

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

Band: 19 (1939)

Heft: 2

Artikel: Die Mineralien im Dolomit von Campolungo (Tessin)

Autor: Gübelin, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-17819>

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: 27.01.2026

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

Die Mineralien im Dolomit von Campolungo (Tessin)

Von *E. Gübelin*

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	326
Historischer Überblick	326
Geologische Übersicht	330
1. Allgemeine geologische Übersicht über das Tessinermassiv westlich des Tessinflusses	330
2. Spezielle Geologie des Campolungo- und Cadonighinopasses	332
a) Frühere Deutungen	332
b) Die Tauchfalte am Campolungo	334
Gesteinsbeschreibung	337
Minerallagerstätten	341
Mineralbeschreibung	346
Apatit	346
Calcit	346
Chrysoberyll	346
Diaspor	348
Disthen	358
Dolomit	360
Fahlerz	370
Fluorit	370
Fuchsit	371
Grammatit	371
Graphit	377
Korund	378
Muskowit	385
Orthoklas	386
Phlogopit	390
Pyrit	392
Quarz	397
Rutil	402
Skapolith	407
Talk	409
Titanit	411
Turmalin, grün	411
Turmalin, braun	429
Zusammenfassung	433
Vergleich mit andern Gebieten	437
Literaturverzeichnis	439

Vorwort

Die Feldarbeit, welche die Grundlage zur vorliegenden Abhandlung bildet, wurde in den Sommermonaten des Jahres 1936 unternommen. Das Gebiet umfasste die Dolomitbank in der Campolungo-Region und liegt auf der Nordseite des Pizzo Campolungo zwischen dem Pizzo Lambroso im Osten und der Alpe Pianscia (höchste Stufe des Val Maggia) im Westen. Darunter fallen als mineralreichste Zone die Alpe Cadonighino, die Alpe Campolungo und die beiden berühmten Pässe Passo Cadonighino und Passo Campolungo.

Es gereicht mir zu besonderer Freude, an dieser Stelle meinem sehr verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. P. NIGGLI, für sein förderndes Interesse und sein Verständnis, das er meinem Lehrgange und meiner Arbeit entgegenbrachte, meinen herzlichsten Dank aussprechen zu können. Herr Prof. NIGGLI hat stets mit aufrichtigem Anteil mein ganzes Studium verfolgt und mir mit wertvollem Rat und Beistand geholfen, die geeignete Grundlage zu meinem Berufe zu schaffen und hat besonders diesem Umstand in verdienstvoller Weise bei der Erteilung meines Themas Rechnung getragen.

Mit besonderem Dank bin ich auch Herrn Prof. Dr. R. L. PARKER verbunden für die grosse Mühe, die er bei der Besorgung von Sammlungsmaterial auf sich lud, sowie für so manche praktisch und methodisch schätzenswerte Anregung und seine wertvolle Hilfe in der Bearbeitung kristallographischer Probleme; ferner Herrn Prof. Dr. C. BURRI für seine Ratschläge beim Mikroskopieren, und Herrn Prof. Dr. J. JAKOB, der für diese Arbeit in freundlichem Entgegenkommen fünf Mineral-Analysen ausführte.

Für Ratschläge und Hilfe mannigfacher Art danke ich ebenfalls den Herren Dr. E. BRANDENBERGER, Dr. F. DE QUERVAIN, Dr. A. von Moos, Dr. H. S. WANG und meinen Mitstudierenden am Mineralogischen Institut der E. T. H. Herrn C. TADDEI, der mich mehrere Tage begleitet hat, gebührt ebenfalls mein bester Dank.

Meine besondere Erkenntlichkeit gilt Herrn Dr. F. MÜHLETHALER in Bern, der mir in regem und selbstlosem Interesse viele wertvolle Stücke zur Verfügung stellte, die wesentlich zur Vervollständigung meiner Arbeit beitrugen.

In aufrichtigster Dankbarkeit gedenke ich hier auch der Liebe und Opfer meiner Eltern, die mir mein Studium ermöglicht haben.

Historischer Überblick

Die grossartige Felsszenerie, die sich dem Auge des Wanderers darbietet, wenn er, vom Lago Tremorgio herkommend, die grüne

Alp Campolungo betritt, hat schon früh naturliebende Menschen angezogen. Verständlich ist, dass diese schneeweisse, weithin leuchtende Marmorwelt mit ihren deutlich erkennbaren Schichtungen und mit der prachtvollen Falte des Campolungopasses anfänglich rein geologisches Interesse weckte. Doch bald gesellten sich dazu, dank reicher Funde von schönen und seltenen Mineralien, petrographische und besonders mineralogische Interessen. Schliesslich haben gerade die seltenen, im Dolomit vorkommenden Mineralien: Farblose, grüne und graue Tremolite, blaue und rote Korunde, grüne Turmaline, Diaspor, Rutil usw. den Namen des Campolungo berühmt gemacht.

Die erste mir bekannte schriftliche Kunde über den weissen, zuckerkörnigen Dolomit am Campolungo stammt aus dem Jahre 1792 von FLEURIAU DE BELLEVUE (Lit. 1). In dieser Arbeit „Sur un marbre élastique du Saint Gothard“ wird die Elastizität des Dolomitgesteins behandelt, mit Andeutungen über die geologischen Verhältnisse. F. de BELLEVUE war es auch, der im Jahre 1791 die eigenartige rötliche Piezo- und Thermolumineszenz erstmals am Dolomit beobachtet hat. Er hat die ihm aus eigener Anschauung und auch dem Namen nach wohlbekannte Gegend des Campolungo unter den damals etwas weiten geographischen Begriff „Saint Gothard“ gestellt, also eine Fundortsbezeichnung gebraucht, die man in fast allen älteren Sammlungen vorfindet.

Wie die meisten bedeutenderen Fundstellen im südlichen Gotthard- und Tessinermassiv ist der Dolomit von Campolungo bald nach SAUSSURE's Reisen in den Tessin mineralogisch erschlossen worden. H. B. DE SAUSSURE gibt in seinen „Voyages dans les Alpes“ (Lit. 3) eine eingehende Beschreibung der fünf ihm bekannten Tremolitvorkommen: Trémolite commune, vitreuse, soyeuse, grise et grise-terreuse. Obschon CHR. DE MECHEL in seinem Itinéraire du Saint-Gothard (Lit. 2) ganz richtig den Campolungo als Fundort des Tremolits bezeichnet, damit zugleich die Angabe von H. PINI (in seiner Abhandlung „Über den St. Gotthardberg“, Wien 1784, in der Tremolit angeblich aus der Val Tremola erwähnt wird) berichtigend, erwähnt DE SAUSSURE die Val Tremola noch als Fundort des Tremolits. Trotzdem sind ihm die Tremolite im weissen, zuckerkörnigen Dolomit des Campolungo nicht unbekannt; denn in seiner genauen Beschreibung des Campolungo-Dolomits bemerkt er u. a.: Elle (la dolomie) se trouve ou pure, d'un beau blanc, à grains très-fins, mais peu cohérents, translucide à 4 lignes, ou mélangée de petits cristaux de trémolite, dont elle forme la gangue, ou renfermant des couches d'un beau mica verd.

J. G. EBEL, „Über den Bau der Erde in dem Alpengebirge“, Zürich 1808 (Lit. 4, 6), verfügt, wie bereits vor ihm DE SAUSSURE, über die Anfänge und ersten Begriffe der modernen mineralogischen und kristallographischen Kenntnisse. Er erkennt ganz richtig, dass das „weisser Turmalin“ genannte Mineral einer Dolomitschicht auf Campolungo Diaspor sei. Den oben erwähnten mica verd DE SAUSSURE's (grüner Glimmer) bezeichnet er als Lepidolith (der Phlogopit des Campolungo ist braun). Es ist möglich, dass damals gelegentlich schon Rutile vom Campolungo bekannt waren; denn EBEL's Idokras dürfte eher ein Rutil sein. Die Unkenntnis über die Herkunft des Tremolits scheint nun endgültig verschwunden zu sein, da sowohl EBEL als auch nach ihm

CH. BERNOULLI in seiner Geognostischen Übersicht der Schweiz, Basel 1811 (Lit. 7), als Fundort des Tremolits den Campolungo angeben.

CH. LARDY'S Bericht über einen Ausflug nach dem Campolungo (Lit. 8) ist mehr deskriptiver und ein wenig auch geologischer Art. In den Schweiz. Denkschriften I, 2, p. 200, 1833 (Lit. 9) schildert jedoch der gleiche Autor eine reiche Anzahl von Mineralvorkommen. Man findet dort auch eine ziemlich genaue Beschreibung der Aufschlüsse mit treffenden Angaben über das Auftreten der Tremolite. Sehr eingehend werden die Mineralien des Dolomits vom Campolungo von IMFELD beschrieben (Von Campolungo: Calcit, Quarz, Korund, grüner und farbloser (Diaspor) Turmalin, Tremolit, Talk, Glimmer, Pyrit und Rutil).

In der Folgezeit dehnte sich die Literatur über die geologische Entwicklung und die Mineralien des Campolungo sehr stark aus, aber sie ist sehr zerstreut. Das beigegebene Literaturverzeichnis, das absichtlich in chronologischer Reihenfolge geordnet ist, soll Aufschluss über die Reichhaltigkeit der angestellten Untersuchungen geben. Währenddem das mineralogische Interesse in der Campolungogegend, dank der im Jahre 1813 von den Brüdern CAMOSSI in Airolo gemachten Entdeckung der seither klassisch gewordenen Korund- und Turmalin-Fundstelle, sehr früh einen gewissen Höhepunkt erreichte, entwickelte sich das geologische Verhältnis bedeutend langsamer.

H. PREISWERK gab 1914 die Lösung dieses Problems in der Arbeit „Die überkippte Tauchfalte am Campolungopass und ihre früheren Deutungen“ (Lit. 55).

Unter den mineralogisch-petrographischen Arbeiten des letzten Jahrhunderts sind besonders vier erwähnenswert. Die hervorragendste ist meiner Ansicht nach MARIGNAC's (Lit. 18) Untersuchung am Diaspor; denn sie kommt in kristallographisch-wissenschaftlicher Hinsicht unsren heutigen Anforderungen am nächsten. Näheres über das Ergebnis seiner Bestimmungen wird im kristallographischen Abschnitt unter „Diaspor“ angegeben.

Die schönste und eingehendste Beschreibung aller damals bekannten Mineralien aus dem Dolomit des Campolungo stammt aus den Briefen von D. F. WISER (Lit. 12—14, 20) und zum Teil auch aus den Begleitzetteln der Sammlungsstücke. Ich möchte es nicht unterlassen, an dieser Stelle auf WISER's wunderschöne und sehr reichhaltige Sammlung der Schweizer Mineralien im Mineralogischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich hinzuweisen. Sie birgt mehrere prachtvolle Exemplare einzelner und auf Stufen sitzender Campolungo-Mineralien. Mit grösster Gewissenhaftigkeit hat WISER seine Mineralien untersucht und gemessen. Es ist erstaunlich, zu welch' genauen, heute noch gültigen Resultaten er mittels seiner papiernen, kleinen Anlegekellen gelangt ist. Er ist es, der in verdienstvoller Weise die ersten Grundlagen zur spezielleren Untersuchung der Campolungo-Mineralien schuf.

WISER's Aufzeichnungen hat im Jahre 1866 A. KENNGOTT in seinem Buch „Die Minerale der Schweiz“ (Lit. 28) zusammengefasst. Damit erhalten wir erstmals eine vollkommene, geschlossene Übersicht sämtlicher Campolungo-Mineralien, als Ausgangspunkt für alle nachfolgenden Forschungen und Untersuchungen. Doch geht die Darstellung nicht über den Rahmen der von D. F. WISER gemachten Beobachtungen hinaus.

TH. ENGELMANN (Lit. 32, 33) vergleicht in seiner Dissertation den Dolomit vom Campolungo mit dem des Binnentals. Von ihm stammen die ersten che-

mischen Dolomit- und Mineralanalysen des Campolungo-Gebietes, die jedoch zufolge der damals noch mangelhaften analytischen Kenntnisse keine Gültigkeit mehr besitzen.

Weitere zum Teil wissenschaftlich wertvolle und interessante Arbeiten erschienen nach der Jahrhundertwende.

Eine sehr häufig zitierte, meiner Ansicht nach jedoch mangelhafte und teilweise unglaubliche Arbeit ist die Dissertation von O. MANN: „Beiträge zur Kenntnis verschiedener Mineralien“, Leipzig 1904 (Lit. 45). Er hat die Lokalität nicht besucht, sondern anhand einiger ihm von einem Apotheker geschenkter Stufen und Mineralien einen ziemlich oberflächlichen Beitrag geliefert.

Eine sehr ausführliche und sorgfältige Untersuchung stammt von G. LINCK (Lit. 46) über den Orthoklas aus dem Dolomit vom Campolungo. Die ersten Untersuchungen schienen zu ergeben, dass ein von dort noch nicht bekanntes Mineral aufgesammelt war. Da das zur Verfügung stehende Material nicht ausreichte, begab sich LINCK selbst in den Kar oberhalb Alpe Piumogna gegen die Alpe Cadonighino. Er fand das Mineral wieder und konnte es als Orthoklas identifizieren.

In seinen geologischen Beobachtungen am Pizzo Forno und in der Beschreibung der Minerallagerstätten des Tessinermassivs versucht J. KOENIGSBERGER unter „Minerallagerstätten im Dolomit“ (Lit. 47) eine Zusammenstellung der Ergebnisse der bisher ausgeführten Untersuchungen zu geben. Seine Ausführungen sind nicht vollständig und beschränken sich im grossen und ganzen auf eine kurze übersichtliche Beschreibung der bekanntesten Campolungo-Mineralien. In dieser Abhandlung treten jedoch zum ersten Male die Formenkombinationen in der klar definierten Bezeichnungsweise der modernen Kristallographie auf. KOENIGSBERGER unterscheidet den weissen stengeligen, den grauschwarzen, den grünen Tremolit und ferner deren büschel- und stengelförmige Aggregate. Ein wesentlicher Vorteil seiner Beschreibung besteht auch darin, dass endlich die berühmte Hauptfundstelle genau und unter Bezugnahme auf seine Karte bezeichnet wird. Von dieser Stelle werden genannt: Korund, Diaspor, grüner und brauner Turmalin, farbloser Fluorit, Quarz, Pyrit, hellbrauner Phlogopit und Talk. Als Fundort für Calcit, Titanit, grünen Talk und Orthoklas gibt KOENIGSBERGER die Alp Cadonighino an. Sowohl in dieser als auch in einer späteren Arbeit (Lit. 51) bespricht KOENIGSBERGER die allfälligen und wahrscheinlich auch einzige möglichen Entstehungsbedingungen des Dolomitgesteins und seiner Mineralien.

E. ARTINI (Lit. 59) hatte im Jahre 1920 das Glück, ein für Karbonatgesteine neues Mineral, den Chrysoberyll, zu entdecken und kristallographisch zu bestimmen. Ich werde im kristallographischen Teil meiner Arbeit unter „Chrysoberyll“ auf diese wichtigen Bestimmungen zurückkommen.

Die letzte äusserst verdienstvolle Exkursion ins Campolungo-Gebiet wurde im Jahre 1922 von F. MÜHLETHALER unternommen. Seine in den Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Mitteilungen erschienene Mitteilung (Lit. 60) beschränkt sich allerdings auf die beim Sammeln gemachten Beobachtungen, doch ist sie in Bezug auf Bezeichnung und Beschreibung der Lagerstätte und ihrer Mineralien die genaueste und übersichtlichste. Im Gegensatz zu früheren Berichten unterscheidet er verschiedene Fundstellen, was unbedingt der Wahrheit entspricht, nämlich: Passo Campolungo, Alpe Campolungo, Passo Cadonighino und Alpe Cadonighino. Zu den bereits bekannten

Mineralien fügte MÜHLETHALER als neues Mineral den Skapolith hinzu. Er hat den Skapolith eingehend untersucht und beschrieben. Ich selber habe einige Stufen mit diesem Mineral gefunden und werde die Ergebnisse der Untersuchungen im kristallographischen Teil unter „Skapolith“ mitteilen. Leider war F. MÜHLETHALER verhindert, das Material seiner sehr schönen und reichhaltigen Sammlung, die zu besehen und zu überprüfen ich im Winter 1937 Gelegenheit hatte, wissenschaftlich eingehend zu verarbeiten.

Damit haben wir unsren Streifzug durch die früheren Erforschungen, Untersuchungen und die Literatur der Campolungo-Mineralien beendet. Ich beabsichtigte nicht, alle erschienenen Arbeiten über den Campolungo zu erwähnen, sondern gedachte nur derjenigen, die im wesentlichen dazu beitrugen, die Kenntnis des Dolomits vom Campolungo und seiner Mineralien zu erweitern. Man ersieht daraus, dass das Gebiet seit mehr als 100 Jahren reichlich Stoff und wertvolle Anregung zu wissenschaftlichem Forschen bot. Mit meiner Arbeit hoffe ich eine vollständige, vorläufig abschliessende Untersuchung dieser interessanten Lagerstätte bieten zu können.

Geologische Übersicht

1. ALLGEMEINE GEOLOGISCHE ÜBERSICHT ÜBER DAS TESSINER-MASSIV WESTLICH DES TESSIN-FLUSSES

Die Dolomitbank des Campolungo - Gebietes gehört dem ausgedehnten System der penninischen Deckenüberlagerungen an und zwar der östlichen Hälfte (lepontinische Alpen), dem Abschnitt zwischen Tessin und Maggia.

Am geologischen Aufbau dieses Gebietes nehmen die Gesteinsarten folgender geologischen Epochen und Formationen teil:

A. Mesozoische Sedimente

1. Bündner Schiefer (Jura),
2. Trias.

Sie bilden die Hauptmasse der im Norden breit und wuchtig auftretenden, nach Süden zu sich mehr und mehr verjüngenden mesozoischen Synkinalzonen.

B. Prätriasische kristalline Gesteine

1. Jüngere, wenig metamorphe Gesteine (Permokarbon).
2. Ältere hochkristalline Paragesteine.
3. Mischgesteine.
4. Orthogesteine, teils fruestens oberkarbonischen (herzynischen), teils ältern Granitinusionen entsprechend.
5. Amphibolite und metamorphe Peridotite.

Diese prätriasischen kristallinen Gesteine sind auf verschiedene, in Form von Decken und Lappen über- und nebeneinander lagernde, antiklinale Bauelemente verteilt.

1. Die Gruppe der untern penninischen Decken

Zu ihr gehört als oberste die Simano-Decke, deren Kernmasse der Verzasca-Gneis bildet; die Leventina-Masse und Lucomagno-Decke, die sich längs des Tessintales erstrecken, und als dritte die von Westen gut entwickelte Antigoriomasse.

2. Die Gruppe der mittlern penninischen Decken

Sie wird hier durch die verschiedenen Lappen und lappenförmigen Ausläufer der Bernhard-Decke vertreten. Anhand der Struktur- und Lagerungsverhältnisse und durch Untersuchung typischer Gesteinszonen über ausgedehnte Gebiete kann man schliessen, dass Teile dieser Decke von der liegenden Simano-Decke erfasst, überfahren und teilweise oder ganz eingefaltet (eingewickelt) worden sind.

Folgende verschiedenen Elemente lassen sich auseinanderhalten:

Der Maggia-Lappen: Er ist das nördlichste Glied unter den Ausläufern der Bernhard-Decke und zerfällt wiederum in zwei Teile: den Sambuco- und den Rodi-Teillappen. Seine ziemlich komplizierte Stirne senkt sich in die mesozoischen Gesteinsmassen der Bedretto-Tremorgio-Mulde.

Eben an jener Stelle entspringt vielleicht der aus schmalen Gneislamellen bestehende Lebendun-Lappen.

Zum Campo Tencia-Lappen gehören die im Gebiete des Campo Tencia der Stirne der Simano-Decke vorgelagerten prätriadischen Paragesteine mit den ihnen eingegliederten Orthogesteinen, ferner die im Fenster von Frasca im Liegenden der Frasca-Marimore zu Tage tretenden Paragesteine und auch jene Teile, die unter der Simanodecke südlich der Val Chironico auf der Tessintalseite eingefaltet sind.

Die Cocco-Masse besteht aus einem steil aufgerichteten und (was schon aus der Bezeichnung hervorgeht) massivartigen Intrusivblock von Cocco-Diorit mitsamt den Ruscada-Gneisen und der sie umgebenden Schieferzone.

Der Cima Lunga-Lappen reicht von der Wurzelzone über die Simanodecke hinweg, nach Norden sich stark verjüngend bis zum Basal.

Unter den Seite 330 erwähnten Gesteinsserien interessieren uns besonders die Gesteine der Trias; denn unter sie fallen die Dolomit-Varietäten und die Rauhwacke des Campolungo. Die Triasgesteine unterlagern in unserem bezeichneten Abschnitt zwischen Tessin und Maggia die Gesteine der Bündnerschiefer. Die Annahme eines triasischen Alters für den Grossteil dieser Bildungen stützt sich auf die petrographische Gleichartigkeit mit Gesteinen benachbarter Regionen (Val Piora, Val Canaria), welche durch ihre Vergesellschaftung mit Gesteinen von marin-lagunärem Charakter (Gips) sowie durch deren stratigraphischen Verband mit fossilführendem Lias (Nufenen, Scopi usw.) mit einiger Sicherheit als Trias gekennzeichnet

sind. Infolge intensivster mechanischer Durchbewegung zeigen die Profile häufig starke Reduktion, während an andern Stellen durch dieselben Vorgänge oft eine Anhäufung, d. h. mehrmalige Wiederholung derselben Triasbildungen übereinander herbeigeführt wurde. Im allgemeinen gilt, dass die kalkigen und dolomitischen Ablagerungen einem stratigraphisch oberen, die Quarzite einem stratigraphisch unteren (tiefern) Niveau entsprechen.

Die Gesteinsserie der Trias zerfällt in:

A. Charakteristische Triasgesteine:

1. Quartenschiefer.
2. Körnige Kalke und Dolomite (Marmore).
3. Rauhwacke (Zellenkalke).
4. Gips.

B. Quarzite.

Aus dieser Gruppe von Gesteinen haben wir etwas eingehender die weissen, zuckerkörnigen Dolomite (Dolomit-Marmor) und die gelblichen, kavernösen Rauhwacken (Zellenkalk) zu behandeln. Jene kommen dort, wo sie mit diesen auftreten, bald über, bald unter sie zu liegen. Untergeordnet stellen sich auch mausgraue oder hellgelbe Varietäten ein. Als meist charakteristischer Vertreter der zuckerkörnigen Dolomite darf wohl der schneeweisse Dolomit des Campolungo- und des Cadonighinopasses gelten, welcher dem Triasgürtel angehört, der dort den Campo Tencia-Lappen umrandet.

Da die Dolomite nur eine sehr schlechte Unterlage für den Humus bilden, treten ihre weissen, grauen und gelblichen Schichten und Falten klar und weithin sichtbar aus dem benachbarten dunkleren Gestein und dem Grün der sie umgebenden Wiesen hervor und geben Zeugnis von der Gewalt einer komplizierten Tektonik, deren Verständnis schon früh ein anregendes Problem für die Geologen bildete.

2. SPEZIELLE GEOLOGIE DES CAMPOLUNGO- UND CADONIGHINO-PASSES

a) Frühere Deutungen

In LARDY's „Essai sur la constitution géognostique du Saint-Gothard“ (Lit. 9) erscheint das erste Spezialprofil durch den Cadonighinopass. Das Profil lässt erkennen, dass LARDY bereits die verkehrte Lagerung der Schichten beobachtet hatte. Über die imposanten Dolomitfalten am Campolungopass schreibt er: „A l'ouest les rochers de dolomie sont composés de couches de différentes nuances de blanc et de gris qui présentent les replis les plus composés.“

Obgleich LARDY die Nufenenschiefer bis ins Bedrettatal und bis zum Scopi verfolgt hat, belässt er die Kalkschiefer der Campolungoregion bei den zur Primärformation gezählten Glimmerschiefern. So bleibt der ausschlaggebende Fossilfund am Nufenen noch ohne Beziehung zur Altersbestimmung der Campolungo-Dolomite.

Auch B. STUDER (Lit. 24 und 30) hat ein Profil durch den Campolungo gezeichnet. Leider hat er die südwärts an den Dolomit anstossenden Granat-glimmerschiefer teilweise mit seinem Flysch verwechselt, was gegenüber der deutlichen Unterscheidung LARDY's in nördlichen „Mica Schiste“ und südlichen Gneis einen Rückschritt bedeutet. Immerhin brachte er in stratigraphischer Hinsicht den Fortschritt, dass er die Belemniten führenden Schiefer mit den Kalkschiefern, die durchs obere Tessintal und über den Campolungo streichen, in die Bezeichnung „Flysch“ zusammenfasste und mit den Dolomiten als jüngere Bildungen den Gneisen und Glimmerschiefern gegenüberstellte.

