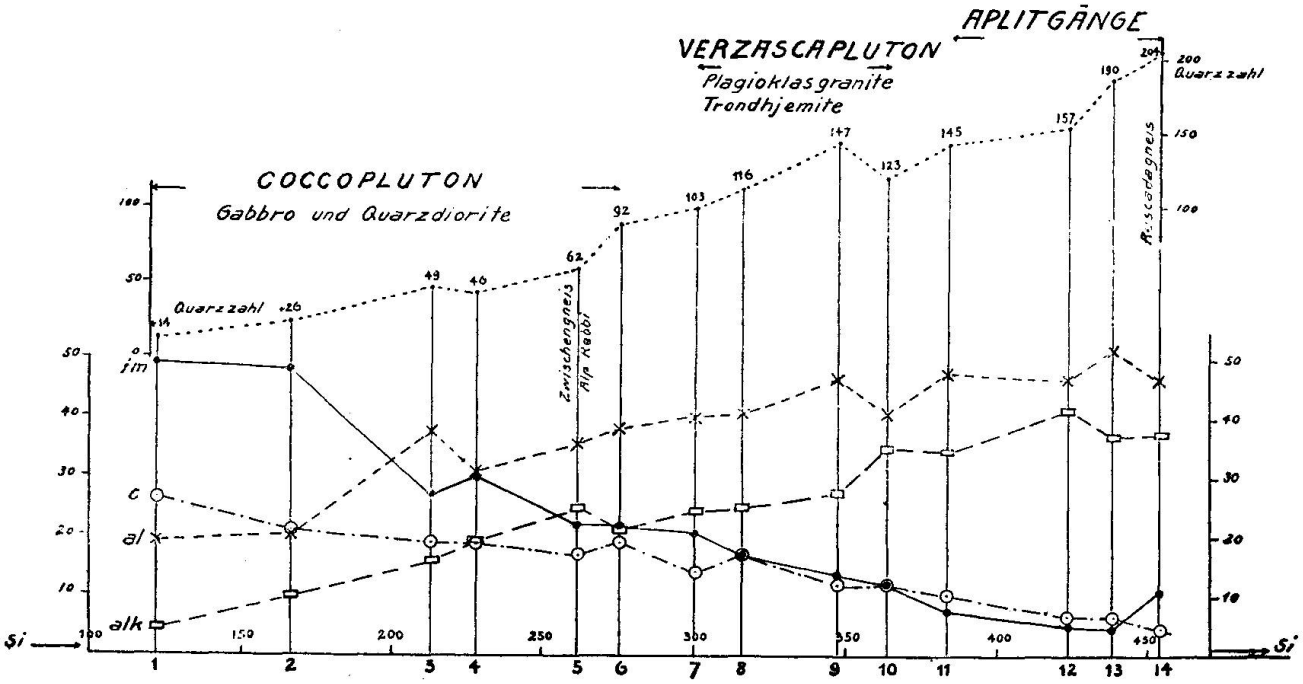

Fig. 11.

1. Hornblendegabbro — Someo, No. 577 der Sammlung.
2. Gabbro-Diorit — Serenello, No. 568.
3. Quarzglimmerdiorit „Coccogranit" — Forcarella Cocco, No. 546.
4. Quarzglimmerdiorit (Opdalit) „Fleckendiorit" — Coccotal, No. 570.
5. Biotit-Granit (normalgranitisch) „Granitgneis" — Alpe Rebi, No. 582.
6. Quarzglimmerdiorit (Granodiorit) „Coccogranit" — Val Mala, No. 554.
7. Plagioklasgranit „Tessinergneis" — Osogna, No. 157.
8. Plagioklasgranit „Verzascagneis" — Cangello, No. 414.
9. Plagioklasgranit (trondhjemitisch) „Verzascagneis" — Valdo Marzorini, No. 415.

10. Trondhjemit „Verzascagneis" — Motta, No. 493.
11. Trondhjemit (aplitisch) „Aplit" — Lavertezzo, No. 417.
12. Aplit — Piatto Serenello, No. 567.
13. Aplit — Tencio Loeng, No. 496.
14. Granit (engadinitisch) „Ruscadagneis" — Val Tomeo, No. 549.