Wenn nach GERLACH's Karte (Lit. 29) der penninischen Alpen der zucker-körnige Dolomit des Binnentales mit den Gneisen als Hangendem und den Glanzschiefern (schiste lustré) als Liegendem zur Trias gerechnet wird, so ist analoge Altersbestimmung für den Campolungo-Dolomit wahrscheinlich. Damit war das Alter des Campolungo-Dolomits, wenn auch an anderer, ihm jedoch verwandter Lokalität, festgestellt.

Weitere Klärung über den tektonischen Zusammenhang der Dolomite unter sich und die Beziehungen zu den Bündner Schiefern brachte die Deutung von F. ROLLE (Lit. 35). Das den wirklichen Verhältnissen entsprechende, aber nicht näher detaillierte Profil durch den „Passo di Campolungo“ bestätigt die schon von LARDY erkannte verkehrte Lagerung. In Bezug auf das Alter glaubt ROLLE die Möglichkeit einer Triaszugehörigkeit annehmen zu können.

Die Aufnahmen der Profile durch A. HEIM (Lit. 39 und 50) reichen bis ins Jahr 1871 zurück, wobei in dem in ihnen enthaltenen Durchschnitt durch den Campolungo der Campolungodolomit als Rötidolomit bezeichnet und demnach endgültig zu den Triasgesteinen gezählt wird.

K. VON FRITSCH (Lit. 31) hat im Jahre 1873 die Campolungogegend im Maßstabe 1: 50 000 geologisch kartiert, ein Profil in 1: 50 000 durch den Grat zwischen Cadonigo und Campolungo und eine Skizze der Dolomitfalte am Campolungopasse gezeichnet. Zum ersten Male wird die Form dieser Falte näher beschrieben. VON FRITSCH vergleicht sie mit einem umgekehrten (sollte heißen: mit der Öffnung nach unten liegenden) lateinischen C. Da er die zu beiden Seiten dem Dolomit pseudoantiklinal an- und auflagernden Schiefer einander gleichstellt und sowohl die gelegentlich Disthen führenden Granat-glimmerschiefer und Granatquarzite, welche in der Alp Campolungo dem Dolomit aufliegen, als auch die Staurolithschiefer von Piora als „Disthen und Staurolith führende Schiefer“ bezeichnet, stösst er auf Schwierigkeiten, die ihm eine Klärung des Problems verunmöglichen.

Auch T. G. BONNEY (Lit. 40), der die Regionen der mesozoischen Gesteine in den Leontinischen Alpen bereist hat, fällt die eigenartige Form und Schönheit der Campolungo-Dolomittfalte auf, und er schreibt darüber: „... below the actual Campolungo Pass (7595 feet) the dolomite exhibits a fold, extraordinary even for the Alps. As it crops out from the turf it assumes this shape \textcircled{C} being flanked by the dark schists on the south and partly overlain by them on the north.“ Aus diesem letzten Satzteil muss man annehmen, dass

BONNEY keinen Altersunterschied zwischen den Kalkschiefern im Norden und den Granatglimmerschiefern im Süden der Dolomitbank annimmt. Das beruht vielleicht auf dem Umstand, dass er glaubte, der Dolomit bilde den Kern einer Antiklinale, deren Schenkel (hangender und liegender) Schiefer seien. Wohl fielen ihm die verschiedenen Färbungen der sich abwechselnden Dolomitschichten am Cadonighinopasse auf („This dolomite consists of a well-bedded group of strata, which vary slightly in character and probably in composition. Sometimes they are pure white, sometimes greyish, sometimes yellowish.“) und notierte in allen Einzelheiten ihre Abfolge: „I have recorded in my notebook full details of the section from the one mass of schist to the other, but think it needless to publish them.“

Noch im gleichen Jahre schien es dann C. SCHMIDT (Lit. 41) vergönnt zu sein, eine erste Klärung der berühmt gewordenen Campolungo-Tektonik zu finden. Er glaubte, das Dolomitgewölbe überdecke den kristallinen Kern einer kleinen Antiklinale, die durch eine südlich davon ins Kristalline eingesenkte sekundäre Mulde, deren Kern aus Bündner Schiefer bestehe, zustandegekommen sei. Dass dem jedoch nicht so ist, wird ohne weiteres aus dem nächsten Abschnitt hervorgehen.

Endlich wurde im Jahre 1919 von H. PREISWERK eine neue Deutung dieses so viel besprochenen und so verschieden gedeuteten Problems versucht. Nach genauer Untersuchung der Dolomitgrenzen gegen die Granatquarzite und gegen die Kalkschiefer, sowie nach seinen objektiven und bis in alle Einzelheiten gehenden Aufnahmen der Cadonighino- und Campolungopassprofile gelangte er zur Auffassung, dass es sich hier um eine überkippte Tauchfalte handle. Wenn ich im folgenden Abschnitt nochmals auf H. PREISWERK'S Arbeit näher eingehe, so geschieht es, um dessen Aufzeichnungen, gepaart mit meinen Beobachtungen, zu bestätigen und sie in meiner Zusammenfassung über den Campolungo miteinzubeziehen.

b) Die Tauchfalte am Campolungo

Während des achtwöchigen Aufenthaltes im Campolungogebiete hatte der Verfasser reichlich Gelegenheit, die verschiedenen Dolomitschichten am Campolungo- und Cadonighinopasse zu untersuchen und ihren Verlauf sowohl als auch ihr Verhalten an den Grenzen gegen die Schiefer zu verfolgen, wobei sich die Angaben H. PREISWERK'S vollständig bestätigten liessen.

Auf den ersten Blick scheinen die Profile der beiden Pässe auffallend verschieden zu sein. Bei näherem Betrachten gibt jedoch jeder der beiden Pässe in seiner Art die Bestätigung für die Annahme einer Tauchfalte.

Im Osten der Alpe Campolungo liegt der Cadonighinopass, ein zwischen dem gezackten Grat des Pizzo Campolungo im Süden und dem rundlichen Höcker des Filo im Norden tief eingebuckter Sattel. Die dem Campo Tencia-Lappen angehörenden prätriasischen quarzitischen Glimmerschiefer und Granatquarzite des Pizzo Campolungo bilden das Hangende und fallen unmittelbar über der Trias

ziemlich flach mit einem Winkel von ungefähr 30° nach Süden ein, richten sich aber gegen Süden immer mehr zu einer Steilheit von nahezu 75° auf. Sie sind nicht sehr vegetationsreich, und ihre Farbe ist grünlichgrau. Von ihnen lassen sich sehr leicht die zu den Bündner Schiefern gehörenden Kalkschiefer des Filo schon durch ihre bräunliche Färbung und den dichteren Grasbestand unterscheiden. Sie fallen ebenfalls flach nach Süden unter einem Winkel von 25° ein und bilden das Liegende. Die Serie liegt also dem Alter nach verkehrt. Den Sattel zwischen diesen beiden Schiefern formen die Triasdolomite. Die Abfolge ihrer Schichten, die im Süden von einem schmalen Quarzitband, das den Dolomit von den ältern kristallinen Schiefern trennt, unterlagert werden, lässt sich schon aus beträchtlicher Ferne an den Farbennuancen erkennen. Sie ist von Süden nach Norden die folgende:

Weisser zuckerkörniger Dolomit mit abwechselnden Zwischenlagen von Grammatit- oder Phlogopit-führenden Schichten, von denen die ersten breite Kanelüren bilden, da sie namentlich aus mürbem, zerbröckelndem Dolomit bestehen, währenddem die phlogopithaltigen Lagen als hell- oder dunkelbraune Rippen und Bänke gesimsartig vorstehen. Einige Meter nördlich, etwas oberhalb dem Passeinschnitt, bedeckt ein ungefähr 20—25 Meter breites Grasband zwei Rauhwackenschichten, die zu beiden Seiten eine schmale Kalkglimmerschiefereinlagerung abgrenzen. Darauf folgen nach Norden nochmals die oben beschriebenen Dolomitlagen, und im Norden liegt die Trias mit einer Rauhwackebank dem Kalkglimmerschiefer auf (Profil 1 und 2, Tafel 4). Es ist demnach einleuchtend, dass die beiden nach oben konvergierenden Rauhwackenschenkel die Seitenstützen eines Gewölbes darstellen, dessen Kern, weil die Falte im verkehrten Schichtpakte liegt, Bündner Schiefer — die jüngsten Gesteine — enthält, währenddem der durch das isoklinal ausgewalzte Gewölbe in zwei Massen geteilte Muldenkern aus Triasdolomit — ältesten Schichten — besteht. Die beiden nördlichen Rauhwackebänke hat man sich wahrscheinlich als unterirdisch miteinander verbunden zu denken, woraus hervorgehen würde, dass das Profil am Cadonighinopasse nicht nur eine verkehrte Schichtfolge, sondern auch eine überkippte isoklinale Falte mit ausgewalztem Mittelschenkel darstellt.

In der Alpe Campolungo erheben sich südlich vom Bache, der die Alp in west-östlicher Richtung durchfliesst, einige kleine, auffallende Rundhöcker über den Alluvialboden. Sie werden gegen Westen zu kleiner. Man erkennt bei näherem Zusehen, dass sie in einer geraden Linie zwischen dem Kalkglimmerschieferfenster am Cadoni-

ghinopasse und dem vermutlichen, wahrscheinlich tieferliegenden Gewölbekern des Campolungopasses liegen und ebenfalls aus Kalkglimmerschiefer bestehen.

Am Nordhang des Pizzo Campolungo, dort, wo dieser die Alpe Campolungo im Süden abschliesst, kann der nackte Dolomit fast in seinem ganzen Streichen verfolgt werden. Stellenweise tritt sogar die scharfe Grenze zwischen ihm und den Gesteinen des Hangenden zu Tage. Die Schichten fallen im Osten anfänglich noch flach nach Süden, um sich gegen Westen langsam steiler aufzurichten, bis sie am Campolungopasse beinahe senkrecht stehen.

Auf die kurze Entfernung von kaum 2 km hat sich das Profil vollständig geändert (s. Profil 3, Tafel 4). Zwischen den vertikal aufragenden Granatquarzitschiefern des stolzen Pizzo del Prevat im Süden und den nunmehr unter einem Winkel von ca. 55° nach Norden fallenden Kalkglimmerschiefern der Meda hat sich eine prachtvoll sichtbare Dolomitfalte entwickelt. Es handelt sich dabei um dieselbe Falte wie am Cadonighinopasse, nur ist sie nicht mehr isoklinal ausgewalzt, sondern steil aufgerichtet und in einer Spitzknickung nach Süden überkippt. Sie bildet ein breites Gewölbe mit einem Rauhwackenkern, dessen Schenkel und Umbiegung man deutlich erkennt. Aber die Bündner Schiefer sind verschwunden. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass die Achse der Tauchfalte und damit des Gewölbes gegen Westen hin sich rasch senkt. Im Süden hält immer noch das schmale Quarzitband den Dolomit und die kristallinen Schiefer auseinander. Die Schichtenabfolge ist noch ziemlich die gleiche wie am Cadonighinopasse; es wechseln braune phlogopit- oder grammatisführende graue Lagen mit weissem Dolomit. Der Grammatit ist hier vornehmlich die graue Varietät. Erwähnenswert scheint ein schmales, ungefähr 1 Meter breites Biotitgneisblatt, das sich zwischen diese Dolomitschichten eingelagert hat. Wenige Meter unterhalb des Grates keilt es aus. Während die Profile am Cadonighinopasse sich zu beiden Seiten (von Osten oder Westen gesehen) kaum merklich voneinander unterscheiden, ist am Campolungopasse insfern eine Verschiedenheit auffallend, als auf (Profil 4, Tafel 4) der Westseite die Falte nur mehr leicht nach Süden übergekippt ist, das Gewölbe sich in südwestlicher Richtung verschoben hat und bedeutend breiter geworden ist. Die Schichten am Campolungopasse sind am Widerlager des Sambucolappens aufgestaut und gefaltet worden.

Steigt man auf dem Wege weiter nach Westen gegen die Alpe Pianascio hinunter, so trifft man nach kaum 500 Meter auf neue aufschlussreiche Schichten, die insgesamt vertikal einzusinken scheinen.

Man beobachtet nur noch eine isoklinale Falte (Profil 5, Tafel 4). Im Norden drängt sich zwischen den Dolomit und die Rauhwackeschicht eine 10—15 Meter dicke Platte aus kristallinem Schiefer, die senkrecht geschichtet ist und mit der Gesteinsserie des Pizzo del Prevat übereinstimmt, und die nach unten wahrscheinlich auskeilt. Vielleicht haben wir es hier mit dem „schmalgepressten kristallinen Kern der Tauchfalte zu tun“ (H. PREISWERK, Lit. 56).

Die ganz verschiedenen Formen, welche in den Profilen beider Pässe deutlich zum Ausdruck kommen, mögen bedingt sein durch das Einsinken der Muldenachse von Osten nach Westen und durch den Einfluss des nach Norden überschobenen Campo Tencia-Lappens. Am Cadonighinopasse sind die mesozoischen Gesteine von der Campo Tencia-Lappen-Stirne wahrscheinlich überfahren und isoklinal ausgewalzt worden, während sich am Campolungopasse und westlich davon der Sambuco-Lappen der Wirkung des vorstossenden Campo Tencia-Lappens entgegenstemmte und die dazwischen liegenden mesozoischen Gesteine aufstaute (Nordfallen der Kalkglimmerschiefer an der Meda), einfaltete (Dolomitfalte am Campolungopasse) und in der Alpe Pianascio sogar zu einem schmalen Streifen zusammenpresste.

Gesteinsbeschreibung

Die etwa 200 m mächtige Bank metamorphen, dolomitischen Gesteins am Nordhang des Pizzo Campolungo, die in Analogie zu marinen, fossilführenden Ablagerungen anderer und benachbarter Gebiete als triasischen Alters angesprochen werden dürfen, unterscheiden sich schon dem äussern Aussehen nach von den sie umgebenden Gesteinsarten (vergl. Tafel 1, Abb. 1).

Schneeweiss leuchten die Dolomitschichten aus den dunklen Gesteinen des „Hangenden“ und des „Liegenden“. Nach ihrer Beschaffenheit und Farbe lassen sich die Dolomite folgendermassen unterteilen:

Zuckerkörniger, weisser, lockerer Dolomit.

Zuckerkörniger, mausgrauer, lockerer Dolomit.

Feinkörniger, weisser Dolomitmarmor.

Gelbe, zellige Rauhwacke.

Daneben finden sich grammatis- und phlogopitführende gelbliche Dolomitlagen.

Die weitaus mächtigste Masse besteht aus s c h n e e w e i s s e m, sehr feinkörnigem, lockerem Dolomit, der bei der geringsten mechanischen Beanspruchung und unter den Witterungseinflüssen in

blendend weissen, feinen Sand zerfällt. An der Oberfläche ist er meist verwittert und zeigt unter einer schmutziggrauen, stark ausgewaschenen Kruste hellgrüne und lichtrote Verwitterungsfarben. Vereinzelte Zonen wiederum verwittern gelblich; eine Erscheinung, die offenbar mit der Limonitisierung der sehr zahlreich auftretenden Pyrite im Zusammenhang steht.

Die graue Varietät unterscheidet sich von der erstgenannten äusserlich nur durch die Farbe, dank der sie sich aber deutlich und weithin sichtbar vom weissen Dolomit abhebt. Der graue Dolomit ist der Verwitterung ebenfalls sehr unterworfen, sodass die widerstandsfähigern grauen Grammatitbündel oft stachelartig aus dem Gestein herausragen. Am Passo Campolungo kommt er viel massenhafter vor als am gegenüberliegenden Passo Cadonighino und liegt daselbst in verschiedenen, teilweise metermächtigen Lagen durchaus konkordant.

Der gröberkörnige, dichte Dolomitmarmor erscheint nur sehr untergeordnet in schmalen Bändern, Adern und Linsen vornehmlich an der Nordseite des Passo Cadonighino und stellenweise in der Alp Campolungo. Er ist den Witterungsangriffen weit weniger zugänglich und zeigt daher auch weniger groteske, ausgefranste Formen. Gegenüber dem weissen, zuckerkörnigen, lockern Dolomit scheint er etwas dunkler, weil er das Licht schwächer reflektiert. Auch ist er bedeutend mineralärmer als die beiden andern Abarten.

Die tuffartig aussehende Rauhwacke ist ein gelbliches, kavernöses, manchmal durch winzige Talkschüppchen silbern flimmerndes Gestein von massiger Textur. Der weitaus vorherrschende Calcit bildet die Zellenwände (Zellenkalke), während die eckigen Zwischenräume — die bei der Verwitterung an der Oberfläche als Hohlräume in Erscheinung treten — im Innern des Gesteins meist mit Dolomitpulver, Talkblättchen, zuckerkörnigem Dolomit ausgefüllt, oder auch mit kleinsten Milchquarzen ausgekleidet sind. Die Mächtigkeit der Rauhwackenlagen wechselt, doch sinkt sie nie unter 2 Meter und übersteigt auch nicht 20 Meter. Sie treten am Passo Cadonighino viel mächtiger zu Tage als am Passo Campolungo, wo sie beinahe untergetaucht sind. Es ist indes nicht möglich, sie in ihrem ganzen Streichen zu verfolgen, da sie üppiger mit Gras bewachsen sind als die Dolomite.

Unter dem Mikroskop erkennt man in den Dolomiten folgenden Mineralbestand:

- HG Dolomit.
NG Calcit, ganz lokal auch etwas Quarz, Pyrit und in den phlogopit- und grammatisch-führenden Lagen Phlogopit und Grammatit.
UG Alle andern, meist als Porphyroblasten auftretenden Campolungo-Mineralien.

Wie wir noch sehen werden, wechselt der Mineralreichtum sehr stark nach der Lokalität.

Der Dolomit ist typisch körnig, mit meist gleichförmig ausgebildetem, rundlichem oder seltener länglichem Korn. Die mehr länglichen Körper liegen parallel der Bankung des Gesteins. Die Korngrößen schwanken innerhalb einer Bank, besonders aber von Gesteinsart zu Gesteinsart. Beim weissen, zuckerkörnigen, lockern und dichten Dolomit ist jeweils der Korndurchmesser ziemlich konstant. Er beträgt für erstern ca. 0,1 mm, beim zweiten etwas mehr, ungefähr 0,5 mm. Die mausgrauen Varietäten zeigen ein variables, noch gröberes Korn bis ca. 1 mm. Die runde Begrenzung der Dolomitkörner ist meistens glatt; mitunter machen sich allerdings Anzeichen eigener Kristallgestalt bemerkbar; die Form ist dann die des Spaltrhomboeders. Viele (hauptsächlich die grössten Individuen) sind von polysynthetischen Zwillingslamellen durchsetzt, die zufolge starker Lichtbrechung an den Zwillingsebenen einen lebhaften, scheinbaren Pleochroismus aufweisen. Die Unterscheidung zwischen Dolomit und Calcit ist anhand der Kornbegrenzung, die beim Dolomit (auch bei grössten Körnern) rundlich und glatt, bei den Calcitkörnern (die überdies meist etwas bestaubt und grösser sind) ausgesprochen zackig oder sinusförmig verläuft, leicht und einwandfrei durchzuführen. Schon A. HARKER (Lit. 72 „...as seen in section, the grains are of irregular shape, meeting one another in sinuous or zigzag boundaries“) und H. S. WANG (Lit. 85) haben diese Unterscheidungsmerkmale erkannt, aber nur mutmasslich angenommen. Durch mein Untersuchungsmaterial war Gelegenheit geboten, diese Vermutungen zu überprüfen. An einem Handstück, dessen Dünnschliff die genannten unterschiedlichen Merkmale zeigte, war es möglich, den makroskopisch erkennbaren Calcit mittels einer Salzsäureprobe und Bestimmung der Lichtbrechung mit Sicherheit vom Dolomit zu unterscheiden. In gleicher Weise liess sich einwandfrei feststellen, dass die an den Enden der Grammatitknollen anstehenden, bläulich schimmernden, früher als Dolomit bezeichneten Rhomboeder in Wirklichkeit Calcitkristalle sind.

Pigment ist beim weissen, zuckerkörnigen Dolomit sehr selten, verhältnismässig gross und nur an den Korngrenzen zu treffen, wäh-

rend bei der mausgrauen Abart (deren Farbe es bedingt) das Pigment fein verteilt und auch im Innern der Körper angesammelt ist. Die Annahme, es könnte sich um Pyrit handeln, wurde nicht bestätigt; eine Prüfung auf Schwefel fiel negativ aus. Beim Glühen wird der feinpulverisierte, mausgraue Dolomit rötlich, was auf einen kleinen Eisenkarbonatgehalt hinweist. Die graue Färbung des Dolomits ist also auf kohlige Substanz, Graphit, zurückzuführen.

Die Struktur des Gesteins ist wegen des reichlichen Überwiegens des Dolomits (schätzungsweise 70—90 %) fast durchwegs granoblastisch. Die Textur ist zum grössten Teil massig, wird aber in gewissen Zonen durch das starke Überhandnehmen dünner Phlogopitlagen, sowie durch die nach der Schichtung des Gesteins etwas gestreckten Dolomitkörner als kristallisationsschiefrig bezeichnet werden müssen.

Der zuckerkörnige Dolomit zerfällt wegen der schlechten Verbandsverhältnisse sehr leicht in die einzelnen Körner, wobei ein feiner Sand entsteht.

C h e m i s m u s: Grobe Bauschalanalysen wurden mit einem Passon'schen Analysenapparat ausgeführt.

- I. Weisser zuckerkörniger lockerer Dolomit.
- II. Weisser zuckerkörniger dichter Dolomitmarmor.
- III. Gelblicher lockerer zuckerkörniger Dolomit.
- IV. Mausgrauer zuckerkörniger Dolomit v. A. Cadonighino.
- V. Mausgrauer zuckerkörniger Dolomit v. P. Campolungo.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Ca CO ₃	37 %	40 %	33 %	22 %	20 %
Ca Mg (CO ₃) ₂	59	56	47	73	35,6
In HCl unlöslich	4	4	20	5	44,4

Die Rauhwacke besteht aus Calcit mit ziemlich viel Talk und etwas Quarz. Der Verband ist sehr lose; die Hohlräume werden einige Zentimeter gross.

Die Analyse zeigte folgende Zusammensetzung:

Ca CO ₃	37 %
Ca Mg (CO ₃) ₂	13,1
In HCl unlöslich	49,9 (Talk und Quarz)

Auf Schlagen und Brechen reagiert der weisse Dolomitmarmor mit einer himbeerroten, nicht nachleuchtenden Lumineszenz und einem stinkenden Skatol-Indol ähnlichen Geruch.

Über die Bildung der Dolomitlage am Campolungo ist vorläufig folgendes zu sagen: Ursprünglich lag wohl eine Wechsel-lagerung von glimmerreichen sandigen Mergeln, Tonen, Dolomitmergeln, Kalkmergeln und Dolomiten vor. Die Dolomite wurden dislokationsmetamorph umkristallisiert und lokal in grobkörnige Marmore verwandelt. Die Beimengungen kristallisierten zum Teil in kleinen Hohlräumen, zum Teil im Gestein aus. Ausgangsmineralien waren: Quarz, tonige und tonig eisenschüssige Substanz, Limonit, eventuell Calcit und Dolomit. Die Hauptkomponenten der tonigen Sedimente sind: SiO_2 , Al_2O_3 , Eisenoxyde, etwas MgO und an Ton absorbierte Alkalien. Ein Tonerdeüberschuss ($\text{Al}_2\text{O}_3 > (\text{K}, \text{Na})_2\text{O} + \text{CaO}$) ist für diese Bildungen kennzeichnend.

Minerallagerstätten

Die Minerallagerstätten im Dolomit vom Campolungo bilden den Übergang zwischen eigentlichen Mineralklüften und Ausscheidungen in kleinen Zwischenräumen dislokationsmetamorphosierter Gesteine. Meistens findet man in den Dolomiten der verschiedenen Massive etwa Dolomitkristalle, Rutilnadeln und Pyrit in kleinen, 1—5 cm grossen Hohlräumen, also Mineralien, die im Dolomit allenthalben verbreitet sind. Nur ganz lokal treten in einem relativ kleinen Teil der Dolomitmassen besondere Mineralien auf. Dies ist der Fall im Binnental (vergl. H. BADER, Lit. 73) und am Nordhang des Pizzo Campolungo. Der Charakter der Campolungo-Dolomitlagerstätten lässt auf starke Metamorphose schliessen. Die Entstehung der Zerrklüfte beruht auf tektonischen Vorgängen. Es sind schmale, mehr oder weniger tiefe Risse, welche in der Regel senkrecht zur Gesteinsschicht verlaufen. Mehr drusige Partien sind wohl durch Auflösung des Gesteins entstanden. In den Zerrklüften finden sich namentlich Calcit, Quarz und Pyrit. Alle andern Mineralien sind zum Teil Gesteins-, zum Teil Drusenmineralien.

Es lassen sich nach Paragenese, Ausbildung und Häufigkeit folgende Mineralbezirke unterscheiden:

- Alpe Cadonighino
- Passo Cadonighino Nord
- Passo Cadonighino Süd
- Alpe Campolungo
- Passo Campolungo.

Parallel dem Verlauf des Dolomitlagers ziehen sich überdies phlogopit- oder grammatische (sonst mineralarme) Schichten von wechselnder Mächtigkeit durch.

Durch mehrere Handstücke aus den genannten Fundstellen wurden Dünnschliffe gelegt, und aus den Bächen des Untersuchungsgebietes ist Sand gewonnen worden. In den Sanden wurde erst eine Anreicherung der schweren Mineralien durch Waschen vorgenommen. Hernach erfuhren die Rückstände im Kopecky'schen Schlämmapparat (Modell Gessner) eine Trennung in die drei von P. NIGGLI definierten Korngrössen γ , β , α (Lit. 84). Durch Bromoformfraktionen (vergl. C. BURRI, Lit. 68) und Waschen wurden grösstmögliche Anreicherungen der schweren Mineralien erzielt.

Alpe Cadonighino (vergl. Tafel 2, Abb. 2). Sie ist die weitaus mineralreichste Lagerstätte. Mit Ausnahme von Korund, Diaspor, Muskowit, Fuchsit und weissem, radialstrahligem Grammatit werden daselbst alle aus dem Dolomit des Campolungo bekannten Mineralien angetroffen. Die Paragenese ist nach Häufigkeit geordnet: Dolomit, Calcit, Phlogopit, Pyrit, Turmalin, Quarz, Grammatit, Talk, Apatit, Skapolith, Disthen, Labradorit, Rutil und Titanit.

Der Dolomit ist weiss, gelblich limonisiert oder mausgrau, zuckerkörnig und grösstenteils sehr locker. Die einzelnen Körner zeigen oft kleine Pyriteinschlüsse und sind vielfach polysynthetisch verzwilligt. Die Calcitkörner besitzen mehr gezähnte, zackige Umgrenzung. Der Phlogopit ist wechselnd xenomorph oder idiomorph. Der Pleochroismus ist schwach, aber sichtbar, farblos bis gelblich. Die Achsenbilder sind vorzüglich, meist etwas anormal einachsig negativ. Der Pyrit bildet idiomorphe Körner von den verschiedensten Grössen. Er ist in fast allen Fällen limonisiert. Der Turmalin ist meist scharf idiomorph und zeigt im Querschnitt deutlich ditrigonalen Umriss. Basale Spaltharkeit ist charakteristisch. Auffallenderweise ist diese hellgrüne, im Dünnschliff farblose Varietät vom Campolungo gar nicht oder nur sehr schwach pleochroitisch: farblos bis blass-hellgrün. Im Innern finden sich zahlreiche Karbonateinschlüsse angehäuft. Mit dem Berek'schen Kompensator wurde die Doppelbrechung $\omega - \epsilon = 0,0993 \pm 0,0002$ bestimmt. Die Quarzkörner sind immer fremdgestaltig. Zu Nestern oder Adern angereichert oder einzeln zerstreut kommen sie besonders in der Nähe der Grammatite vor. Zwischen den feinen Nadeln der Grammatitbündel findet sich immer eine Unmenge von Quarz, Calcit und Talk. Sowohl Quarz wie Phlogopit zeigen ondulose Auslöschung, bedingt durch heftige mechanische Beanspruchung. Die Grammatite erscheinen als grosse Porphyroblasten und sind entweder idiomorph schmal- oder breitstengelig, einzeln oder in Bündeln, oder aber fremdgestaltig und stark zerfetzt. Sie sind farblos, schwach pleochroitisch, farblos bis leicht gelblich. Die Auslöschungsschiefe $n_{\gamma} - n_c$ schwankt zwischen $12-20^\circ$. In Querschnitten erkennt man die Spaltrisse nach (110), deren spitzer Durchkreuzungswinkel in den Hauptlagen zwischen 50 und 55° schwankt, während der stumpfe von 120 bis 127° variiert. Die Grammatite sind meistens stark mit Karbonateinschlüssen angefüllt, die sich besonders bei der grauschwarzen Varietät im Kern und parallel der b-Achse anhäufen. Feine Talkschüppchen, als Umwandlungsprodukt der Grammatite, zeigen sich nur

in deren Nachbarschaft. Der **Apatit** kommt in kleinen xenomorphen, runden bis länglichen Körnern vor. Diese sind lose zerstreut oder in Schwärmen beisammen. **Skapolith** findet sich teils in Körnern, teils in langgestreckten Individuen mehr oder weniger xenomorph. Die prismatische Spaltbarkeit ist deutlich. Die Interferenzfarben sind sehr lebhaft. Die Doppelbrechung (gemessen mit dem Berek'schen Kompensator) beträgt $\omega - \epsilon = 0,0285 \pm 0,0003$. **Feldspat** findet man in den verwitterten Partien und phlogopitführenden Lagen des Dolomitgesteins verbreitet. Er ist nach dem Albitgesetze verzwilligt. Die Untersuchung mit dem Fedorow-Mikroskop ergab, dass es sich um **Labradorit** handelt, mit einem Anorthitgehalt von 68 %, einer Auslöschungsschiefe von 36° und $-2V = 90^\circ$. Braune **Rutil** kriställchen sind gut idiomorph und selten verzwilligt. **Titanit** ist sehr selten. Eine Ausnahme machen **Orthoklas** und **Fahlerz**. Die Paragenese beider Mineralien ist bedeutend ärmer und beschränkt sich nurmehr auf Dolomit, Calcit, Quarz, Phlogopit und Pyrit. Auf ihre speziellen Eigenschaften wird im nächsten Kapitel eingegangen.

Die beiden Flanken des Passo Cadonighino sind in ihrer Mineralführung derart verschieden, dass sie als zwei voneinander getrennte Lagerstätten behandelt werden müssen. Die berühmtere von beiden ist die **Korund-Diaspor-Fundstelle** (Taf. 2, Abb. 2, Taf. 3, Abb. 1) auf der Nordseite. Die Paragenese ist artärmer als die der erstgenannten Lagerstätte. Man trifft folgende Mineralien (nach Häufigkeit des Auftretens geordnet): Dolomit, Calcit, Pyrit, Grammatit, Muskowit, Talk, roten und blauen Korund, Turmalin, Diaspor, Fuchsit und Chrysoberyll. Darunter sind für diese Fundstelle besonders typisch **Korund** und **Diaspor**. Dünnschliffuntersuchungen und Sandbefunde gaben zu keinen besondern Bemerkungen Anlass. Der Dolomit ist weiss, zuckerkörnig, teils locker, teils dicht. Lokal ist er durch starke Limonitisierung leicht gelblich gefärbt.

Die Südfalte des Passes (vergl. Tafel 2, Abb. 2 und Tafel 3, Abb. 1) ist besonders interessant wegen des Auftretens von Rutil und Titanit. Die Paragenese umfasst Dolomit, Calcit, Phlogopit, Quarz, Grammatit, Rutil, Titanit, Labradorit. Die Fundstelle der beiden Ti-Mineralien liegt im untersten, die Flanke umgebenden, phlogopitführenden Dolomitkranz.

Die Rutile liegen vielfach in der durch die regelmässige Anordnung der Phlogopitblättchen akzentuierten Schieferung des Gesteins, während die Titanite unregelmässig einzeln zerstreut oder in Nestern vorkommen. Zwischen den Phlogopitlagen befinden sich kleinste xenomorphe Quarzkörner. Der **Rutil** kennzeichnet sich besonders durch seine sehr hohe Licht- und Doppelbrechung und den von rotbraun über rot (n_a) nach gelb wechselnden Pleochroismus. Im auffallenden Lichte fällt der sehr starke Glanz auf. Im Gegensatz zum harten Rutil besitzt der **Titanit** nie eigene Formen, sondern tritt wegen seiner ge-

ringen Härte in mehr rundlicher, larvenförmiger Gestalt auf. Erkannt wird er an seiner hohen Licht- und Doppelbrechung. Die Achsendispersion $\varrho > \nu$ ist bei kleinem Achsenwinkel ausserordentlich hoch.

Nach oben hin wechseln mehrfach weisser zuckerkörniger Dolomit mit dunkelgefärbten phlogopit- oder grammatisführenden Lagen. Zuoberst, gerade unter dem Quarzit, wurde eine Stelle mit olivgräulichem Turmalin gefunden. Sie soll im nächsten Abschnitt unter „Turmalin“ näher beschrieben werden.

Die Lagerstätte der Alpe Campolungo zerfällt in mehrere kleinere Fundstellen. Wandert man von Osten nach Westen, so stösst man zunächst auf die Turmalinfundstelle Nr. 4 (vergl. Tafel 3, Abb. 1). Sie wird im folgenden Kapitel eingehender erwähnt.

Wenige Meter westlich davon befindet sich der Fundort von grünem Grammatit. Er liegt, soweit festzustellen war, in der gleichen Dolomitlage, wie die grünen Grammatit-Vorkommen der Alpe Cadonighino. Die Zahl der Begleitmineralien ist jedoch geringer. Es erscheinen nurmehr Dolomit, Calcit, Quarz, grüner Grammatit, Pyrit und Phlogopit.

Noch mehr nach Westen und etwas tiefer gelegen, befindet sich die Lagerstätte der interessanten weissen, dichtgehäuften Grammatitsonnen (vergl. Tafel 3, Abb. 1 und 2). Grammatite von dieser einzigartigen schönen Ausbildungsweise werden nur an dieser Stelle gefunden. Der Mineralbestand zeigt noch Dolomit, Calcit, Quarz, weissen Grammatit, kleinste Pyritkörnchen und silbern glänzende Muskowitblättchen.

Ein ähnliches Vorkommen trifft man ebenfalls auf gleicher Höhe und offenbar in der gleichen Dolomitzone gelegen, im Felskopf gegenüber der Sennhütte der Alpe Campolungo (vergl. Tafel 2, Abb. 1). Dieser Teil ist zugleich die mineralreichste Stelle der Alp. Es herrschen hier noch Dolomit, Calcit, Quarz und Turmalin. Grammatit, Phlogopit und Pyrit treten stark zurück. In den obern Partien dieses Dolomittfelsens ist der Skapolith ziemlich reichlich vorhanden. Es wird sich dabei wahrscheinlich um die von F. MÜHLETHALER vermutete Fundstelle handeln, von der er skapolithführende, abgestürzte Blöcke fand (Lit. 60). Dieser Fundort ist somit wegen des Skapolith- und des sehr reichen Turmalinvorkommens (No. 3) besonders beachtenswert. Der Dolomit ist weiss und zuckerkörnig, etwas weniger locker als die Varietät der Alpe Cadonighino. Die in den östlichen Partien bereits beobachteten verschiedenenfarbigen Lagen von

phlogopit- und grammatitführendem Dolomit treten auch hier wieder auf.

Desgleichen erscheinen sie in gleicher Abfolge auf der Südseite des Passo Campolungo. Die Mineralführung dieser Lagerstätte ist sehr arm. Paragenese: Dolomit, Calcit, Quarz, Graphit, Phlogopit, grauschwarzer Grammatit und Pyrit.

Das bemerkenswerteste dieser Mineralien ist der **grauschwarze Grammatit**. Man erkennt ihn sowohl in Dünnschliffen wie in Sandpräparaten an seiner ausgezeichneten, prismatischen Spaltbarkeit, welche zur Folge hat, dass die Enden der Kristalle ausgefranst oder ausgezackt sind. Diese Fransen werden vielfach durch die zur Spaltbarkeit rechtwinklige Querabsonderung begrenzt. Auch diese Varietät ist sehr stark mit Karbonat, Glimmer und vor allem mit einem schwarzen Pigment (Graphit) angefüllt. Die Auslöschung auf den prismatischen Spaltblättchen schwankt zwischen 12 und 17° für n_{γ}/c . Licht- und Doppelbrechung sind mittelhoch. Auffallend für diese Lagerstätte ist die sehr grosse Menge an schwarzen Graphitkörnchen zwischen und (als Einschlüsse) in den Dolomitkörnern. Sie bedingen die mausgraue Farbe der hier ziemlich mächtigen Lagen dieser Dolomitart.

Tabelle I

Verteilung der für die einzelnen Fundorte typischen Mineralien
Aufgestellt für den Vergleich der verschiedenen Stufen

Mineral	A. Cadoni-ghino	P. Cadoni-ghino N.	P. Cadoni-ghino S.	A. Campolungo	P. Campolungo
Calcit	*	*			
Chrysoberyll		*			
Diaspor		***			
Disthen	**	*			
Dolomit	**				
Fahlerz	*				
Fuchsit		*			
Grammatit	***	**	***	**	***
Korund		***			
Muskowit		*		*	*
Orthoklas	*				
Phlogopit	***		***	*	**
Pyrit	**	**	**	**	**
Quarz	**		**	***	**
Rutil	*		**		
Skapolith	***		*	***	
Talk	**	**	**	*	
Titanit	*		*		
Turmalin grün	***	**	*	***	
Turmalin braun	**				

Mineralbeschreibung

APATIT

Apatit kommt im Campolungo-Dolomit nur in mikroskopischen Dimensionen vor. Wenn auch nicht sehr zahlreich, so scheint Apatit nach den Dünnschliffuntersuchungen doch recht verbreitet zu sein. Neben vereinzelten eigengestaltigen Kriställchen treten häufiger rundliche, unförmige und randlich stark resorbierte Körner auf. Ihre Farbe ist, ohne Pleochroismus, gräulich, zuweilen etwas gesprenkelt; selten sind sie farblos.

CALCIT

Sowohl in mikro- als auch in makroskopischen Dimensionen ist der Calcit im Dolomitlager des Campolungo sehr stark verbreitet. Er findet sich im Dolomit als Gesteinsmineral und in Drusen, deren Wände er häufig, mit Quarz vergesellschaftet, auskleidet. Vielfach bildet er die Unterlage anderer Mineralien, wie z. B. von Turmalin, Korund, Grammatit und anderer mehr.

Der Calcit erscheint in verschiedenen Ausbildungsweisen. Meistens bildet er undeutliche Aggregate in Gängen, kurzen Adern und Zwischenlagen zwischen Grammatit und Dolomit, oder er entwickelt kleine Rhomboeder; sehr selten und nur äußerst unscharf sind skalenoedrische Kristalle. Die Farbe des Minerals variiert von weisslich über graulich weiss bis zu bläulich schimmernd.

Auf die Unterscheidungsmerkmale zwischen Dolomit und Calcit ist bereits im gesteinsbeschreibenden Kapitel eingegangen worden. Kristallographische oder optische Untersuchungen liessen sich wegen der sehr ungünstigen Ausbildung des Minerals nicht vornehmen.

CHRYSOBERYLL

Leider ist es mir nicht gelückt, den Chrysoberyll, dieses für den Campolungo sehr seltene Mineral zu finden, für das ein Vorkommen in Karbonatgesteinen einzigartig ist. Höchst wahrscheinlich entstammt dieses Be-Aluminat der alten, klassischen Mineralfundstelle nördlich vom Passo Cadonighino, wo es gemäss ARTINI's Angaben (Lit. 59) den roten und blauen Korund zum unmittelbaren Begleiter hat. Zur engen Paragenese dürften dann noch grüner Turmalin, Diaspor, Muskowit, der fast nie fehlende Pyrit und Calcit gehören. Es ist kaum anzunehmen, dass der Chrysoberyll trotz seiner Seltenheit, sich am Cadonighinopasse nur ein einziges Mal und bloss in einem einzigen Kristall gebildet hat. Bestimmt finden sich Chrysoberylle unter dem Namen „Turmalin“ vom St. Gotthard in der einen

oder andern älteren Sammlung, und es wäre von Interesse, alle zweideutigen, dunkelgrünen und auffallend kurzprismatischen bis tafeligen Individuen im Dolomit vom Campolungo auf ihre Eigenschaften zu untersuchen; vielleicht würden da und dort erfreuliche Entdeckungen gemacht. Dass man gegenwärtig keine Chrysoberyll mehr findet, ist angesichts der heutigen Armut jener einst unerschöpflich erschienenen Lagerstätte begreiflich.

Zur Zeit befindet sich ein kleiner Chrysoberyll im Museo Civico di Scienze Naturali in Mailand, und nur ARTINI's Gewissenhaftigkeit, die ihn anlässlich einer Neuordnung der vom Fürsten Giberto Borromeo dem Museum geschenkten Mineraliensammlung zu einer genauen Untersuchung veranlasste, verdanken wir unsere Kenntnis von diesem interessanten Vorkommen. Es seien daher nachfolgend ARTINI's Ausführungen in deutscher Übersetzung¹⁾ wiedergegeben:

„In einer der kleinen Stufen richtete sich meine Aufmerksamkeit auf einen dunkelgrünen Kristall, fest auf dem Dolomitgestein aufsitzend und begleitet von kleinen Kristallgruppen des bereits erwähnten Korund mit bläulichem Kern und roter Umsäumungszone. Einige Blättchen von Phlogopit und zahlreiche kleine oberflächlich limonitisierte Pyrite finden sich ebenfalls zerstreut vor. Der grüne Kristall mit einem Durchmesser von ungefähr 4 mm weist scharfe hexagonale Abgrenzung auf, die nur auf der einen Seite unvollständig ist, und zwar dort, wo er mit der kleinen Gruppe der Korundkristalle in Berührung steht. Er zeigt tafeligen Habitus nach der hexagonalen, nach aussen zu schauenden Fläche, welche in jedem Punkte nahezu parallel der Gesteinoberfläche ist. Diese hexagonale Fläche ist glänzend und weist Ritzspuren mit einer gegenseitigen Neigung von 60° auf. Das Ganze erinnert an das Aussehen eines kleinen Alexandrit-Drillings, abgesehen davon, dass dieser eher dünntafelig ist und weniger glänzende Farbe hat.“

Dass es sich um einen Turmalin handle, dessen Ende von einer breiten Basisfläche abgestumpft wäre, wie man sie ja manchmal unter den Mustern vom Campolungo zu sehen bekommt, schien mir im vorliegenden Falle sofort ohne weiteres ausser Betracht zu fallen, einerseits wegen der lebhaften grünen Farbe, anderseits wegen des tafeligen Habitus, welcher trotz der engen Haftung des Kristalles am Gestein ohne weiteres zu erkennen ist.

Goniometrisch betrachtet schien es, als ob ich kein Ergebnis erhoffen durfte. Wohl konnte man am Kristalle einige Flächen einer anscheinend hexagonalen Pyramide beobachten, jedoch sind sie sehr beschränkt und derart zerfressen, dass sie keine brauchbaren Reflexe am Goniometer geben konnten. Ich wollte eine kleine Härteprüfung anstellen; aber im Augenblicke, da ich eine Quarzfläche mit der Spitze des Kristalles ritzen wollte, brach ein Stücklein davon ab. Immerhin war es gross genug, als dass dies kleine Unglück mir das Material für eine sichere Bestimmung liefern konnte.

Das abgefallene Bruchstück, das gegen aussen nur eine einzige Fläche besass, welche ein Teil der obenerwähnten, dem Gestein zugekehrten, grossen

¹⁾ Übersetzung vom Verfasser.

hexagonalen Fläche ist, liess mich drei klare, glänzende Flächen erkennen. Die auf diese Weise ermöglichte goniometrische Untersuchung bestätigte ganz scharf meinen ersten Eindruck, dass es sich um einen Chrysoberyll handle. Von den drei kleinen Flächen gehören zwei zur Form $\langle 111 \rangle$ und die dritte zur Form $\langle 100 \rangle$; letzte ist etwas gerieft nach der vertikalen Achse, und zu beiden Seiten zeigt sie Spuren eines vertikalen Prismas; diese sind jedoch so tief gerillt, dass sie keine Messung gestatteten.

Hier sind die ermittelten Daten im Vergleich mit den aus den Konstanten von MELCZER¹⁾ berechneten:

$$a:b:c = 0,4707:1:0,5823.$$

	Messung	Mittel	Berechnung
(100) · (111)	42° 58'		
	43° 10'	43° 04'	43° 05'
(111) · (111)	40° 09'		40° 13'.

Das Bruchstück ritzt sehr leicht Quarz, deutlich aber nicht leicht Topas. Er sinkt in Rohrbach'scher Lösung von der Dichte $D = 3,5$ sehr rasch nieder.

Das Mineral ist optisch zweiachsig und doppelbrechend. Die Lichtbrechung ist sehr hoch; entsprechend meinen Beobachtungen ist der Brechungsindex grösser als 1,743 des Methylenjodid. Auf der Fläche (100) sieht man im Methylenjodid die stumpfe Bisektrix ausstechen; die optische Achsenebene liegt parallel zur Form $\langle 010 \rangle$, der Pleochroismus ist ziemlich stark und deutlich verschieden im zentralen Kern und in der Oberflächenschicht. Im ersten, was eher an den Alexandrit denken lässt, schwankt die Farbe von grün zu rötlich, während sie in der äusseren Zone zwischen grün und gelblich variiert. Deshalb darf man diesen Kristall nicht zum wahren Alexandrit rechnen, umso weniger als die Farbe des durchscheinenden Bruchstückes von der Kerzenflamme nicht entschieden rot erscheint, wie man es beim Alexandrit beobachtet. Anhand eines kleinen Splitters, den ich von der Spitze des Bruchstückes abtrennte, habe ich feststellen können, dass das Mineral vor dem Lötrohre vollkommen unschmelzbar und von jeglicher Säure, Flüssäure inbegriffen, unangreifbar ist.

Diese Eigenschaften zusammen mit den goniometrischen Untersuchungen scheinen mir die Zuordnung unseres kleinen Kristalls zum Chrysoberyll ausser Zweifel zu stellen.“

Trotzdem ich im Campolungogebiete keinen Chrysoberyll gefunden habe, hielt ich es für unbedingt notwendig und wichtig, obige Mitteilung meiner Arbeit beizufügen; denn nach dem Ergebnis von ARTINI's Untersuchungen hat das Vorkommen dieses Minerals im Dolomit von Campolongo als unbestritten zu gelten.

DIASPOR

a) Vorkommen

Der Diaspor ist dasjenige Mineral vom Campolungo, das die verschiedenartigste Deutung erfahren hat. In den alten Beschreibungen

¹⁾ G. MELCZER, Über einige Mineralien, vorwiegend von Ceylon. Zeitschr. für Krist. XXXIII, 1900, pag. 240.

figuriert er überall unter dem Namen „Farbloser Turmalin“, obwohl er mit der ditrigonalen Tracht desselben nichts gemein hat. C. MARIGNAC (Lit. 18), der nachträglich den Diaspor eindeutig bestimmte, hielt ihn anfänglich für Topas.

Der Diaspor ist neben dem Chrysoberyll eines der seltensten Mineralien im Dolomit des Campolungo. Auch sein Fundort ist die alte, klassische Fundstelle nördlich vom Passo Cadonighino (Abb. 4 und 5). Er befindet sich daselbst einzeln oder in relativ grossen Nestern zu mehreren Dutzend zusammen, in kleine Drusenhohlräume hineinragend, im zuckerkörnigen, weissen bis leicht gelblichen Dolomit, begleitet von rotem und blauem Korund, grünem Turmalin, Pyrit, Calcit und silberweissen Muskowitschüppchen. Bemerkenswert ist das Vorkommen des Diaspor auf dem Korund, besonders auf dessen roter Abart. Schmalstengelige bis blätterig-schuppige Kristalle finden sich mitunter in gesetzmässiger Anordnung, auf den Prismenflächen horizontal, auf den geraden Endflächen entsprechend der trigonalen Streifung unter einem Winkel von 60° sich kreuzend fest aufliegend, ja teilweise in den Korund eingewachsen. Diese Art der Verwachsung ist offenbar durch die Kristallstruktur des Korunds geregelt. Auf den Prismenflächen der Korundkristalle sind zuweilen massive Tafeln unzähliger, blättriger Diaspore giebelartig aufgerichtet. Auf einer andern Stelle umschließen die Diasporblättchen zwischen sich und dem Korund grünen Turmalin. Die Farbe variiert von gräulichweiss über gelblich zu weingelb, selten ist sie blasslila. Auf der Spaltfläche herrscht Perlmuttenglanz, die übrigen Flächen sind lebhaft glasglänzend. Zu Paketen und Schichten vereinigt, scheint Diaspor undurchsichtig oder höchstens durchscheinend zu sein, die einzelnen Individuen sind jedoch wasserklar und nicht selten farblos.

b) Kristallographische Untersuchung

Der Diaspor bildet teils nach der Zone [001] feine langstengelige bis nadelförmige, teils, dank breiter Entwicklung des seitlichen Pinakoids, tafelförmige bis schuppige Kristalle nach $\langle 010 \rangle$. Die gut entwickelte Vertikalprismenzone weist Streifung parallel der Zonenachse auf. Die Spaltbarkeit nach $\langle 010 \rangle$ ist vollkommen und für die oft schuppige Gestalt mancher Kristalle verantwortlich.