Durch den recht kontinuierlichen Verlauf der Kurven gibt sich eine gewisse Blutverwandtschaft der analysierten Gesteine kund. Etwas aus der Reihe fällt der Zwischengneis von Alpe Rebi (No. 5) durch das hohe alk. Auch der Ruscadagneis (No. 14) hat seine besondere Stellung.

Die Isofalie bei si = 230 zeigt, dass deutlich pacifische Gesteine vorliegen. Vorherrschende Typen sind Quarzglimmerdiorit, Granodiorit, Plagioklasgranit, Trondhjemit.

Auch die Quarzzahlen wurden im Diagramm eingetragen. Sie sind alle positiv. Auffallend ist die Erscheinung, dass die Quarzzahlen hier schon bei recht niedrigem si positiv werden. Während die Quarzzahlen im Kristianiagebiet (nach Niggli) erst bei si = 260, im Gotthardgebiet bei si = 161 positiv werden, tritt dies im Diagramm der Cocco- und Verzascagesteine schon bei si = 100 (ca.) ein. Es muss hier eine eigenartig starke Silifizierung vorliegen, was auch durch Auftreten von Quarz schon in den gabbroiden Gesteinen sich kundgibt.

Als Charakteristika des Differentiationsdiagrammes mögen weiter hervorgehoben werden: Der ziemlich gleichbleibende, nur schwach mit steigendem si sich vermindernde Abstand von al und alk. Die hohen Werte von c/fm bei den saureren Gesteinen. Niggli's Diagramm vom östlichen Gotthardmassiv (Petrographische Provinzen der Schweiz, Heimfestschrift 1919, pag. 206) zeigt mit unserem grosse Ähnlichkeit.

Das k—mg-Diagramm (Fig. 12, pag. 54) deutet den Verlauf des Verhältnisses von Na_2O und K_2O mit steigendem si an. Man sieht daraus, dass die Endglieder oben und unten (No. 1, 2, 12 und 13) durch Umwandlung der Natronvormacht in Kalivormacht oder doch Abnahme der Natronvormacht von den übrigen Gliedern des Diagrammes sich scheiden. Bemerkenswert ist die Häufung der Analysen No. 7, 8, 9, 10, 11, welche die Hauptgesteine des Verzascaplutons repräsentieren, auf einem Fleck. Ziehen wir zum Vergleich das Diagramm der k—mg-Verhältnisse für Magmen der Kalk-Alkalireihe bei Niggli (Gesteinsprovinzen, pag. 211) heran, so ergibt sich zunächst, dass so starke Natronvormacht, wie

unsere Verzascagesteine sie zeigen, sonst nur bei viel basischeren Typen sich einstellt. Einzig und allein der Trondhjemit steht isoliert von allen andern Projektionspunkten gerade an der Stelle, wo unsere Verzascagesteine sich häufen. Dies bestätigt wiederum aufs beste meine Bestimmung des Verzascatypus als Trondhjemit.

Ich möchte vermuten, dass das Coccodioritmagma sich mit zunehmender Kieselsäure in zwei Äste spaltet, im einen mit zunehmen-