Das sonst selten gut kristallisierte Tonerdemineral zeigt auf dieser Lagerstätte einen nicht geringen Formenreichtum. Allerdings erwiesen sich nur wenige Kristalle zu aufschlussgebenden Messungen geeignet, da an den meisten die Endflächen fehlten. Andere

gut entwickelte Exemplare durften nicht von den Stufen getrennt werden, weil man damit sie selbst und die seltenen Stufen gefährdet hätte. Immerhin lieferten fünf vorzüglich kristallisierte Individuen das nötige Material, mit dem sich die fundamentalen Messungen vornehmen und die verschiedenen Formen einwandfrei bestimmen liessen. Als Messinstrument diente ein grosses zweikreisiges Reflexionsgoniometer von V. GOLDSCHMIDT.

Die vornehmlich entweder an den Flächen der Form $\langle 010 \rangle$ oder jenen von $\langle 210 \rangle$ auftretende Streifung äusserte sich in einer schwachen Streuung der Reflexe, ohne jedoch eine wesentliche Einbusse in der Genauigkeit der Flächendiagnose zur Folge zu haben. An den verfügbaren Kristallen konnten folgende Formen festgestellt werden: b $\langle 010 \rangle$, M $\langle 210 \rangle$, K $\langle 230 \rangle$, e $\langle 011 \rangle$, w $\langle 101 \rangle$, p $\langle 111 \rangle$, x $\langle 133 \rangle$ und s $\langle 212 \rangle$.

C. MARIGNAC, dem das Verdienst zukommt, dieses so seltene Mineral im Dolomit vom Campolungo einer genauen Messung unterworfen und eindeutig bestimmt zu haben, hat ausser den Prismen M und K noch das Prisma 1 $\langle 120 \rangle$ beobachtet.

Den grössten Formenreichtum für den Diaspor fand G. VOM RATH (Lit. 25—27). Er erkannte an meist wasserhellenden Kristallen nebst den bereits genannten Formen noch f $\langle 012 \rangle$ und t $\langle 211 \rangle$ und bezog seine Messungen auf KOKSCHAROW's¹⁾ Fundamentalwinkel. G. VOM RATH hat seine Untersuchungen des Diaspor an mehreren Individuen durchgeführt, ob aber die von ihm beobachteten Formen auf verschiedene Kristalle verteilt oder an ein und demselben Individuum vereinigt waren, gibt er nicht an. Auf alle Fälle hat er sämtliche am Diaspor vom Campolungo je nachgewiesenen Formen in seiner Zeichnung auf ein Individuum konzentriert.

Die Kristalle vom Campolungo sind immer einendig.

In Tabelle II sind die Ergebnisse der Messungen für die beobachteten Formenkombinationen mit ihren gemittelten φ - und ϱ -Werten zusammengestellt. Die Kolonnen I, II, III, IV und V beziehen sich auf Diasporkristalle, die von mir selbst untersucht worden sind, während in VI MARIGNAC's und in VII RATH's Messresultate (am einkreisigen Goniometer erhalten), auf φ - und ϱ -Winkel umgerechnet, wiedergegeben werden. Zwecks allgemeineren Verständnisses und Vereinfachung wurden die Formen mit den GOLDSCHMIDT'schen Buchstaben versehen.

Die schief gestellten Zahlen bedeuten die Anzahl der am betreffenden Kristall gemessenen Flächen, aus denen die φ - und ϱ -Mittelwerte für die entsprechende Form gewonnen wurden.

¹⁾ KOKSCHAROW, Mat. Min. Russl. 1858, 3, 169.

T a b e l l e I I Diaspor Formenverteilung

Buchst.	Formen	<>	G e m e s s e n (Mittelwerte)								Berech- net
			I	II	III	IV	V	VI	VII		
b	<010>	φ	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'
		ρ	90 00 2	90 00 2	90 00 2	90 00 2	90 00 2	90 00 2	90 00 2	90 00 2	
l	<120>	φ							28 05	28 05	28 05
		ρ							90 00	90 00	
M	<210>	φ	65 00	64 55	64 55	64 55	65 00	64 53	64 53	64 53	64 53
		ρ	90 00 4	90 00 4	90 00 4	90 00 4	90 00 4	90 00 4	90 00 4	90 00 4	
K	<230>	φ			35 25			35 25	35 25	35 25	35 25
		ρ			90 00 1			90 00	90 00	90 00	
e	<011>	φ		00 03	00 03	00 05		00 00	00 00	00 00	00 00
		ρ		31 08 2	31 08 2	31 07 2		31 07	31 08	31 07	
f	<012>	φ							00 00	00 00	00 00
		ρ							16 48	16 48	
w	<101>	φ	90 01	90 00	90 00						90 00
		ρ	32 46 2	32 47 2	32 47 2						
p	<111>	φ	47 07	46 59	46 59	46 59	47 04	46 51	46 51	46 51	46 51
		ρ	41 27 4	41 27 4	41 27 4	41 20 4	41 27	41 27	41 33	41 27	
x	<133>	φ					18 46		20 33	19 35	19 35
		ρ					32 24		32 40	32 39	
t	<211>	φ							64 41	64 53	64 53
		ρ							54 54	54 54	
s	<212>	φ				64 56		64 53	64 53	64 53	64 53
		ρ				35 30 4		35 26	35 26	35 26	

Über die einzelnen Formen, über ihre Ausbildung und Häufigkeit des Auftretens orientieren noch folgende Bemerkungen.

Das seitliche Pinakoid b <010> fehlt nie. In allen Fällen ist es eine der herrschenden Formen und spielt eine wichtige habitusbestimmende Rolle, indem es dem Diaspor bei schmaler und nach der c-Achse gestreckter Entwicklung einen stengeligen, bei breiter und kurzer Ausbildung einen tafeligen bis schuppigen Habitus verleiht. Wie schon erwähnt, ist die Spaltbarkeit nach b vollkommen, sodass häufig seitlich abgeblätterte Diaspore derart monosymmetrisch ausgebildet sind, dass f und p sich nur auf einer Seite der Makrodiagonale vorfinden. Nicht selten zeigen die Flächen dieses Pinakoids eine feine vertikale Streifung und feinen Perlmutterglanz, der wahrscheinlich auf die Spaltbarkeit zurückzuführen ist.

Von den Prismenformen kommen nicht mehr alle Formen in allen Kombinationen vor.

M <210> ist der Häufigkeit des Auftretens nach eine der bedeutendsten Formen und ist wie b immer anwesend. Seine Flächen sind fast an allen

Diasporakristalle dieser Lokalität mittelgross, selten sehr schmal, in habitueller Hinsicht treten sie stark zurück. Seltener ist das schmale Prisma K<230>, das sowohl von MARIGNAC als auch von RATH bestimmt wurde. I<120> scheint nur ein einziges Mal unter all den bekannten Campolungo-Diasporen, und zwar an dem von MARIGNAC untersuchten Exemplar, beobachtet worden zu sein. Ein noch stärkerer Wechsel in der Kombination der verhältnismässig zahlreichen Formen herrscht unter den Endflächen vor: Kaum ein Kopf gleicht dem andern. Die Flächen sind meist sehr klein bis klein, selten mittelgross. Häufig sind aber die Enden verstümmelt oder abgebrochen. p<111> stellt sich in allen Formenverbänden ein. Es ist länglich und schmal und eine der besten entwickelten Endformen. Weniger häufig ist s<212>, eine Form, die sich etwas breiter und länger ausdehnt als p, dieser aber an Qualität der Ausbildung nicht nachsteht. Sie wird hin und wieder durch die für den Diaspor dieses Fundorts neu entdeckte Form w<101> ersetzt. Diese Form bildet grosse breite Flächen mit glatter Oberflächenbeschaffenheit und entspricht durchaus dem säuligen Habitus des Diaspors. w wurde nur dreimal wahrgenommen in Verbindung mit den Formen b, M, p; b, M, p, e und b, M, K, p, e. Diese drei Kombinationen sind in Tafel I durch die Figuren A, B und C dargestellt.

Die übrigen Endformen t<211>, f<012>, x<133> und e<011>, von denen die letzte die häufigste ist, sind sehr untergeordnet und selten. Sie sind ausserordentlich schmal und infolge verschwommener Reflexe schwierig zu erfassen. t, f und x wurden erstmals von G. vom RATH bestimmt. Er schreibt darüber:

„Unter den von mir beobachteten Formen ist für den Diaspor neu das Oktaeder t, dessen Flächen zwar matt, doch durch Kantenparallelismus zu bestimmen waren. t ist nämlich wie s gerade aufgesetzt auf M. Ferner wurde bei der unsymmetrischen Ausbildung des Kristalls die Kante s/t¹ sichtbar, und diese ist parallel der Kante t¹/k¹; daraus ergibt sich obige Bestimmung des Oktaeders. Auch das Oktaeder x ist für die Kristalle dieses Fundorts neu, doch wurde es von KOKSCHAROW am Diaspor von Kossoibrod im Ural bereits gefunden, und in seinen Figuren gleichfalls mit x bezeichnet.“

Das Vorkommen von t und f kann hier leider nicht aus eigenen Messungen bestätigt werden, hingegen wurde an einem der vorliegenden Diaspore eine Fläche der Form x festgestellt (siehe Tabelle II, Kolonne V).

Eine übersichtliche und zusammenfassende Darstellung aller am Diaspor aus dem Dolomit vom Campolungo vorkommenden Formen, Zonen und deren Verbände bietet nachfolgende winkeltreue Dreiecksprojektion Fig. 1. Sie wurde nach R. L. PARKER (Lit. 75 u. 78) ausgeführt¹⁾.

¹⁾ Die Konstruktion der winkeltreuen Dreiecksprojektion kann auf folgende Weise veranschaulicht werden: Man denkt sich den zu projizierenden Kristall konzentrisch in ein reguläres Oktaeder gestellt. Die Durchstosspunkte, die von den Flächennormalen auf den Oktaederflächen erzeugt werden, bilden die Projektionspole der betr. Flächen in winkeltreuer Darstellung. Zur gewöhnlichen Darstellung genügt die Verwendung eines Oktanten, und man erhält die winkeltreue Projektion im gleichseitigen Dreieck. Wünscht man jedoch eine Übersicht über die gesamte Formenentwicklung eines Kristalls, so werden ein-

Die habituelle Wichtigkeit der einzelnen Formen ist durch verschiedene kräftige Punkte hervorgehoben.

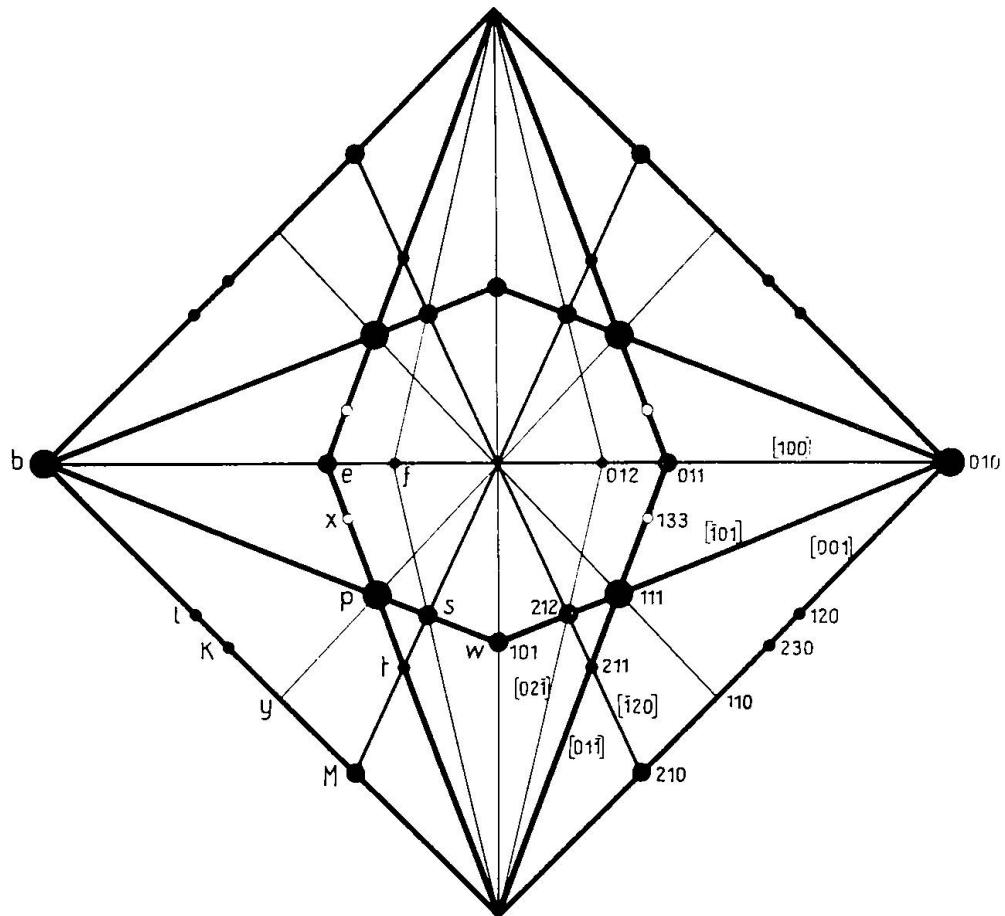


Fig. 1: Diaspor, winkeltreue Dreiecksprojektion

Das Achsenverhältnis wurde berechnet aus den Formen $\langle 111 \rangle$ und $\langle 112 \rangle$ und beträgt:

$$a:b:c = 0,9376:1:0,604$$

$$p_0 = 0,6448; q_0 = 0,604$$

Zeichnen des Diaspors

Da MARIGNAC's Zeichnung sehr zu wünschen übrig lässt und bei der geringen Verbreitung des Diaspors nur wenig Zeichnungen bestehen, die den verschiedenen Formenkombinationen gerecht werden, scheint es nicht überflüssig, neue Zeichnungen dieses ausgezeichneten Diasporvorkommens mitzuteilen, wobei besonders dem Wechsel der Formenverbände Rechnung getragen werden soll. Die hierzu erforderlichen Kantenazimute wurden nach den Angaben von fach vier Dreiecke (ähnlich wie bei den Kopfbildern) hochgeklappt (vergl. obenstehende Projektion).

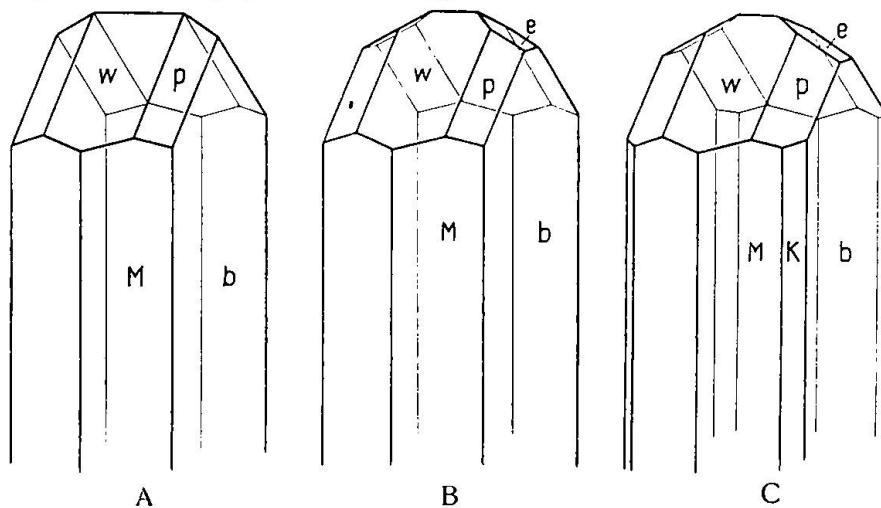
R. L. PARKER (Lit. 66) berechnet und sind in Tabelle II zusammengestellt. Diese Aufstellung unter dem Winkel $\omega = 18^\circ 26'$ ist für rhombische Kristalle nicht neu, aber es kann nicht schaden, sie späteren Diasporzeichnern zur Verfügung zu stellen.

Mittels dieser Azimute wird ermöglicht, übersichtliche und naturgetreue Diasporfiguren herzustellen, wie die Fig. 2A—H sie wiedergeben.

T a b e l l e III
K a n t e n a z i m u t e (N o r m a l s t e l l u n g). K o o r d i n a t e n

	X	Y
	Winkel + 18° 26'	
a	— 16,80	— 5,63
b	+ 54,00	— 2,00
c	0	+ 34,42

	u v w	ū v w	u v̄ w	u v w̄
001	00° 00'			
010	— 87 45			
011	+ 59 10	+ 59° 10'	— 56° 00'	— 56° 00'
021	+ 74 15	+ 74 15	— 70 25	— 70 25
100	+ 71 30			
101	— 30 20	+ 22 45		+ 22 45
102	— 14 50			+ 12 45
110	— 78 16			
111	+ 54 10	+ 61 40	— 66 10	— 41 20
120	— 83 55	+ 89 15		— 83 55
121	+ 74 45	+ 75 15	— 75 35	— 67 00
122	+ 56 50	+ 60 40	— 61 45	— 48 10
211	+ 44 00	+ 36 35	— 69 50	— 23 05
301	— 70 50	+ 44 30		
321	+ 77 20	+ 73 25	— 82 15	— 50 30
324	+ 27 00	+ 50 15	— 51 40	— 19 55
345		+ 55 50	— 58 35	— 39 55
387	+ 61 10		— 63 30	— 52 00



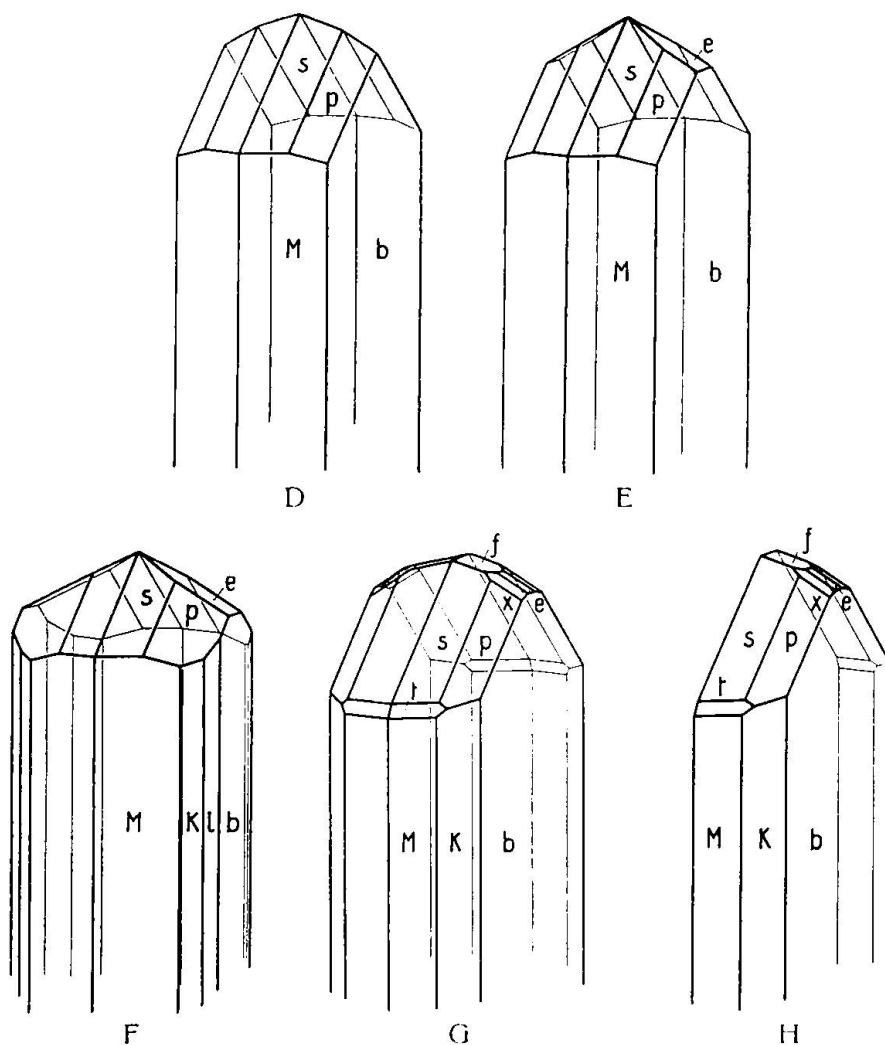


Fig. 2: Habitusbilder des Diaspor vom Campolungo

b $\langle 010 \rangle$, l $\langle 120 \rangle$, M $\langle 210 \rangle$, K $\langle 230 \rangle$, e $\langle 011 \rangle$, f $\langle 012 \rangle$, w $\langle 101 \rangle$, p $\langle 111 \rangle$, x $\langle 133 \rangle$, t $\langle 211 \rangle$, s $\langle 212 \rangle$. Die gut gewachsenen Diaspore vom Campolungo mit entwickelten Endflächen weisen in allen von mir beobachteten Fällen den hier abgebildeten stengeligen Habitus auf. A, B und C zeigen die für das Campolungo-Vorkommen neue Form w $\langle 101 \rangle$ in natürlichem Größenverhältnis zusammen mit den drei verschiedenen, bereits oben erwähnten Kombinationen. D und E sind zwei weitere einfache Formenverbände, die sich an diesen Exemplaren konstatieren liessen. F gibt in veränderter Aufstellung den von MARGNAC untersuchten Diaspor wieder, während G vom RATH's Kristall mit vollständiger Formenentwicklung darstellt. H ist ein Beispiel für die oft vorkommende monosymmetrische Ausbildung, die sich aus der vortrefflichen Spaltbarkeit nach $\langle 010 \rangle$ leicht erklären lässt.

c) Optische Untersuchung

Die ausserordentlich wasserhelle Klarheit der vorliegenden Diaspormineralien gab Veranlassung, Dispersionsbestimmungen

nach der Methode der minimalen Ablenkung mit Hilfe eines Monochromators durchzuführen.

Als Wellenlängen wurden diejenigen der FRAUNHOFER'schen Linien a 719, B 687, C 656, D 589, E 527, F 486 und G 431 ausgewählt. Die Messgenauigkeit der Apparatur wurde an Quarz von Carrara und Quarz vom Campolungo geprüft. (Näheres hierüber steht unter „Quarz“, Seite 401.) Der mittlere Messfehler erwies sich als derart minim, dass er bei der Berechnung vernachlässigt werden durfte.

Um eine von der Beschaffenheit der Diaspore abhängige Erweiterung der Fehler möglichst zu vermeiden, wurde ein unter dem Mikroskop als absolut glasklar befundener Kristall mit spiegelglatter Prismenoberfläche gewählt. Nachfolgend sind die aus zehn Ablesungen (deren gegenseitige Schwankungen $\pm 0,0006$ nicht überstiegen) erhaltenen Mittelwerte der Lichtbrechung wiedergegeben:

Linie	λ in $\mu\mu$	n_a	n_β	$n_\beta - n_a$
a	719	1,6980	1,7171	0,0190
B	687	1,6990	1,7188	0,0198
C	656	1,6999	1,7197	0,0198
D	589	1,7020	1,7221	0,0201
E	527	1,7047	1,7253	0,0206
F	486	1,7072	1,7286	0,0214
G	431	1,7129	1,7359	0,0230

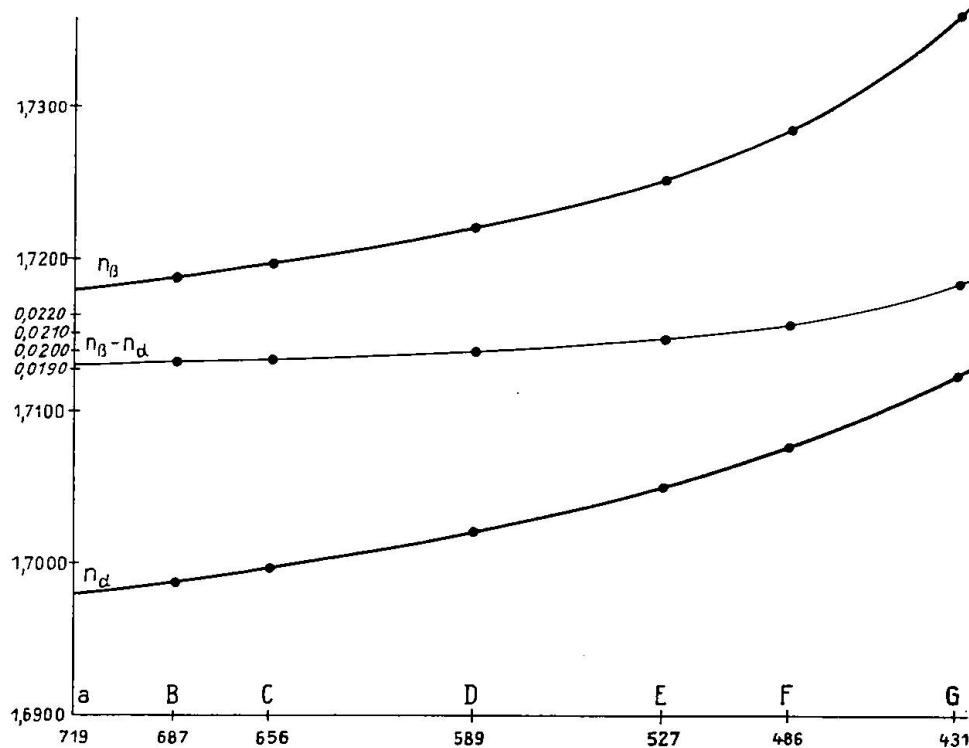


Fig. 3: Diaspor, Dispersion der Lichtbrechung

Wegen der sehr schmalen prismatischen Ausbildung des vorliegenden Diaspors war es nicht möglich, auf gleiche Weise n_γ zu bestimmen. Aus demselben Grunde konnte auch der Achsenwinkel V nicht gemessen werden. Die aus obigen Dispersionswerten sich ergebenden Kurven sind in Fig. 3 zusammengestellt.

Das Verhältnis $n_\beta : n_\alpha$ und damit auch $n_\beta - n_\alpha$ wächst mit abnehmender Wellenlänge. Folglich ist die Dispersion für n_β grösser als für n_α . Wahrscheinlich werden zu n_γ gleiche Verhältnisse vorliegen. Die Bestimmung der Brechungsexponenten für Natronlicht = D (589) nach der Immersionsmethode zeigt mit obigen Angaben sehr gute Übereinstimmung:

Linie	λ in $\mu\mu$	n_α	n_β	n_γ
D	589	1,702	1,722	1,750

Die Diaspore vom Campolungo sind sehr schwach pleochroitisch: farblos zu rötlich; optisch zweiachsig positiv.

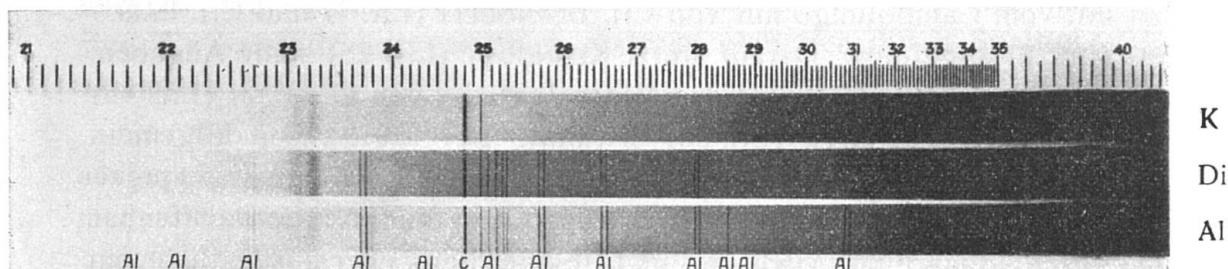


Fig. 4: Diaspor, spektrographische Aufnahme

Über weitere Eigenschaften des Diaspors dieses Vorkommens berichtet C. MARIGNAC:

„Vor dem Lötrohr im Kolben erhitzt, zerspringt der Diaspor und blättert parallel der Spaltrichtung auf, wird weiss und verliert Wasser. Darauf ist er vor dem Lötrohre ganz unschmelzbar. In Phosphorsalz endlich löst er sich auf, ohne einen Rückstand zu hinterlassen. Er ritzt leicht Glas, aber nicht Quarz, d. h. seine Härte liegt zwischen 6 und 7.“

d) Chemische Untersuchung

Die Ergebnisse der optischen Untersuchung, die, verglichen mit den Brechungsquotienten für die D-Linie von Diasporen anderer Fundorte, den tiefstgelegenen Daten entsprechen, riefen die Vermutung wach, dass der behandelte Diaspor vom Campolungo chemisch sehr rein sei. Da die zu einer einwandfreien, quantitativen chemischen Analyse nötige Substanzmenge mangelte, wurde mit einem Hilger'schen Spektrograph, Mod. E, eine vergleichende Spek-

tralanalyse ausgeführt. Das hierzu verwendete Material war ein sehr feines Pulver glasklarer Diaspore von gleicher Qualität, wie der zur Dispersionsbestimmung gelangte Kristall. Fig. 4 zeigt die photographische Wiedergabe dieser Analyse.

K = Spektrum reiner Kohle
 Di = „ des Diaspors
 Al = „ reiner Tonerde.

Man erkennt daraus, dass im Diaspor-Spektrum nur die Al-Linien zu beobachten sind. Irgendwelche „Fremdelemente“ konnten unter den vorhandenen Aufnahmebedingungen nicht nachgewiesen werden. Dass trotzdem solche möglich sind, macht die gelegentliche schwache Gelblich-Blasslilafärbung wahrscheinlich.

DISTHEN

a) Vorkommen

In den ältesten Beschreibungen wird der Disthen aus dem Dolomit vom Campolungo nur von CH. BERNOULLI (Lit. 7) und CH. LARDY (Lit. 8) angeführt. Darauf stützt KENNGOTT (Lit. 28) seine Angaben. Erst in neuerer Zeit wird das Mineral wieder von O. MANN (Lit. 45) und F. MÜHLETHALER (Lit. 60) erwähnt. Der Erste nennt allgemein den Campolungo als Fundstelle, während der Zweitgenannte präzisiert: „Alpe Catonegin südlich vom Campolungo“, was offenbar Alpe Cadonighino bedeuten soll (die allerdings eher nordöstlich vom Pizzo Campolungo liegt). O. MANN und vornehmlich F. MÜHLETHALER geben den Fundort genauer an.

Der Disthen findet sich im weissen, grauen und gelblichen zuckerkörnigen Dolomit auf der Südseite des Weges von der Alpe Cadonighino bis hinauf zum gleichnamigen Pass. Selten trifft man ihn auch nördlich vom Passeinschnitt in der Korundfundstelle. In Gemeinschaft mit ihm kommen fast alle Mineralien dieser Lokalität vor: Calcit, körnige und traubige Massen von Quarz, braunblonde Phlogopittafeln, limonitisierte Pyrite zu kleinen Nestern angereichert, grüner Turmalin, gelblicher, unfrischer Skapolith, weisse und grüne Grammatitsäulen, etwas silberweisser Muskowit und roter Korund.

Der Disthen ist meist von schön blauer bis himmelblauer Farbe und einem weichen, glasartigen Glanz; grünliche Varietäten sind recht selten. Die Farbverteilung ist vielfach an ein und demselben Kristall keine gleichmässige. In hellen bis weissen Partien finden sich wolkige, blaue Stellen verteilt. Häufig ist der Kern blau, während gegen den Rand des Kristalls diese Farbe auffallend verblasst. Wie sich an Dünnschliffen unter dem Mikroskop zeigte, ist der Farbwechsel

durch kleinste Karbonateinschlüsse und schmale Fäden von feinen, länglichen Flüssigkeitslibellen bedingt. Der Disthen dieses Vorkommens ist fast nie oder höchstens an den Kanten durchsichtig, meistenteils durchscheinend bis trüb und undurchsichtig. Die Disthenkristalle, die oft beträchtliche Größen von mehreren Zentimeter Ausdehnung erlangen können, sind bald einzeln unregelmässig im Dolomitgestein zerstreut oder zu strahligen Aggregaten angeordnet.

b) Kristallographische Untersuchung

Der Habitus ist ausgesprochen tafelig nach $\langle 100 \rangle$. Genaue kristallographische Bestimmungen konnten an den Disthenen dieser Lokalität nicht vorgenommen werden; denn in fast allen Fällen sind die Flächen stark gekrümmmt, wellig verbogen oder geknickt. Immerhin konnten an einigen relativ gut ausgebildeten Kristallen folgende Formen beobachtet werden: m $\langle 100 \rangle$ ist vorherrschende, oft einzig erkennbare Wachstumsform und als solche immer sehr breit entwickelt. Sie bestimmt die flachtafelige Tracht. In ihrer Richtung sind die Kristalle ausgezeichnet spaltbar. Auf den durch Spaltung erzeugten Flächen zeigt sich bisweilen Perlmutterglanz.

t $\langle 010 \rangle$ ist bedeutend schmäler und seltener. Manchmal ist eine ausgeprägte Streifung parallel den Kombinationskanten wahrzunehmen, meist zeigt sie aber einen unklaren, zerfressenen Aspekt.

Die Basis o $\langle 001 \rangle$ ist in vielen Fällen überhaupt nicht mit Sicherheit festzustellen, da die Individuen an den Enden vielfach zerbrochen und verstümmelt sind, oder sich in allen möglichen Richtungen mehr oder weniger strahlig aneinander geschart haben. Gelingt es einmal, die Basis zu erkennen, so ist sie zerfressen, oder weist eine feine Riefung auf, die den Flächen von $\langle 100 \rangle$ parallel verläuft und wahrscheinlich auf eine polysynthetische Verzwillingung zurückzuführen ist.

Einfache Zwillinge nach $\langle 100 \rangle$ und solche nach [001] mit der Zwillingsebene $\langle 100 \rangle$ können beobachtet werden. Sie scheinen selten zu sein.

c) Optische Untersuchung

Die Bestimmung der Lichtbrechung erfolgte nach der Immersionsmethode und ergab für Na-Licht folgende Werte:

Disthen	Linie	λ in $\mu\mu$	n_a	n_β	n_γ	A
hellblau	D	589	1,7171	1,722	1,7290	0,0119

Die im Dünnschliff noch blau gefärbten Mineralien sind deutlich

pleochroitisch: n_{γ} = blau, n_{β} = hellblau. An farblosen Individuen wurde diese Eigenschaft nicht beobachtet.

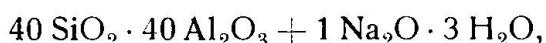
d) Chemische Untersuchung

Anlässlich einer Reihe von Alkaligehaltbestimmungen an den drei Modifikationen der Substanz $\text{SiO}_5 \cdot \text{Al}_2$ hat Prof. J. JAKOB in freundlichem Entgegenkommen die Analyse eines Campolungo-Disthens ausgeführt (Lit. 82). Die Analyse war schon wegen des Vorkommens und des äussern Aussehens des Minerals, das sich von Disthenen anderer Fundorte doch wesentlich unterscheidet, von gewissem Interesse. Wie sich dann aus der Analyse erwies, zeigte dieser Disthen indessen nichts Aussergewöhnliches. Seine blasse Farbe und das trübe Innere der Kristalle dürften demnach einzig von den Einlagerungen herrühren. Für die Analyse wurden mehrere Kristalle verwendet, und zwar wurden sie gemeinsam pulverisiert, gemischt und von den verunreinigenden Karbonateinschlüssen gereinigt.

	Gewichtsprozente	Molekularwerte
SiO_2	37,21	61,95
Al_2O_3	60,80	59,64
Fe_2O_3	0,33	0,21
Na_2O	0,78	1,26
K_2O	0,32	0,34
+ H_2O	0,83	4,61
- H_2O	0,08	
	100,35	
<u>Dichte D = 3,527</u>		

Diese Analyse bestätigte den vermuteten Alkaligehalt in Disthenen. Er beträgt beim vorliegenden Disthen 1,10 %.

Aus den molekularen Werten obiger Analyse liesse sich folgende „Formel“ für den Campolungo-Disthen aufstellen:



wobei Fe_2O_3 zur Tonerde gerechnet wurde. Der Disthen vom Campolungo besitzt eines der kleinsten spezifischen Gewichte und zeigt zugleich einen Kieselsäureüberschuss über die Tonerde. Näheres über die genannten Analysen, ihre Methodik und Ergebnisse siehe unter Lit. 82.

DOLOMIT

a) Vorkommen

Im weissen bis mirabellgelben feinkörnigen Dolomit der Alpe Cadonighino kommen einzeln oder gruppenweise farblose bis weiss-

liche, durchsichtige bis halbdurchscheinende, nahezu idiomorphe Kristalle von Dolomit vor. Sie finden sich entweder im Muttergestein eingewachsen oder in drusigen Hohlräumen. Meist sind sie von beträchtlicher Grösse (Durchmesser von einigen Millimeter bis zu mehreren Zentimeter schwankend). Die Kristalle pflegen selten ringsum gut ausgebildet zu sein; die entwickelten Partien sind jedoch scharf umgrenzt und bilden grosse und schöne Flächen. Letztere besitzen in den meisten Fällen sehr glatte Oberflächen mit glas- oder perlmutterartigem Glanz; manchmal sind sie durch Verwitterung rauh und matt, oder sie zeigen eine feine Streifung. An den Dolomitkristallen fallen vor allem das vielfach sehr gross entwickelte Basispinakoid und das Hauptrhomboeder auf. Etwas weniger häufig sind die Formen der steileren positiven und negativen Rhomboeder, und mitunter treten noch ein Prisma und ein Rhomboeder III. Stellung hinzu.

Bis vor wenigen Jahren sind diese grossen Dolomitkristalle noch recht zahlreich gefunden worden. Heute sind sie ziemlich selten. Man findet meist nurmehr Kristalle kleinerer Dimensionen.

Tabelle IV. Dolomit-Formenverteilung

Buchst.	Form	$\frac{q}{\varphi}$	G e m e s s e n (Mittelwerte)								Berechnet
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
0	(0001)	$\frac{q}{\varphi}$	— 2	00°00' 2	00°01' 2	— 2	00°00' 2	00°00' 2	00°00' 2	00°00' 2	00°00'
b	(12̄20)	$\frac{q}{\varphi}$				60 00 90 00 3	60 00 90 00 2	60 00 90 00 2	60 00 90 00 2	60 00 90 00 11	60 00 90 00
p	(10̄11)	$\frac{q}{\varphi}$	90 00 43 50 6	90 00 43 51 6	89 59 43 52 6	90 00 43 51 8	90 00 43 50 6	90 00 43 51 5	90 00 43 50 6	90 00 43 51 12	90 00 43 51
m*	(40̄41)	$\frac{q}{\varphi}$		90 00 75 30 6	90 04 75 30 5	90 00 75 25 3	90 00 75 24 5	90 00 75 26 4	90 00 75 25 10	90 00 75 24 11	90 00 75 25
φ*	(02̄21)	$\frac{q}{\varphi}$	30 01 62 28 6		30 00 62 32 5	30 00 62 30 4	30 00 62 30 5	30 00 62 31 5	30 00 62 31 6	30 00 62 30 10	30 00 62 30
π*	(08̄81)	$\frac{q}{\varphi}$			30 00 82 35 3	30 00 82 35 2	30 00 82 34 4	30 00 82 34 5	30 00 82 35 10	30 00 82 35	30 00 82 35
η*	(04̄45)	$\frac{q}{\varphi}$		30 00 37 38 2	30 00 37 33 3			30 00 37 34 4	30 00 37 33 3	30 00 37 33	30 00 37 33
q:	(42̄61)	$\frac{q}{\varphi}$					11 00 78 55 1		10 55 78 48 2	10 53 78 52	

b) Kristallographische Untersuchung

Die Einzelkristalle zeigen in allen Fällen einen ausgesprochen rhomboedrischen Habitus, währenddem die Zwillings- und Drillingsindividuen eine dicktafelige Ausbildung mit sehr grosser Basis und relativ schmalen Einheitsrhomboedern vorzuziehen scheinen (vergl. Fig. 6).

Trotz der vielfach nur einseitigen Ausbildung der Kristalle und der sehr grossen Entwicklung der Flächen gelang eine genaue Bestimmung der Formen mit dem Zweikreisgoniometer. Die Reflexsignale zeichneten sich im allgemeinen ausserordentlich scharf ab und lieferten für die einzelnen Formen ganz geringe Streuungen. Ziemlich schwierig zu erfassen waren die Flächen der im einspringenden Winkel der Drillinge sich befindenden mikroskopisch feinen Lamellen, da der reflektierte Lichtstrahl kaum ins Gesichtsfeld gebracht werden konnte. Man musste sich bisweilen mit der Ermittlung derartiger Flächen aus dem simultanen Aufleuchten mit andern bereits bekannten Formen und mit einer Bestimmung durch die Stereolupe begnügen.

In Tabelle IV sind sämtliche am Dolomit des Campolungo gemessenen Formen zusammengestellt und je nach ihren Verbänden an den einzelnen Individuen in Kolonnen gereiht. Die an den Zwillingen wiederholt auftretenden gleichen Formen sind pro Kristall nur einmal mit ihren gemittelten Winkelwerten wiedergegeben.

Da bisher noch nie Dolomitkristalle vom Campolungo-Vorkommen gemessen wurden, soll nachfolgend eine Beschreibung der einzelnen Formen beigefügt werden.

Die Basis $\text{o} \langle 0001 \rangle$ kommt beinahe an allen Kristallen vor. An kleinen Einzelindividuen steht sie in habitueller Hinsicht erst an zweiter Stelle. Sie ist dann klein bis mittelgross, vielfach spiegelglatt und stets triangulär begrenzt. Bei den Zwillingen und Drillingen, bei denen sie auch als Zwillings- und Verwachsungsebene eine Rolle spielt, gehört sie zu den herrschenden Formen. Sie ist dann im höchsten Grade habitusbestimmend und bedingt, durch ihre grosse Ausdehnung und die drei- oder sechseckige Umgrenzung, die für diesen Fundort so charakteristische dicktafelige Gestalt. Die Basis ist bald spiegelglatt mit sehr starkem Glasglanz, bald matt und mit schwächerem Glanz, in einigen Fällen uneben, zerfressen. Meistens sind die Reflexe sehr scharf, sodass die Kristalle gut nach der Basis justiert werden können. Streifung wurde nie wahrgenommen.

Die Rhomboeder. Aus der grossen Zahl der wichtigen Rhomboeder anderer Fundorte herrscht an den Dolomiten des Campolungo nur eine kleine Auswahl vor. Es sind dies die positiven und negativen Rhomboeder I. Stellung und ein positives Rhomboeder III. Stellung. Die Bestimmung der Lage positiver und negativer Rhomboeder ergibt sich aus der Richtung der Spaltbarkeit, die an den vorliegenden Kristallen parallel zum Rhomboeder $\text{p} \langle 10\bar{1}1 \rangle$ verläuft.

Positive Rhomboeder:

$p \langle 10\bar{1}1 \rangle$
 $m \langle 50\bar{4}1 \rangle$
 $q: \langle 42\bar{6}1 \rangle$

Negative Rhomboeder:

$\varphi \langle 02\bar{2}1 \rangle$
 $\eta \langle 04\bar{4}5 \rangle$
 $\pi \langle 08\bar{8}1 \rangle$

Ausser dem steilen Rhomboeder π sind somit nur die wichtigsten Wachstumsformen vorhanden, unter denen übrigens bloss p , m und φ praktische Bedeutung erlangen. Diese drei Formen stehen dafür aber neben der Basis an erster Stelle. Es ist denkbar, dass sich die Zahl der untergeordneten Formen bei einer systematischen Untersuchung an Hand eines viel reichhaltigeren Untersuchungsmaterials noch vermehrt, ohne dass aber dadurch das morphologische Bild eine wesentliche Veränderung erfahren dürfte. Interessant ist, dass die zu den wichtigsten Rhomboedern $\langle 10\bar{1}1 \rangle$, $\langle 40\bar{4}1 \rangle$, $\langle 02\bar{2}1 \rangle$ korrelaten Rhomboeder $\langle 01\bar{1}1 \rangle$, $\langle 04\bar{4}1 \rangle$ und $\langle 20\bar{2}1 \rangle$ selten fehlen, jedoch nur eine untergeordnete Bedeutung haben.

Das Hauptrhomboeder $p \langle 10\bar{1}1 \rangle$ fehlte an keinem der gemessenen Kristalle und gehört somit zum elementaren Bestand jeder Kombination. Bei den Einzelkristallen ist p die vorherrschende, oft einzige wahrnehmbare Form (vergl. Fig. 6, Spaltrhomboeder) und in jedem Falle habitusbestimmend. Die Basis wird dann stark zurückgedrängt. Beinahe umgekehrt verhält es sich bei den Zwillingsbildung, wo das Einheitsrhomboeder (obwohl nie fehlend) gegenüber der Basis an zweite Stelle versetzt wird. Oft steht p mit dem negativen Rhomboeder φ in Konkurrenz. Es sind dann entweder p und φ gleich gross entwickelt, oder der Kristall ist derart verzerrt, dass die Flächen am einen Ende sehr gross entwickelt sind, während dieselben Flächen am andern Ende als schmale Facetten auftreten.

Die für Dolomit typische horizontale, rechts gebogene, links geknickte Streifung auf dem Einheitsrhomboeder, welche den rhomboedrisch paramorphen Charakter kennzeichnet, wurde an Campolungo-Kristallen nie beobachtet. p ist fast immer die glänzendste Fläche des ganzen Kristalles. Nicht selten und besonders bei grosser Ausbildung ist sie zwar etwas matt oder nach der Spaltrichtung hin gestreift. Sie gibt aber meistens sehr gute Reflexe.

Das negative Rhomboeder $\varphi \langle 02\bar{2}1 \rangle$ steht nach Häufigkeit und seiner Bedeutung für den Habitus an dritter Stelle. Die Flächen der Form φ scheinen sich leichter zu ätzen als die übrigen Flächen. Sie sind mehrfach rauh und blind, auch wenn die andern Flächen glänzen.

$m \langle 40\bar{4}1 \rangle$ ist die nächstwichtigste Form. Sie kommt an allen Kristallen mit mehr als drei Formen vor, bei solchen mit bloss zwei Formen ist sie selten. Gegenüber andern Fundorten ist sie hier eine singuläre Form mit scharfer Abgrenzung gegen die sie umgebenden Flächen hin. Sehr oft ist sie gut zu messen. In einzelnen Fällen ist m relativ gross und gibt tadellose Reflexe, sodass die Form noch als mittelgrosse Fläche gelten kann, wenn man die Hauptflächen als gross bezeichnet. Sie kommt am selben Individuum fast immer in gleicher Grösse und Qualität auch in ihrer inversen Lage vor.

$\pi \langle 08\bar{8}1 \rangle$ ist in der Art seiner Ausbildung ebenfalls sehr charakteristisch und habituell sehr untergeordnet. π bildet nur sehr schmale Flächen. Die Oberflächenbeschaffenheit ist grösstenteils recht gut und liefert brauchbare Reflexe.

$\eta \langle 04\bar{4}5 \rangle$ ist das seltenste Rhomboeder am Dolomit vom Campolungo. Es kann nur an den dicktafeligen Zwillingskristallen festgestellt werden. Seine

geometrische Gestalt hängt im besonderen von der Grösse der geraden Endfläche ab und ist entweder dreieckig oder eine schmale Facette. Die Flächen sind bald glatt und glänzend, bald uneben und matt. Die Güte der Reflexe ist infolgedessen sehr verschieden.