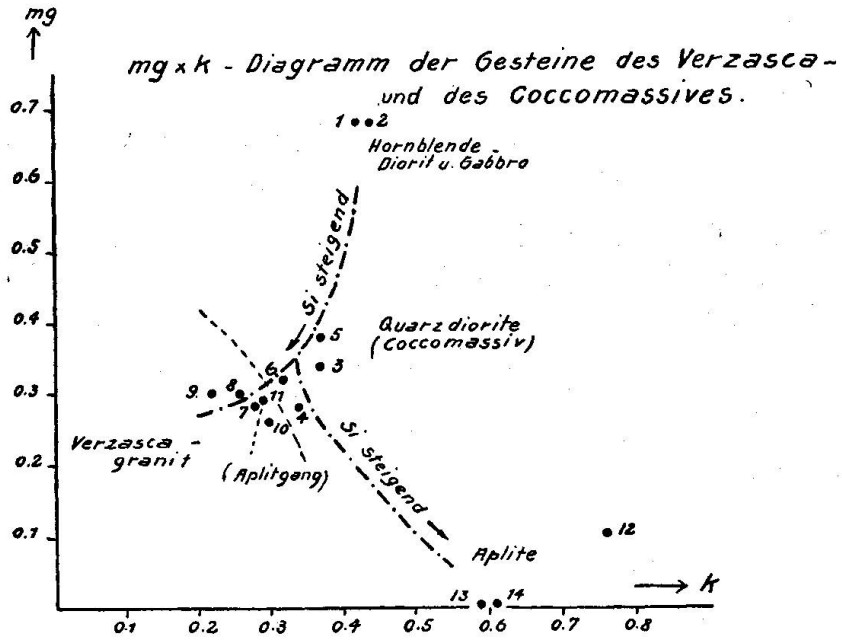

Fig. 12.

dem Kalifeldspat über Granodiorit zum Ruscadagranit, im andern mit zunehmendem Albitmolekül über Plagioklasgranit zum Trondhjemit. Figur 12 deutet dies an. Freilich sind die Zwischenglieder im Ruscadaast (6, 4, 14) spärlich. Der Trondhjemitast (7, 8, 9) setzt sich in den norwegischen Trondhjemiten fort, welche noch etwas höheren Natrongehalt aufweisen als der Verzascatypus.

Die grosse Bedeutung der Trondhjemite für die Eruptivgesteinssystematik betont NIGGLI (Gesteinsprovinzen, pag. 118) mit den Worten: „Diesem Namen habe ich erweiterte Bedeutung verliehen.“ KOLDERUP (V. M. GOLDSCHMIDT, l. c., pag. 77) nennt ihn ein saures Endglied der natronreichsten Gesteine der Granodioritreihe. Es widerstrebt der Gewohnheit, solche Gesteine — den „weissen Granit“ KJERULFS — als Diorite zu bezeichnen. Es ist ein Natrongranit der pacifischen Sippe. Indessen scheint der Sprachgebrauch zu verbieten, ihn so zu nennen, da man bisher die Be-

zeichnung Natrongranit m. W. nur für Gesteine der atlantischen Sippe verwendet hat.

Ein weiteres sehr bemerkenswertes Faktum bringt das Diagramm Figur 11, pag. 52, zum Ausdruck. Als ich mit der chemischen Untersuchung der Gesteine der beiden geologisch völlig getrennten Massive Cocco und Verzasca begann, erhoffte ich von jedem ein besonderes Diagramm zu erhalten. Statt dessen zeigte sich, dass die Diagramme der beiden Gruppen sich derart zu einem einzigen zusammenfügten, dass der niedrigste si-Wert im Verzascamassiv unmittelbar über dem höchsten si-Wert des Coccomassives (den Ruscadagranit ausgenommen) folgte. Die beiden Diagramme treffen bei ca. si = 290 zusammen. Das Magma hat sich in grossem Stil in einen basischen und einen sauern Teil gespalten und die beiden Teile haben geologisch ein ganz verschiedenes Schicksal erlitten. Eine durchaus ähnliche Erscheinung hat P. Niggli (Petrographische Provinzen der Schweiz, pag. 191) bei der Bearbeitung der Gesteine der Selladecke und der Errdecke gefunden: Die zwei Diagramme der Sella- und der Errdecke passen bei si = 260 fast genau aufeinander. Offenbar handelt es sich in beiden Fällen um tiefmagmatische Spaltungen. Den Zusammenhang solcher magmatischer Vorgänge mit den tektonischen Ereignissen zu ermitteln, wird sicherlich von grösstem Interesse sein und von wesentlicher Bedeutung für das Verständnis der alpinen Gebirgsbildung.

Basel, Oktober 1929.

Eingegangen: 20. September 1930.