Von den möglichen Prismenformen konnte nur b $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ beobachtet werden. b ist nie herrschend, sehr selten mittelgross, und in fast allen Fällen klein bis sehr klein, meistens spiegelglatt mit lebhaftem Glasglanz und tadellosen

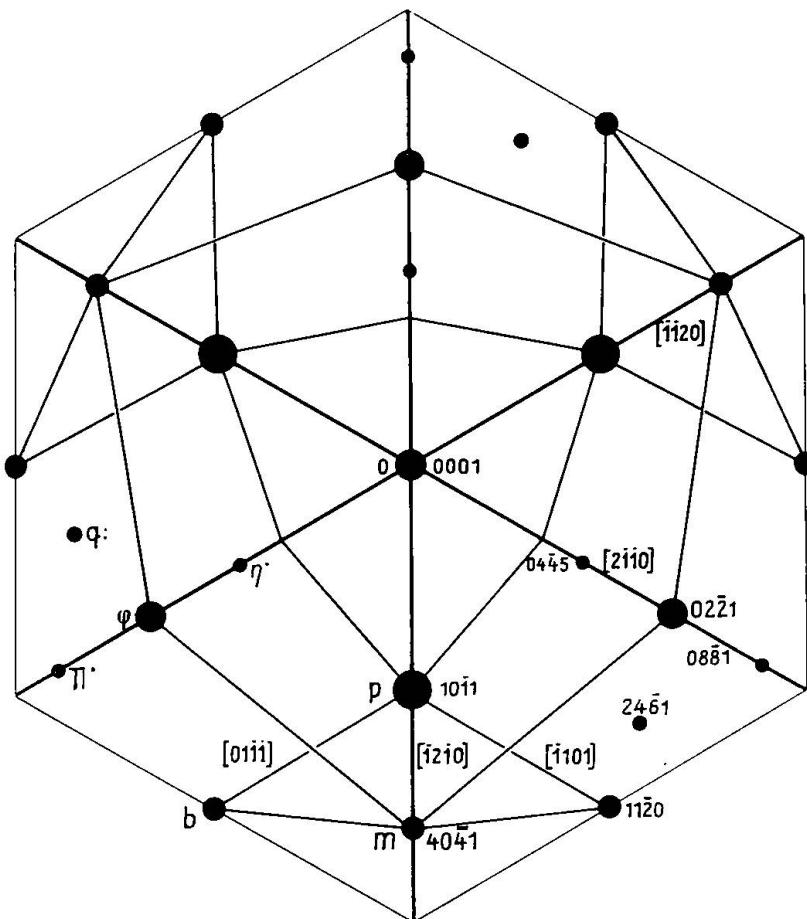
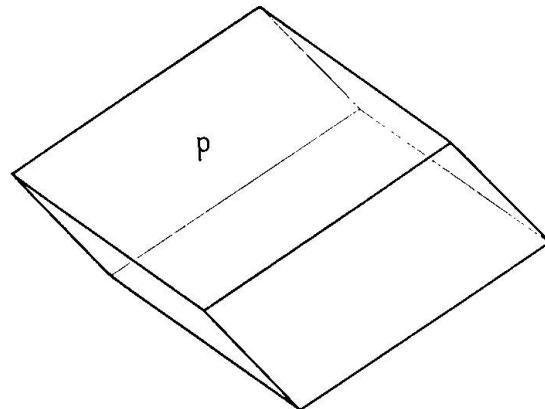


Fig. 5: Winkeltreue Dreiecksprojektion mit allen am Dolomit vom Campolungo beobachteten Formen und den wichtigsten Zonen. Wie bereits oben erläutert worden war, ist dies die günstigste gnomonische Projektion für rhomboedrische Kristalle, indem sämtliche Formen winkeltreu in ihrer Ver teilung und vollständigen Anordnung wiedergegeben werden können.

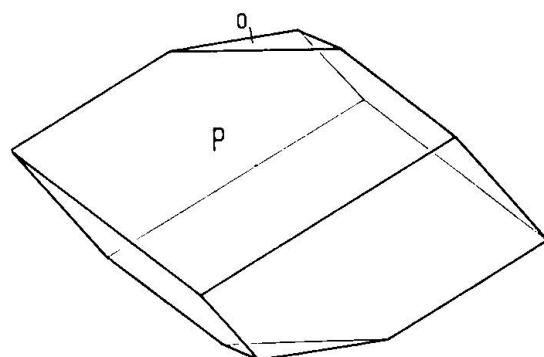
Reflexen. Auch scheint dieses Prisma keine Kombinationsgruppe zu bevorzugen; das Prisma b ist indes eher zu den seltenen Formen zu zählen.

Die seltenste Form am Dolomit dieser Lagerstätte ist q: $\langle 42\bar{6}1 \rangle$; weder in kombinatorischer noch in habitueller Hinsicht wichtig, ausserordentlich schmal, die Reflexe verschwommen; die Genauigkeit der Messung ist infolgedessen nicht gross. q: scheint von einem bestimmten Kombinations- und Habitustyp abhängig zu sein. Erstens wurde diese Form nur an den tafeligen Zwillingen wahrgenommen, und zweitens war sie immer in Vergesellschaftung mit dem Prisma b und dem negativen Rhomboeder φ , deren gemeinsame Kante sic

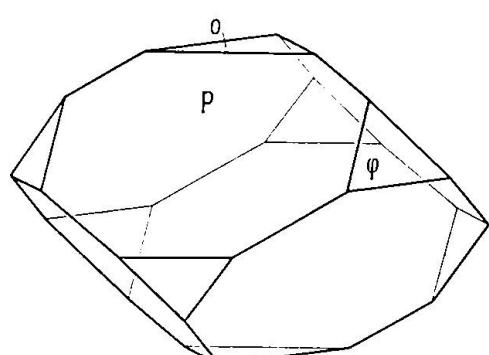
abflachte. q: ist also nur in formenreichen Verbänden vorhanden und scheint Habitustypen vorzuziehen, bei denen die Basis relativ grosse Ausmasse erlangt.



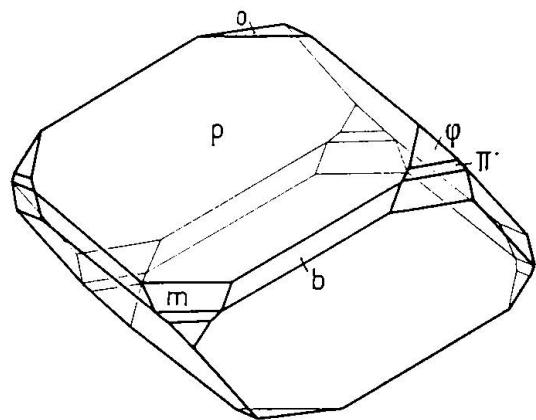
A



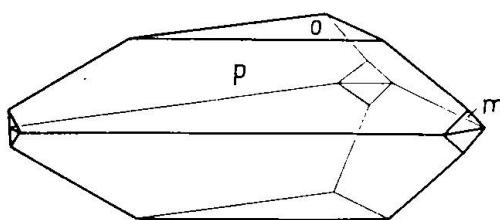
B



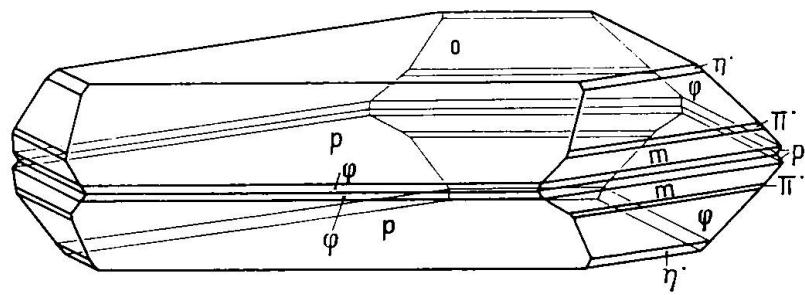
C



D



E



F

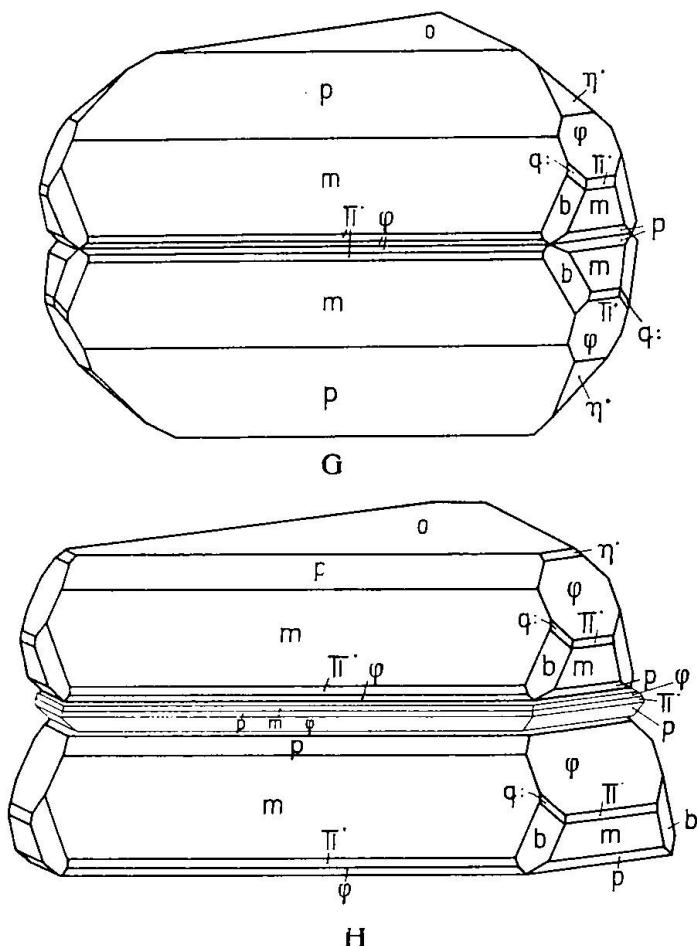


Fig. 6: Habitusbilder des Dolomit

$\text{o} \langle 0001 \rangle$, $\text{p} \langle 10\bar{1}1 \rangle$, $\text{m} \langle 40\bar{4}1 \rangle$, $\varphi \langle 02\bar{2}1 \rangle$, $\pi \langle 08\bar{8}1 \rangle$, $\eta \langle 04\bar{4}5 \rangle$, $\text{b} \langle 11\bar{2}0 \rangle$, $\text{q} \langle 42\bar{6}1 \rangle$. A ist das einfache Spaltrhomboeder. B: Abstumpfung der oberen und unteren Ecke durch die Basis. C: Abflachung der seitlichen Ecken durch das negative Rhomboeder φ . D: Formenreichste Kombination an einem Einzelkristall. A, B, C und D zeigen deutlich den rhomboedrischen Habitus der Einzelkristalle und die dem Dolomit zukommenden paramorph hemiedrische Symmetrie. E: einfacher Zwilling. Die negativen Rhomboeder sind ausgeblieben und so konnten sich drei einspringende und drei ausspringende Winkel bilden. F stellt ein komplexeres Zwillingssgebilde dar. Die Basis ist herrschende und wichtigste Wachstumsform und als solche für den tafeligen Habitus verantwortlich. Sie hat sich sogar derart ausgedehnt, dass die Form η auf eine schmale Fläche zurückgedrängt wurde. Da auch die korrelaten Flächen der Rhomboeder auftreten, weist der Zwilling sechs einspringende Winkel auf. G zeigt einen Zwilling mit vollständiger Formenentwicklung. p und m bilden sehr grosse Flächen. Die Basis hingegen ist klein und triangulär. Die Form η konnte sich voll entwickeln. Selbstredend ist es selten, dass derart vollendete Zwillinge vorkommen. Aber das Beispiel soll die Anordnung aller am Campolungo-Dolomit festgestellten Formen bei möglichst ebenmässiger Ausbildung mit Rücksicht auf den für diesen Fundort charakteristischen Habitus zeigen (es wurde ein solcher Zwilling gemessen). H veranschaulicht einen „Drilling“

mit eingelagerter Lamelle. Die beiden grossen Kristalle liegen parallel zueinander. Sie besitzen den typischen, dicktafeligen Habitus mit vollständiger Formenausbildung. An F, G und H erkennt man die sehr schmale Entwicklung der Flächen an den einander zugekehrten Seiten der Zwillingskristalle. Die Erscheinung ist für dieses Vorkommen typisch.

D i e Z w i l l i n g s b i l d u n g . Einzelkristalle mit rhomboedrischem Habitus sind recht selten und meistens nur wenige Millimeter gross. Viel allgemeiner sind grosse bis sehr grosse Kristalle, die aber immer nach der Basis einmal oder wiederholt verzwillingt sind. Die beiden Individuen haben dann die gerade Endfläche und die c-Achse miteinander gemeinsam — eine im allgemeinen seltene Zwillingsbildung für Dolomit. Die gegenseitige Lage der Zwillinge ist so, dass stets gleiche Formen spiegelbildlich zueinander liegen. Bei vollständiger Formenentwicklung ergeben sich somit sechs einspringende Winkel. Je nach der Lage der Zwillingsebene variiert die Zahl der einspringenden Winkel. Sie kann 6, 3 aber auch 0 betragen (vergl. Fig. 6). Zwischen zwei genau parallel liegende, scheinbar direkt untereinander verwachsene, grosse Kristalle ist oft ein mikroskopisch feines Dolomitblättchen eingelagert, dessen Formen gegenüber denjenigen an den grossen Individuen entgegengesetzt angeordnet sind und zu einem sehr einfachen Verband zusammentreten. Wie die Zwillinge, so sind auch die Individuen der „Drillinge“ dicktafelig nach der Basis, die zugleich als Zwillings- und Verwachsungsebene fungiert.

Es konnten nur die wichtigsten Wachstumsformen: die Basis, die beiden positiven und das bedeutendste negative Rhomboeder gemessen werden. Ein derartiger „Drilling“ wird durch Fig. 6 H dargestellt. Alles weitere über Verteilung, Anordnung und Aussehen der einzelnen Formen und Flächen ist aus der Dreiecksprojektion und den in Fig. 6 wiedergegebenen Bildern zu ersehen.

Verschiedene schweizerische Mineralvorkommen haben gute Dolomitkristallfunde geliefert. Es soll deshalb ein Vergleich zwischen den wichtigsten Fundstellen gezogen werden. Ausser am Campolungo sind idiomorphe Dolomitkristalle im Baltschiedertal und am Lengenbach bei Imfeld im Binnental (beide im Kanton Wallis) und auf Scaleglia bei Disentis (Kanton Graubünden) gefunden worden. Die wichtigste Lokalität ist die am Lengenbach, die von H. BADER (Lit. 73) eingehend untersucht wurde. Die Dolomitkristalle fallen gegenüber denen vom Campolungo durch die sehr grosse Zahl bekannt gewordener Formen und durch das Auftreten von Zwillingen nach $\langle 10\bar{1}0 \rangle$ und $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ auf. Letztere Verwachsungen fehlen den Campolungo-Dolomiten vollständig. Aber auch die Zahl der per-

sistenten Formen ist an jenen Dolomitkristallen grösser. BADER nennt $\langle 0001 \rangle$, $\langle 10\bar{1}1 \rangle$, $\langle 2\bar{2}01 \rangle$, $\langle 4\bar{4}05 \rangle$, $\langle 40\bar{4}1 \rangle$ und $\langle 11\bar{2}0 \rangle$, von denen am Campolungo-Dolomit nur $\langle 0001 \rangle$ und $\langle 10\bar{1}1 \rangle$ immer vorkommen. Der von F. BECKE beschriebene Dolomit von Scaleglia zeigt vornehmlich rhomboedrischen Habitus und einen ähnlichen Formenreichtum, wie derjenige von Campolungo. Gemeinsame Formen sind jedoch nur $\langle 0001 \rangle$ und $\langle 10\bar{1}1 \rangle$. Überdies liessen sich am Dolomit von Scaleglia noch die Formen $\langle 21\bar{3}1 \rangle$, $\langle 5\bar{1}\bar{4}3 \rangle$, $\langle 16 \cdot \bar{1}\bar{2} \cdot \bar{4} \cdot 1 \rangle$ und $\langle 12 \cdot \bar{4} \cdot \bar{8} \cdot 1 \rangle$ erkennen. Zwillingsbildung ist selten und zwar nach $\langle 11\bar{2}0 \rangle$.

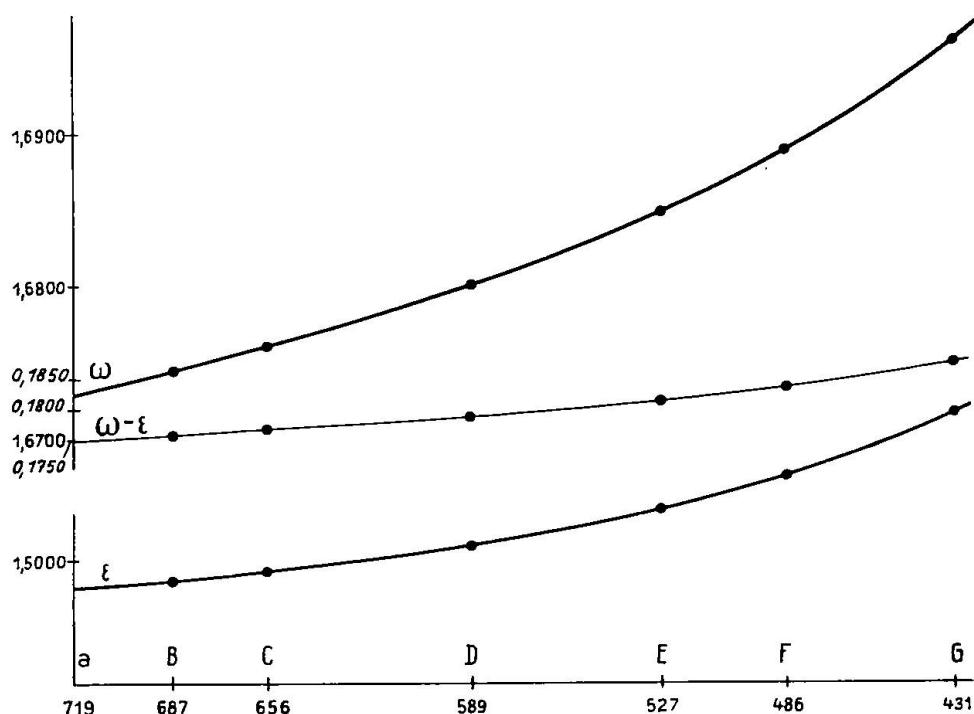


Fig. 7: Dolomit, Dispersion der Lichtbrechung

Am Campolungo ist die Zwillingsbildung sehr häufig und zwar, wie wir gesehen haben, immer nach $\langle 0001 \rangle$. Diese für den Dolomit sehr seltene Art der Zwillingsbildung ist in der Schweiz meines Wissens bislang nur am Campolungo beobachtet worden. Ähnliche Vorkommen sind bekannt von Saint Pandelon in den Pyrenäen (A. LACROIX, Min. de France, III, 637) und in Keragda auf Madagaskar (A. LACROIX, Min. de France, V, 18).

c) Brechungsexponenten

Von Kristallen des Campolungo-Dolomites wurden bis jetzt noch keine optische Bestimmungen ausgeführt. Ein durchsichtiges, sehr klares Exemplar wurde zum Prisma geschliffen (Kristall C von

Fig. 6). Die Messung erfolgte nach der Methode minimaler Ablenkung, und als Lichtquelle wurde der bereits beschriebene Monochromator verwendet. Nachstehende Zusammenstellung orientiert über die Dispersion des Dolomits für die früher definierten Linien des sichtbaren Spektrums:

Linie	λ in $\mu\mu$	ω	ε	$\omega - \varepsilon$
a	719	1,67301	1,49845	0,17456
B	687	1,67460	1,49893	0,17567
C	656	1,67610	1,49950	0,17660
D	589	1,68005	1,50125	0,17880
E	527	1,68491	1,50356	0,18135
F	486	1,68901	1,50550	0,18351
G	431	1,69700	1,50962	0,18738

Aus obiger Tabelle ergibt sich folgende graphische Darstellung des Verlaufes des Brechungsexponenten (Fig. 7):

Die Doppelbrechung $\omega - \varepsilon$ und damit das Verhältnis $\omega : \varepsilon$ wächst mit abnehmender Wellenlänge. Folglich ist die Dispersion, wie auch im allgemeinen zu erwarten, für ω grösser als für ε . Im Vergleich mit Calcit besitzt der Dolomit grössere Brechungsexponenten und eine grössere Doppelbrechung. Die Kurven verlaufen aber bei beiden Mineralien in ähnlicher Weise.

K. EISENHUT hat von einer grossen Zahl von ihm selbst analysierter Dolomite die Brechungsexponenten bestimmt und nach steigendem Eisengehalt angeordnet.

Brechungs-Indizes		FeO-Gehalt
ω	ε	
1,6830	1,5034	1,19
1,6847	1,5047	1,74
1,6883	1,5070	2,04
1,6864	1,5053	2,69
1,6983	1,5133	6,68

Aus dieser Zusammenstellung sieht man, dass die Brechungsquotienten mit abnehmendem Eisengehalt kleiner werden. Da obige Daten, neben denen des Binnentaler Dolomits, die niedrigsten sind, die je gemessen wurden, so darf angenommen werden, dass der Fe-Gehalt der Dolomitfundstelle vom Campolungo ein sehr geringer ist.

d) Chemische Untersuchung

In einem der früheren Abschnitte wurden einige von mir ausgeführte Analysen verschiedener Dolomitgesteinsarten angegeben. Prof. Dr. JAKOB hat mir nun überdies noch einen Dolomitkristall analysiert und folgende chemische Zusammensetzung gefunden:

CaO	31,55	55,85	}	108,20
MgO	21,11	52,35		
CO ₂	47,60	108,18		
	100,26			

Spezifisches Gewicht = 2,869.

Die rechts neben den analytischen Daten stehenden Zahlen sind die entsprechenden molekularen Werte.

Bemerkenswert ist das erwartete, praktisch vollständige Fehlen von Fe.

FAHLERZ

Die obersten Partien der bekannten Eintiefung im Dolomitfelsen der Alpe Cadonighino führen stellenweise knollige Ausbildungen von Fahlerz. Kristallographisch entwickelte Einzelindividuen sind nicht zu erkennen. Das Fahlerz befindet sich in Umwandlung nach etwas Azurit und sehr viel Malachit. Eine von R. L. PARKER ausgeführte Mikroanalyse zeigte, dass es sich bei diesem Erz um ein Antimonreiches Arsen-Cu-Fahlerz handelt.

Im Unterschied zu andern Vorkommnissen ist bemerkenswert, dass das Fahlerz dieser Lagerstätte nicht in Klüften, sondern im Dolomitgestein entstanden ist. Möglicherweise haben Lösungen, die im lockeren Dolomit zirkulierten, Hohlräume gebildet und in diesen Fahlerz ausgeschieden.

FLUORIT

Fluorit ist im Dolomit des Campolungogebietes ein sehr seltenes Mineral. Es wird heute kaum mehr in makroskopischer Ausbildung angetroffen. Der Verfasser selbst hat den Fluorit nur in mikroskopisch kleinen Kristallen in Dünnschliffen der Alpe Cadonighino festgestellt. Es handelt sich hier um xenomorphe, farblose Körner inmitten eines schmalen, den Dolomit durchziehenden Calcitbandes. Man beobachtet deutliche Spaltrisse nach <111> und zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse nebst einigen spärlichen festen Einlagerungen. Die Lichtbrechung liegt tiefer als die von Canadabalsam; ferner ist das Mineral streng isotrop. In der engen Paragenese befinden sich Calcit, Quarz und Pyrit.

In ältern Sammlungen findet sich gelegentlich Fluorit verschiedener Farbe auf verschiedenen Stufen. Wie aus der Paragenese und dem Aspekt des Muttergesteins zu schliessen ist, stammen alle diese Stufen aus dem weissen und grauen zuckerkörnigen bis kompakten Dolomit der Alpe Cadonighino.

Hellgrüne Kriställchen, deren Farbe mitunter ins Hellblaue spielt, entstanden in den Grammatitknollen, die mit grünlichem Talk

zusammen in dieser Lokalität häufig vorkommen. Ausser kleinen Karbonatkörnchen sollen sich darin noch Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglichen, nicht resorbierbaren Libellen vorfinden.

Farbloser Flusspat sitzt dem Quarz schmaler Gänge im grauen Dolomit auf.

Sehr schöne, tiefblauviolette Fluoritkristalle bildeten sich am Rande von Gängen und feinen Spalten in weissem Dolomit, begleitet von Calcit, Quarz und Pyrit. Eine solche Stufe birgt die Sammlung F. MÜHLETHALER und die Campolungo-Sammlung des Naturhistorischen Museums in Bern. Die Kristalle sind nur wenige Millimeter gross und zeigen als Hauptform den Würfel $\langle 100 \rangle$, dessen Ecken ab und zu vom Oktaeder $\langle 111 \rangle$ abgestumpft werden.

FUCHSIT

Dieser smaragdgrüne sogenannte Chromglimmer darf wohl den Anspruch erheben, das seltenste Mineral im Dolomit des Campolungo zu sein. In Gesellschaft von feinen, silberweissen Muskowitschüppchen, etwas Calcit und braunem Pyrit fand sich ein kleines schuppiges Blättchen von dunkel- bis smaragdgrünem Fuchsit, dem gelblichen Dolomit der Korundfundstelle aufliegend. Es scheint besonders erwähnenswert, dass in nächster Umgebung roter Korund auftrat. Der Dolomit nördlich vom Passo Cadonighino muss demnach Chrom führen; denn sowohl der rote Korund (wie wir noch sehen werden) als auch der Fuchsit enthaltenen Chrom, ja verdanken diesem Element z. T. ihre Farbe. Es war das einzige Mal, dass an dieser Stelle Fuchsit angetroffen worden ist.

Später begegnete mir in der Sammlung F. MÜHLETHALER ein etwas grösseres Glimmerblättchen von derselben Farbe und demselben schimmernden, seidigen Glanz. Es soll angeblich ebenfalls von derselben Fundstelle stammen.

Das Vorkommen dieses Glimmers, in dem Cr_2O_3 einige Prozent von Al_2O_3 ersetzt, ist leicht verständlich, wenn man bedenkt, dass in unmittelbarster Nähe ein typisches schwach Cr-haltiges Mineral, der rote Korund, entstanden ist. So gut wie der Korund konnte ja auch der Glimmer, der sich nur in diesem Teile des Campolungo-Dolomits findet, etwas Cr_2O_3 aufnehmen.

GRAMMATIT

a) Vorkommen

Das erste, wenn auch anfänglich unter falscher Fundortsbezeichnung, in die Literatur über den Campolungo eingegangene Mineral

ist der weitverbreitete Grammatit oder Tremolit (wie er früher genannt worden war). Es wurde bereits eingangs im „Historischen Überblick“ erwähnt, dass die erste Beschreibung des Grammatits von H. B. DE SAUSSURE stammt, und dass er fünf verschiedene Ausbildungsweisen unterschied. Diese Einteilung wurde von vielen späteren Autoren übernommen. Es scheint jedoch zweckmässiger, die Grammatite nach den drei Farbvarietäten zu gruppieren und diesen die mannigfachen Vorkommensarten unterzuordnen.

Allgemein ist über den Grammatit folgendes zu sagen. Gewisse lockere oder schiefrige, weisse oder graue Lagen des Campolungo-Dolomits (vergl. Tafel 4, Profil 1, 2, 3 und 4 und Tafel 2, Abb. 1, Tafel 3, Abb. 1) führen grosse Mengen von Grammatitkristallen, deren Ausbildungsweise und Farbe nach der Art des Muttergesteins verschieden sind. Auch die Art der Lagerung dieses Minerals ist eine recht mannigfaltige, indem sich breite und langstengelige Individuen in die Richtung der Gesteinsschieferung legen oder regel- und richtungslos im Dolomit zerstreut, manchmal sogar senkrecht zur Schieferung vorkommen. In wieder andern Fällen bilden die Grammatite dichte Knollen und radialstrahlige Partien, die das Gestein vollständig durchdringen. Etwas seltener bedecken sie als dünner, kaum in die Tiefe dringender Belag die Oberfläche des Dolomitgesteins als seine Kluftabsonderungen. Die Mineralien dieser verschiedenen Lagerungsweisen sind auch in kristallographischer Gestalt, Ausbildung und Farbe voneinander merklich verschieden.

Weisser Grammatit. Die häufigste Erscheinung dieser Varietät sind breite, leistenförmige Kristalle von weisser bis gräulichweisser Farbe. Sie erreichen oft beträchtliche Dimensionen bis zu 10 cm Länge und 2 cm Breite. Auf den Prismen- und Pinakoidflächen, die selten glatt, eher rauh und tief gerieft sind, herrscht glasiger Glanz. Diese Kristalle können auch wasserklar und durchsichtig sein.

Stellenweise kommen sie einzeln mehr oder weniger dicht verteilt vor, andernorts bilden sie in wirrem Durcheinander mehrere Zentimeter dicke Lagen, wobei die Grammatitleisten meist eine Unmenge feiner Risse zeigen und verbogen oder geknickt sind. Gegen das Dolomitgestein hin werden solche Lagen durch eine dünne Schicht unregelmässig körniger oder rhomboedrisch kristallisierter Calcitkristalle abgegrenzt. Diese Bildungen werden im weissen zuckerkörnigen, lockeren und kompakten Dolomitmarmor zwischen der Alpe Cadonighino und der Alpe Campolungo sehr zahlreich angetroffen.

Sehr häufig kommen ferner büschel-, bündelförmige und pfpfenartige Aggregate vor. Die Kristalle dieser Ausbildungen sind schmal und sehr langstengelig bis nadelig entwickelt; 20 cm lange Individuen bedeuten keine Seltenheit. Die kristallographische Begrenzung ist jedoch sehr undeutlich; mitunter sind die Stengel so dicht ineinander geschachtelt, dass man sie nicht mehr einzeln voneinander unterscheiden kann. Ihre Farbe ist schneeweiss bis lichtgrau, der Glanz glasig, bei faseriger Ausbildung seidenartig.

Die Grammatitpfropfen scheinen keine Richtung zu bevorzugen, sie liegen vielmehr kreuz und quer auf- und ineinander und durchdringen das Gestein derart, dass dieses oft nur aus jenen zu bestehen scheint. In grösseren Tiefen zeigt sich etwa eine undeutliche, weiche Ausbildung der Kristalle mit Pseudomorphosen von silberweissem Talk. Die Büschel und Garben sind manchmal um einen Punkt geschart, der selten in der Mitte, oft sehr exzentrisch liegt. An den breiten Enden dieser Aggregate stehen Anhäufungen von bläulich schimmernden Calcitrhomboedern an. Das stete Auftreten von Calcit zwischen Grammatit und Dolomit hängt mit der Entstehungsart zusammen. Es soll darauf noch besonders eingegangen werden. Die Fundstellen dieser Ausbildungsart beschränken sich namentlich auf die weissen Dolomitmarmore an der Südflanke des Passo Cadonighino.

An der Nordseite dieses Passes zieht sich gegen die Alp Campolungo hinunter ein etwa 50 cm breites Band von schneeweissem, zuckerkörnigem Dolomit, der oberflächlich ganz von einem dünnen, ebenso weissen Grammatitbelag bedeckt ist (vergl. Tafel 8, Abb. 1). Die mehrere Zentimeter langen, äusserst feinfaserigen Kristalle liegen nahezu parallel der Gesteinsoberfläche und dringen nur wenig in die Tiefe. Die Bildung kann sich aber als dünne Zwischenlage unabhängig vom äusseren Belag im Dolomit beliebig oft wiederholen. Auch bei diesen mehr nach einer Ebene entwickelten Bündeln gruppieren sich die feinen Grammatitfasern mehr oder weniger regelmässig um einen exzentrischen Punkt. Zufolge der faserigen Ausbildung besitzen sie einen schönen seidenartigen Glanz. An den freien Enden sind ebenfalls Calcitkristalle angehäuft. Ausser am genannten Ort werden derartige Beläge noch an einigen unbedeutenderen Stellen in der Alpe Cadonighino angetroffen.

Eine höchst interessante Ausbildungsart zeigen die radialstrahligen bis sternförmigen Aggregate der Alpe Campolungo. Man findet sie in sehr ebener Entwicklung im Felskopf gegenüber der Sennhütte dieser Alp oder aber in kugeligen, schönen Sonnen in einer

weissen Dolomitbank zwischen oben erwähntem Felskopf und dem Passo Cadonighino, etwa 10 Meter über dem Alpboden (vergl. Tafel 3, Abb. 2). Letztere Fundstelle ist nur eng umgrenzt: Die Grammatitsonnen treten in einer wenige Meter langen und ungefähr 30 cm breiten und 50 cm tiefen Schicht zu Tage, in der sie aber derart dicht angehäuft sind, dass sie den Dolomit fast vollständig verdrängen. Der Durchmesser dieser Aggregate kann 1 bis 6 cm betragen. Sie bestehen aus äusserst feinfaserigen Kristallen von blendend weisser Farbe und einem schönen seidigen Glanz. An den freien Enden fühlen sie sich weich und filzig an. Kristallflächen lassen sich an diesen Fasern selbstredend nicht mehr wahrnehmen. Wie sich aus Magnesiaproben und Lichtbrechungsbestimmungen ergab, bestehen die grossenteils zentrisch gelegenen Mittelpunkte aus Calcit. In ihrer nächsten Umgebung befinden sich stets Calcitkörner, bisweilen sind auch kleinste Pyritkristalle eingelagert.

Die Grammatitkristalle dieser Ausbildungen sind meist frisch und von schönem Aussehen. Es kommen aber daneben auch andere graue bis grauschwarze Stengel und undeutliche knollige Partien vor. Die kristallographische Gestalt ist sehr unklar, Flächen oder Kanten sind keine zu erkennen und der lebhafte Glanz ist verschwunden. Die Härte ist stets geringer als bei den unversehrten Kristallen, und bei der schwächsten mechanischen Beanspruchung zerfallen sie in Fasern und Schuppen. Diese Grammatite sind in deutlicher Umwandlung nach Talk begriffen.

Grüner Grammatit. Viel seltener als der weisse oder auch der grauschwarze Grammatit ist die hellgrüne Varietät. Die Ausbildungsweise entspricht den erstgenannten unter den weissen Abarten. Bemerkenswert ist, dass die grünen Grammatite stets kurzprismatisch entwickelt sind. Sie werden höchstens 3 cm lang, meistens sind sie aber erheblich kürzer. Man findet sie hauptsächlich im weissen bis gelblichen lockern zuckerkörnigen Dolomit der Alpe Cadonighino. Dort wurden sie auch von früheren Sammlern angetroffen. Ausserdem kommt diese Varietät aber noch in einem kleinen Dolomitfenster der Alpe Campolungo ziemlich zahlreich und mit intensiv grasgrüner Farbe vor. Ihre Gestalt ist für diese Fundstelle ausgesprochen kurzprismatisch. Im übrigen unterscheiden sich die grünen Grammatite der verschiedenen Lokalitäten nicht wesentlich voneinander. Die Färbung ist indessen an ein und demselben Kristall nicht gleichmässig, manche Individuen sind in der Mitte kräftig grün gefärbt, nach den Enden hin jedoch verblassen sie und verlieren schliesslich die Farbe ganz. Diese Erscheinung kann sowohl auf einer primär ungleichen

Verteilung der färbenden Substanz, wahrscheinlich Fe⁺⁺⁺, als auch auf einer stärkern Anhäufung von Karbonateinschlüssen vom Wirtsgestein her beruhen. Die Lagerung der Kristalle ist sehr unregelmässig, selten passen sie sich mit ihrer Längsrichtung der Schieferung an. Auch ihre Verteilung im Gestein ist regellos. In wenigen Fällen treten grüne Grammatite zu wirren Knäueln und Gruppen zusammen.

Die Flächen sind stark gerieft oder sogar treppenartig; glatte Oberflächen werden selten beobachtet. Der Glanz ist glasig, vielfach aber matt.

Grasgrüner Grammatit ist für den Dolomit vom Campolungo charakteristisch.

Ausser Korund, Diaspor und Orthoklas beteiligen sich an der Paragenese der beiden oben behandelten Grammatitvarietäten sämtliche aus dem Dolomit des Campolungo bekannten Mineralien. Der grüne Grammatit scheint besonders den grünen Turmalin zu bevorzugen; beide kommen in der Alp Cadonighino am häufigsten miteinander vor. In allen übrigen Fundstellen des grünen Turmalin fehlt der grüne Grammatit jedoch vollständig.

Eine weitere in grosser Menge vertretene Abart ist grau-schwarzer Grammatit. Die Fundstellen des grauen bis grauschwarzen Grammatits lassen sich schon durch ihre Farbe aus grosser Ferne erkennen. Es sind dies die grauen Schichten von kompaktem Dolomit in der Alpe Cadonighino und am gleichnamigen Passe und die ebenso gefärbten, aber viel lockereren Lagen der grossen Falte am Passo Campolungo. Ihre graue Farbe verdanken das Mineral und das Gestein den zahlreich eingelagerten Graphitschüppchen, die sich nur unter dem Mikroskop nachweisen lassen. Diese Varietät weist neben kurzprismatischen schmalstengeligen Ausbildungen beträchtliche Dimensionen auf. 20 cm lange und 5 cm breite Kristalle sind recht zahlreich. Sie sind in allen möglichen Grössen sehr dicht und denkbar unregelmässig im grauen Gestein verteilt und bilden in vielen Fällen wirre Knäuel und Anhäufungen durcheinanderstehender, aber leicht voneinander trennbarer Individuen. Die kristallographisch recht scharf umgrenzten Kristalle sind häufig schilfartig verflacht, geknickt und zerbrochen. Die Flächen zeigen starke Riefung parallel der c-Achse und schwach glasigen bis matten Glanz. An der sehr armen Paragenese nehmen nur Calcit, grauverfärbter Phlogopit und brauner Pyrit teil.

Im untern Teile der von der Alpe Campolungo westwärts gegen La Meda hinaufsteigenden Dolomitwälle finden sich zahlreiche

braune Grammatite auf der Oberfläche des Gesteins. Die der Unterlage zugekehrte Seite dieser Kristalle und auch die tiefer im Dolomit liegenden Individuen besitzen rein weisse Farbe. Es scheint sich hier nicht um eine charakteristische, dem Mineral zukommende Farbe, sondern eher um eine oberflächliche Verwitterungsverfärbung zu handeln.

b) Kristallographische Untersuchung

Der Habitus der Campolongo-Grammatite ist sehr mannigfaltig. Man kann leistenförmige, schilfartig verflachte, säulige, kurzprismatische, nadelige und faserige, nach der c-Achse gestreckte Gestalt, sehr häufig auch nach der b-Achse breitstengelige Ausbildungen unterscheiden. Wie wir oben gesehen haben, kommen verschiedenem Habitus auch verschiedene Arten des Auftretens zu.

Goniometrische Messungen lassen sich an den Grammatiten nicht anstellen; dank der ansehnlichen Ausmasse dieses Minerals konnten trotzdem einwandfrei folgende Formen wahrgenommen werden:

Das Prisma $m\langle 110 \rangle$ ist an allen Kristallen in mehr oder weniger breiter Ausbildung vorhanden. Es ist ausgezeichnete und oft einzige erkennbare Wachstumsform und in allen Fällen habitusbestimmend.

Das seitliche Pinakoid $b\langle 010 \rangle$ entwickelt nur sehr schmale, meist glatte, aber blinde Flächen. Es gehört mit $\langle 110 \rangle$ zu den wichtigsten Wachstumsformen, ist aber viel seltener als dieses und in jeder Beziehung untergeordnet. Die Kombination von $\langle 110 \rangle$ und $\langle 010 \rangle$ erzeugt typisch sechsseitigen Stengelquerschnitt.

Die gerade Endfläche $o\langle 001 \rangle$ kann nur sehr selten beobachtet werden, weil die Enden fast immer zerquetscht, abgebrochen oder gar nicht ausgebildet sind.

Andere Endformen konnten nicht festgestellt werden.

c) Optische Untersuchung

Die Vermutung, dass die drei Farbvarietäten der Campolongo-Grammatite verschiedene Lichtbrechung aufweisen werden, hat sich bewahrheitet. Die Bestimmung geschah nach der Immersionsmethode; das Ergebnis ist nachfolgend wiedergegeben:

Grammatit	Linie	λ in $\mu\mu$	n_a	n_b	n_c	A
weisser	D	589	1,6042	1,6082	1,6199	0,0157
grüner	D	589	1,6052	1,6093	1,6211	0,0159
grauschwarzer	D	589	1,6094	1,6134	1,6253	0,0159

Die Doppelbrechung ist mittelgross und scheint an der Schwankung der Lichtbrechung nicht teilzunehmen. Das Mineral ist deutlich zwei-

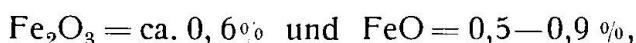
achsigt negativ und besitzt sehr grossen Achsenwinkel. Die Achsen-dispersion ist $\varrho > \nu$. Auf den Querschnitten zeigen sich besonders deutlich die Spaltrisse nach $\langle 110 \rangle$.

d) Chemische Untersuchung

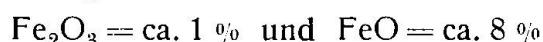
Ein weisser, breitstengeliger Grammatit aus der Alpe Cadonighino wurde von J. JAKOB (Lit. 77) analysiert.

SiO_2	56,35
TiO_2	0,00
Al_2O_3	0,00
Fe_2O_3	0,00
FeO	0,47
MnO	0,02
MgO	24,97
CaO	13,85
Na_2O	1,84
K_2O	0,49
+ H_2O	0,94
- H_2O	0,00
Manko (H_2O)	1,07
	100,00

Dieser weisse Grammatit gehört zu den ausgesprochenen eisenarmen und tonerdefreien Amphibolen. Die Farbe der drei im Campolungo-Dolomit vorkommenden Grammatitvarietäten hängt wesentlich vom Eisengehalt ab, der beim grünen Grammatit ungefähr folgendermassen verteilt sein muss:



während er für den grauschwarzen Grammatit bis auf



steigen kann. Beim letzten wird man aber kaum den Fe-Gehalt allein für die Färbung verantwortlich machen dürfen, da ja das Mineral von unzähligen, kleinsten Graphitkörnchen angefüllt ist, die nicht bloss dem Dolomitgestein, sondern auch dem Grammatit Farbe zu verleihen vermögen.

GRAPHIT

Der Graphit verdient hier noch ganz besonderer Erwähnung. Er stellt sich teils in regellosen Nestern oder lockerer Verteilung im grauen Dolomit der Alpe Cadonighino und des Passo Campolungo, teils besonders reich in einzelnen Lagen des Gesteins ein. Die deutlich aus dem weissen Dolomit herausstechenden grauen Schichten am Passo Campolungo verdanken ihre Farbe vornehmlich einer sehr

starken Anreicherung mikroskopisch kleinster Graphitkörnchen. Diese liegen nicht nur zwischen den einzelnen Dolomitkristallen, sondern bilden dicht gehäufte Einlagerungen in diesen.

Auch den grauschwarzen Grammatiten, die in jenen grauen Dolomitlagen sehr zahlreich vorkommen, verleihen ungezählte winzige Graphitkristallchen zum grossen Teil ihre dunkle Färbung. In den Dünnschliffen kann man die dicht gesäten Scharen dieses Minerals sehr leicht wahrnehmen.

KORUND

a) Vorkommen

Das berühmteste Mineral aus der Dolomitlagerstätte des Campolungo ist zweifelsohne der Korund. Die Fundstelle der Korunde ist die bereits vielfach erwähnte, erstmals von J. KOENIGSBERGER (Lit. 47) beschriebene und in seiner Karte eingetragene, klassische Lokalität am Passo Cadonighino. Die Oberfläche des korundführenden Gesteins ist rund 70×50 m gross und liegt nördlich von der Passlücke. In dem dort anstehenden weissen bis gelblichgrauen Dolomitmarmor findet sich der Korund teils eingewachsen, teils in Nestern oder kleinen Schwärmen dem Gestein aufsitzend, begleitet von Diaspor, grünem Turmalin, oberflächlich limonitisiertem Pyrit, grünlichem Talk, silberweissen feinen Muskowitschüppchen und mitunter von hellblauem Disthen. Phlogopit wird in der Nähe von Korund nie wahrgenommen. Hingegen beobachtete man häufig kurze Adern, Bänder oder Höfe von rhomboedrisch-kristallisiertem Calcit, auf denen der Korund mit Vorliebe aufzuwachsen scheint.

Der Korund kommt im Dolomit des Campolungo in zwei Farbenarten vor. Zumeist zeigt sich eine Färbung vom zartesten Rosenrot bis Karminrot. Dieser rote Korund wurde früher gelegentlich als Rubin bezeichnet; freilich ist er nicht so intensiv gefärbt, wie das Material, das im Edelsteinhandel verwertet wird. Seltener ist der blaue Korund, dessen Färbung dem hellsten Blau des Saphirs entspricht. Obschon die Farbe mitunter sehr intensiv ist, fehlt den Kristallen doch die Klarheit und Reinheit der Edelsteinqualität. Sie sind selten durchsichtig, eher kantendurchscheinend bis halbdurchsichtig, häufig trüb, an der Oberfläche schimmernd bis glasglänzend. Der Bruch ist muschelig und besitzt lebhaften Glasglanz. Wenn die Korunde vom Campolungo Berühmtheit erlangten, so ist dies offenbar der Seltenheit ihres Vorkommens in den Schweizeralpen, ihrer relativ guten Ausbildung und der Schönheit der Stufen zuzuschreiben.

Das Mengenverhältnis Rubin zu Saphir steht ungefähr 2:1.

Bemerkenswert ist ein häufiger Farbwechsel an ein und demselben Individuum, sowohl in Richtung der c-Achse als auch parallel den a-Achsen. Entweder ändert sich die Intensität der gleichen Farbenvielfalt infolge verschieden dichter Anhäufung der Karbonat-einlagerungen (die oft derart zahlreich sind, dass die Korundkristalle ihre Transparenz vollständig einbüßen und stark an Farbkraft verlieren), oder es tritt ein Wechsel von roten und blauen Zonen ein, der höchstwahrscheinlich auf einem Wechsel der färbenden Substanz während des Wachstums der Kristalle beruht. Es können Korunde beobachtet werden, die einen blauen Kern und eine rote Hülle besitzen (auch das Gegenteil kann vorkommen), ferner solche, deren eine Seite rot, die andere blau ist und wiederum andere, die im unteren Teil blau, an der Spitze aber rot gefärbt sind. Außerdem ist es durchaus nicht selten, dass die rote und die blaue Varietät in unmittelbarster Nähe, ja sogar Berührung, nebeneinander auftreten.

Die Eigenschaft, mit Diaspor in engster Gemeinschaft vorzukommen, ja selbst mit ihm verwachsen zu sein, wurde bereits beim „Diaspor“ erwähnt. In gleicher Weise kann Korund fast untrennbar mit grünem Turmalin vereinigt angetroffen werden.

Die Grösse der Korundkristalle schwankt ebenso sehr wie die Farbe. Sie können von den kleinsten Dimensionen bis zu mehrere Zentimeter Grösse auswachsen. Unter den zur Verfügung stehenden Kristallen wurden z. B. folgende groben Dimensionsunterschiede festgestellt:

Kristall:	I	II	III	IV
c-Achse	1 mm	5,5 mm	1,8 cm	4,4 cm
a-Achse	1 mm	2,5 mm	1,1 cm	1,7 cm

Kristallographisch gut umgrenzte Exemplare mit schöner Formenentwicklung sind sehr selten; meist finden sich zerfressende, trübe und matte Kristalle, krusten- und schuppenartige Ausbildungen oder undeutliche, körnige bis stengelige Aggregate und hin und wieder Zwillingslamellen nach $\langle 10\bar{1}1 \rangle$. Doch die grosse Kristallisierungskraft des Korunds erzwingt an einigen Individuen klare kristallographische Begrenzungen, welche Gelegenheit boten zur

b) Kristallographischen Untersuchung

Der Habitus sowohl des roten wie blauen Korunds wechselt zwischen körniger und bipyramidal prismatischer Gestalt. Letztere (vergl. Fig. 9 D) ist die häufigste. Die Flächenführung des Korunds vom Campolungo ist eine recht einfache, und auch die Zahl der Formen ist klein. Man erkennt das hexagonale Prisma II. Stellung

und die ebenso orientierte hexagonale Bipyramide. Diese Formen scheinen vorzuherrschen, sind jedoch meist noch vom Einheitsrhomboeder und der mehr oder weniger breit entwickelten Basis begleitet. Die Zahl der goniometrisch verwertbaren Individuen war klein. In gleicher Art, wie bei den schon behandelten Mineralien, sind in Tabelle V die gemittelten Ergebnisse der Fundamentalmessungen nach den verschiedenen Formen mit den gemessenen und berechneten φ und ϱ Winkeln wiedergegeben.

Tabelle V. Korund-Formenverteilung

Buchst.	Formen	$\frac{\varphi}{\varrho}$	Gemessen (Mittelwerte)					Berechnet
			I	II	III	IV	V	
a	$\langle 11\bar{2}0 \rangle = \langle 10\bar{1} \rangle$	$\frac{\varphi}{\varrho}$	00°02' 90 00 5	00°00' 90 00 4	00°01' 90 00 6	00°00' 90 01 6	00°00' 90 00 6	00°00' 90 00
p	$\langle 10\bar{1}1 \rangle = \langle 100 \rangle$	$\frac{\varphi}{\varrho}$	30 02 57 34 3	30 00 57 38 6	29 58 57 38 5	30 00 57 33 6	29 59 57 36 6	30 00 57 35
λ	$\langle 22\bar{4}3 \rangle = \langle 31\bar{1} \rangle$	$\frac{\varphi}{\varrho}$	00 02 61 12 6	00 00 61 11 10	00 01 61 11 12	00 00 61 10 12	00 00 61 11 12	00 00 61 11
o	$\langle 0001 \rangle = \langle 111 \rangle$	$\frac{\varphi}{\varrho}$	— 00 00 1	— 00 00 2	— 00 00 2	— 00 00 2	— 00 00 2	— 00 00
Achsenverhältnis a : c			1:1,362	1:1,363	1:1,363	1:1,360	1:1,360	1:1,363

Aus dieser Zusammenstellung ist die für den Korund aus dem Dolomit des Passo Cadonighino typische Formenarmut erkennbar: es sind nur die wichtigsten der Hauptformen vertreten.

Das Prisma a $\langle 11\bar{2}0 \rangle = \langle 10\bar{1} \rangle$ ist die wichtigste Wachstumsform; sie ist meistens gross und breit entwickelt und in vielen Fällen die einzige erkennbare Form. a ist in grosstem Masse habitusbestimmend. Das Fehlen der steileren Bipyramiden wie $\langle 14 \cdot 14 \cdot \bar{2}\bar{8} \cdot 3 \rangle = \langle 15 \cdot 1 \cdot \bar{1}\bar{3} \rangle$, $\langle 22\bar{4}1 \rangle = \langle 71\bar{5} \rangle$, $\langle 11\bar{2}1 \rangle = \langle 41\bar{2} \rangle$, $\langle 8 \cdot 8 \cdot \bar{1}\bar{6} \cdot 3 \rangle = \langle 91\bar{7} \rangle$ usw., welche an andern Fundstellen die für Korund charakteristische „Tonnenform“ hervorbringen, gibt dem Korund vom Campolungo den bereits erwähnten prismatischen Habitus (vergl. Fig. 9, B und C). An kleinen Kristallen sind die Prismenflächen schön und glatt mit lebhaftem Glasglanz, an grossen Individuen aber sind sie fast immer rauh, mattschimmernd bis trüb und vielfach von Diasportafeln überkrustet.

Terminalflächen treten seltener auf, sind auch weniger oft schön begrenzt und in manchen Fällen nur an einem Ende entwickelt. Die wechselnde Grösse der Basis bedingt eine mehr oder weniger pyramidale Endbegrenzung. Eine Zuspitzung der pyramidalen Endformen ohne gerade Abstumpfung durch die Basisfläche konnte nie beobachtet werden, d. h. die Basis ist bei kristallographisch ausgebildeten Enden immer anwesend.

$\lambda \langle 2\bar{2}43 \rangle = \langle 31\bar{1} \rangle$ ist mittelgross mit meist glatter, gut spiegelnder Oberfläche. Durch starkes Überhandnehmen von Diasporaauflagerungen wird sie oft ganz überdeckt.

Wichtiger ist das Grundrhomboeder $p \langle 10\bar{1}1 \rangle = \langle 100 \rangle$. Es ist ausserordentlich würfelnlich und rechtfertigt deshalb ausser der hexagonalen auch die rhomboedrische Aufstellung, indem die Polkanten von p zu Koordinatenachsen werden. $a:b:c = 1:1:1$. Aus diesem Grunde sind hier alle Formen und Flächen durch vier- und dreigliedrige Symbole gekennzeichnet. Die Form p ist an den vorliegenden Kristallen immer sehr klein, teilweise aber mit guter und ebener Oberfläche ausgebildet.

Die Basis $o \langle 0001 \rangle = \langle 111 \rangle$ ist neben dem Prisma ebenfalls wichtigste Wachstumsform. Sie trägt häufig eine deutliche, unter 60° sich kreuzende Streifung, nach deren Richtungen sich mit Vorliebe Diasporkristalle auf- oder einlagern.

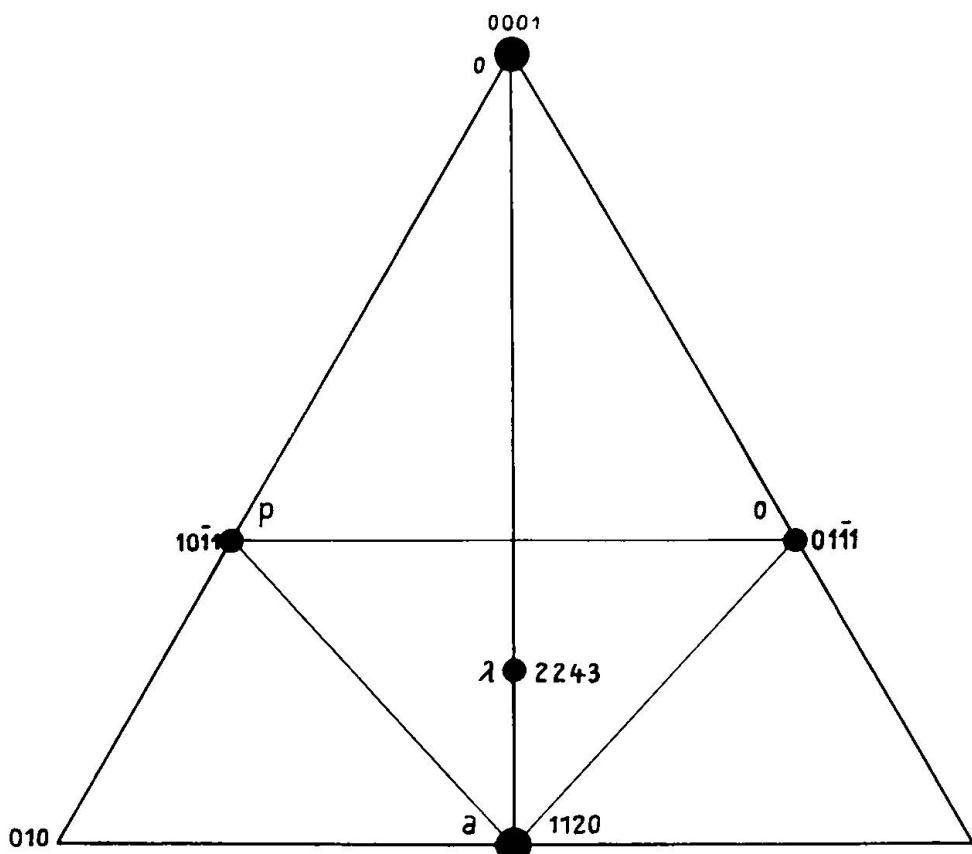


Fig. 8: Korund. Dreiecksprojektion

Über die Verteilung und das Vorkommen von Formen und Zonen gibt die winkeltreue Dreiecksprojektion Aufschluss. Verglichen mit der Projektion eines normalen Korunds sieht man, dass in der Tat gerade nur die wichtigsten Formen und Zonen auftreten.

Das deformiert kubisch oktaedrische Mineral kristallisiert rhomboedrisch.

Das Achsenverhältnis wurde berechnet aus der Form $p\langle10\bar{1}1\rangle = \langle100\rangle$ und beträgt im Mittel

$$a:c = 1:1,3630.$$

Das Achsenverhältnis des Korunds vom Campolungo ist etwas kleiner als dasjenige sehr dunkler Korunde anderer Fundstellen. Derartige Schwankungen sind durch den wechselnden Chemismus bedingt.

Zeichnen des Korunds. Die von R. L. PARKER angegebene Aufstellung für Hämatit (Lit. 55) konnte auch für Korund angewendet werden und ergab übersichtliche Figuren (vgl. Fig. 9).

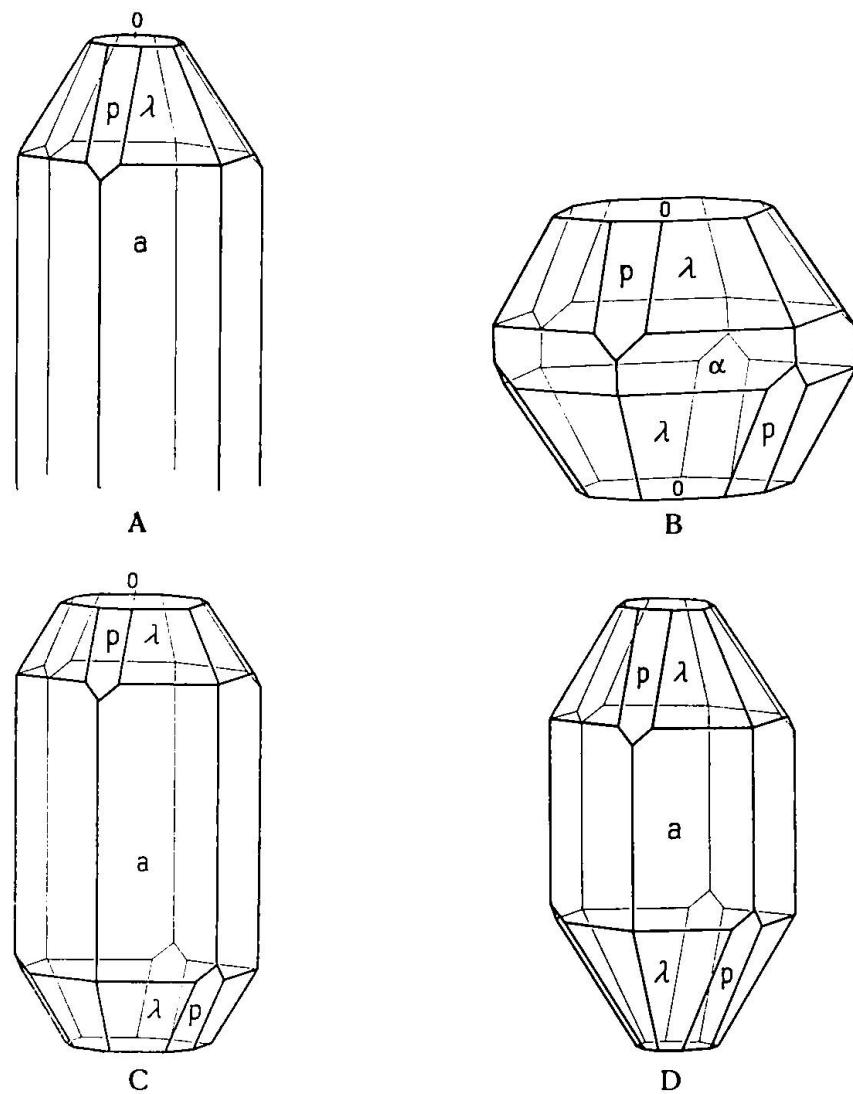


Fig. 9: Habitusbilder des Korund vom Campolungo

$a\langle11\bar{2}0\rangle = \langle10\bar{1}\rangle$, $p\langle10\bar{1}1\rangle = \langle100\rangle$, $\lambda\langle22\bar{4}3\rangle = \langle31\bar{1}\rangle$, $\alpha\langle0001\rangle = \langle111\rangle$. A veranschaulicht die typisch prismatische Gestalt mit nur einem Ende, das, mit kleiner Basis, stark zugespitzt ist. B ist der durch kurze Entwicklung der Prismen und grosse Ausdehnung der Basis isometrische Habitus. C deutlich

prismatisch stengelige Tracht mit stumpfem Ende und D mit spitzer Endigung. Diese verschiedenen Ausbildungen ergeben sich durch Variation der relativen Zentraldistanzen der Flächen dieser Formen.

c) Lichtbrechung

Ein durchsichtiger, sehr klarer und intensiv karminrot gefärbter Korundkristall mit ausgezeichneter Flächenbeschaffenheit eignete sich vortrefflich zur Bestimmung der Dispersion. Die folgenden Werte für die Dispersion des roten Korunds vom Campolungo sind die aus zehn Beobachtungen erhaltenen Häufigkeitsmittel:

Linie	λ in $\mu\mu$	ω	ε	$\omega - \varepsilon$
a	719	1,76502	1,75690	0,00812
B	687	1,76589	1,75774	0,00815
C	656	1,76692	1,75872	0,00820
D	589	1,77000	1,76166	0,00834
E	527	1,77392	1,76544	0,00848
F	486	1,77736	1,76878	0,00858
G	431	1,78330	1,77456	0,00874

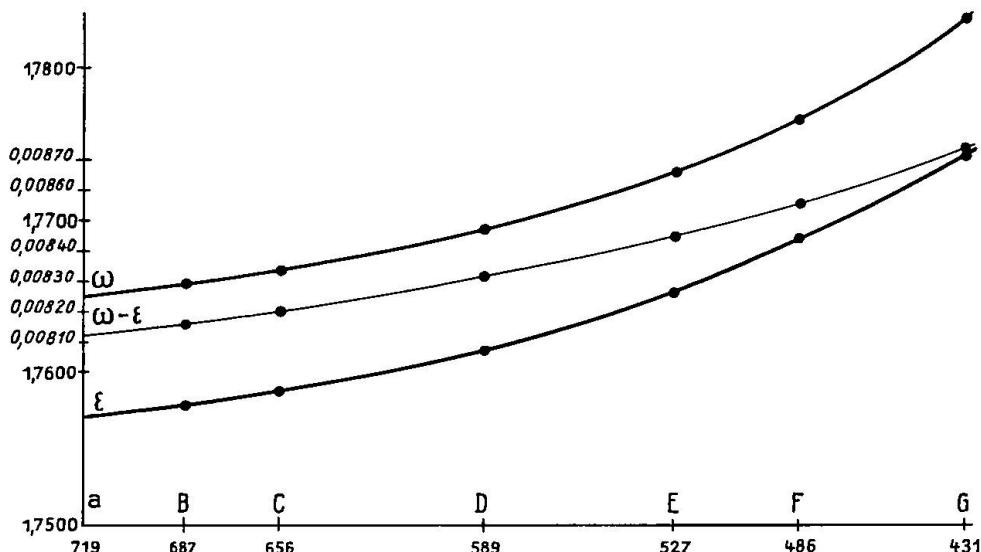


Fig. 10: Roter Korund. Dispersion der Lichtbrechung

Der berechnete mittlere Abweichungsfehler betrug $\pm 0,00004$. Diese Lichtbrechung zeigt keine Abnormalität, sie verläuft genau innerhalb der Grenzen des für roten Korund möglichen Dispersionsbereichs. Für die Richtigkeit und Genauigkeit obiger Angaben zeugt der glatte Verlauf der in Fig. 10 dargestellten Kurven. Die ω -Kurve verläuft um ein Geringes steiler als diejenige für ε , infolgedessen muss auch die Doppelbrechung von Rot zu Violett langsam ansteigen.

Leider lag kein genügend reiner blauer Korund vor, um auch an ihm die Dispersion zu ermitteln. Es musste lediglich mit einer Be-

stimmung der Lichtbrechung für die Natronlinie mit dem Total-Refraktometer vorlieb genommen werden. Mit demselben Instrument wurde zur Prüfung der oben stehenden ω und ϵ Daten der D-Linie auch der rote Korund nochmals untersucht.

Korund	Linie	λ in $\mu\mu$	ω	ϵ	$\omega - \epsilon$
blau	D	589	1,771	1,763	0,008
rot	D	589	1,770	1,762	0,008

Daraus folgt, dass nicht nur die nach zwei voneinander unabhängigen Methoden gewonnenen Werte der Lichtbrechung des roten Korunds sehr genau übereinstimmen, sondern dass der Brechungsindex des blauen Korunds etwas höher ist als jener der roten Varietät. Zweifelsohne sind somit kristallographische und optische Konstanten von den färbenden Substanzen abhängig. Es musste daher von Interesse sein, zu versuchen, die der reinen Tonerde beigefügten fargebenden und besonders die optischen Konstanten beeinflussenden Elemente qualitativ herauszufinden.

Dass es sich bei den beiden Abarten um verschiedene beigemengte Elemente handelt, geht nicht allein aus den Farbvariationen hervor, sondern äussert sich auch im unterschiedlichen Verhalten der ungleich gefärbten Korunde gegenüber Röntgen- und Ultraviolettröhren. Zu dieser Untersuchung der Korunde auf ihre Lumineszenz mit Röntgenstrahlen wurden Wolframstrahlen von 60 000 Volt verwendet, und zum Versuch mit Ultraviolettröhren gelangte eine Hanau'sche Analysen-Quarzlampe mit Ultraviolettfilter.

Korund:	Röntgenstrahlen:	Ultraviolettröhren:
blassrosenrot	stark leuchtend rot	leuchtend rot
karminrot	stark leuchtend rot	leuchtend rot
lichtblau	stark gelblich rot	nicht angesprochen
dunkelblau	stark himbeerrot	nicht angesprochen.

Mit dem Ausschalten des elektrischen Stroms verschwand auch rasch ohne Nachleuchten die Lumineszenzerscheinung.

d) Chemische Untersuchung

Da die chemischen Ursachen für die wechselnde Färbung der Korunde hinlänglich bekannt sind, brauchte nur eine spektroskopische Nachkontrolle ausgeführt zu werden. Es wurden je eine Aufnahme von rotem und von blauem Korund vom Campolungo mit typisch gefärbten Rubin- und Saphirproben verglichen.

In beiden Aufnahmen lässt sich im allgemeinen eine gute qualitative Übereinstimmung feststellen, obgleich die Linien der zusätzlichen Elemente (Cr und Fe bei Rubin, Ti und Fe bei Saphir) bei den

Campolungo-Exemplaren schwächer abgebildet sind. Es deutet dies auf eine geringere Beimengung der pigmentierenden Elemente hin.

Das Auftreten von Korund in Karbonatgestein ist nichts Aussergewöhnliches. So besteht das Muttergestein der berühmten Korundlagerstätten in Oberbirma, Siam, Afghanistan und (vermutlich) auch in Kaschmir aus kristallinem Kalk mit häufig stark dolomitischer Ausbildung (bis zu 13,33 % Magnesiumkarbonat, Lit. 76). Mehrere der im Dolomitgestein vom Campolungo vorkommenden Mineralien gehören auch dort zu den typischen Begleitmineralien des Korunds: Phlogopit, Rutil, Titanit, Skapolith, Muskowit, Fuchsit, Apatit, Limonit und Diaspor. Ähnlich wie am Campolungo scheint auch in jenen Fundstellen unter den Korundvarietäten der Rubin stark vor-

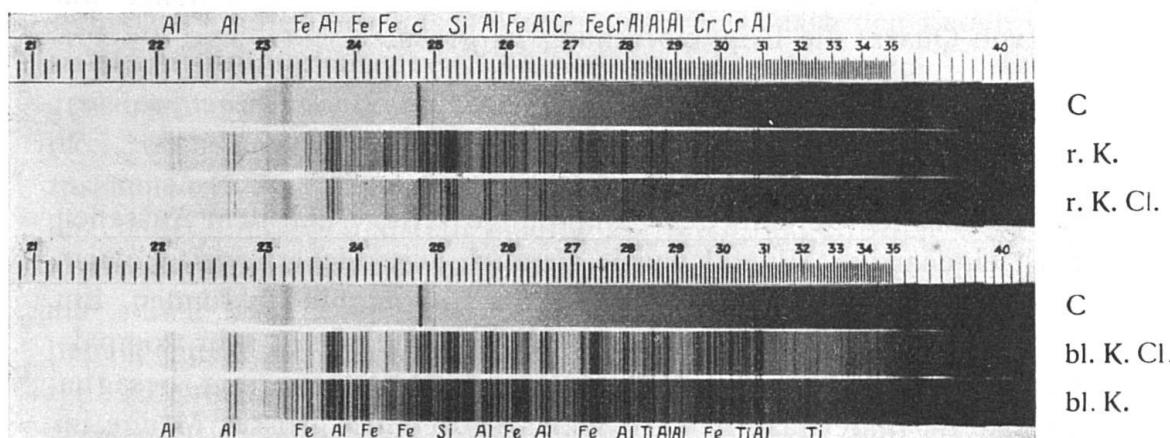


Fig. 11: Korund. Spektrographische Aufnahmen

C = Kohle,

C = Kohle,

r. K. = Rubin (Vergleichssubstanz),

bl. K. Cl. = blauer Korund v. Campolungo,

r. K. Cl. = roter Korund v. Campolungo,

bl. K. = Saphir (Vergleichssubstanz).

zuherrschen, während der Saphir nur als untergeordneter Begleiter auftritt. Dies dürfte eine typische Erscheinung für Korundvorkommen in Karbonatgesteinen sein. Dass gewisse Unterschiede zwischen den Mineralien (Verschiedenheit der Farbe, Formenführung und optischen Verhaltens) zu verzeichnen sind, mag zum Teil auf die verschiedenen genetischen Bedingungen zurückzuführen sein (hier Dislokations-, dort Kontakt-Metamorphose).

MUSKOWIT

Über den Muskowit ist nicht viel zu berichten. Er bildet kleine, teils hexagonale, teils xenomorphe, randlich resorbierte Blättchen bis feinste Serizit-Schüppchen. Sein Vorkommen ist im Besondern auf

den Dolomit der Korundfundstelle nördlich vom Passo Cadonighino beschränkt; woselbst dieser Glimmer ziemlich zahlreich neben Pyrit, Calcit, Fuchsit, grünem Turmalin und grünlichem Talk, rotem und blauem Korund und Diaspor auftritt.

Seine Farbe ist silberweiss, wird aber oft, wahrscheinlich durch geringen Cr_2O_3 Zusatz, leicht grünlich untertönt. Einzelne feine Blätter sind farblos, durchsichtig und besitzen einen Perlmutter- bis fischschuppenartigen Glanz. Die Spaltbarkeit ist sehr vollkommen nach $\langle 001 \rangle$. Unter dem Mikroskop ist der helle Glimmer gut zu erkennen und durch seine Farblosigkeit und den fehlenden Pleochroismus von Phlogopit leicht zu unterscheiden. Er ist einachsig negativ, jedoch meist anormal zweiachsig mit wechselndem, relativ grossem Achsenwinkel. Die Lichtbrechung liegt etwas höher als die von Quarz; die Doppelbrechung ist gross.

ORTHOKLAS

a) Vorkommen

Dieses im Dolomit des Campolungo seltene und dem Aussehen nach eigenartige Mineral wurde ziemlich angereichert nur in einem Handstück aus dem Dolomit der Alpe Cadonighino gefunden. Ein weiteres Handstück stammt von F. MÜHLETHALER. In sehr kompaktem, braunem, kristallisationsschiefrigen Dolomitmarmor besagter Fundstelle findet man den Orthoklas in ziemlich grosser Menge im dunkelbraunen, fast schwarzen, 6—10 mm langen und 3—5 mm breiten, mehr oder weniger regelmässig begrenzten Kristallen. Auf den verwitterten Oberflächen des Dolomits ragt dieses Mineral stark hervor, und man kann beobachten, dass eine gerichtete Anordnung vorhanden ist, indem die Kristalle mit ihrer Längsrichtung parallel zueinander liegen.

Nur wenige Kristalle zeigen einigermassen gute kristallometrische Ausbildung. Dann kann man ein Prisma von spitzrhombischem Umriss ohne Endfläche erkennen. In den weitaus meisten Fällen ist die Begrenzung des Orthoklas eine absolut unregelmässige, hie und da treten Spaltflächen auf. Der Orthoklas ist vollständig frisch und unzersetzt, enthält jedoch ausserordentlich zahlreiche, feste Einschlüsse. Die Farbe ist meist dunkelbraun bis fast schwarz. Nur ganz lokal kommen lichter grau gefärbte Stücke vor, deren Spaltstückchen dann farblos durchsichtig sind. Auf den Spaltflächen herrscht Glasglanz, auf den Flächen mit muscheligem Bruch ist der Glanz ein pechartiger.

Das spezifische Gewicht wurde an einzelnen Stückchen nach der Schwebemethode in THOULET'scher Lösung bestimmt und schwankte bei zahlreichen Versuchen zwischen $D = 2,57$ und $D = 2,509$. Farblose, fast wasserhelle Splitterchen zeigen das geringste spezifische Gewicht, während die einschlussreichsten dunkelgefärbten Partikel ein höheres Gewicht ergeben. Es dürfte deshalb das niedrigst gefundene spezifische Gewicht $D = 2,51$ das richtige sein.

b) Mikroskopische Untersuchung

In Dünnschliffen unter dem Mikroskop beobachtet man, dass der Orthoklas meist in grossen Körnern mit durchaus xenomorpher Begrenzung auftritt. Schnitte parallel der Längserstreckung des Gesteins zeigen die flach linsenförmige, manchmal nach den Enden hin ausgefranste Beschaffenheit. Als weitere Bestandteile des Gesteins gewahrt man: Dolomit, Quarz, limonitisierten Pyrit und kohlige Partikel, wahrscheinlich Graphit. Auffallend ist, dass mit Orthoklas zusammen weder Mejonit, noch Grammatit oder Turmalin, die sonst im Gebiet dieser Fundstelle häufig auftreten, angetroffen werden. Am häufigsten ist der Orthoklas an quarzreiche Linsen gebunden, und nur selten wird beobachtet, dass zwei Körner dicht beieinander liegen, indem sie sich gegenseitig unregelmässig xenoform begrenzen. Allenthalben sind die Einschlüsse sehr reichlich vorhanden und gesetzmässig angeordnet. Meist sind sie im Kern zahlreicher als am Rande, oder sie sind im Innern zu Bändern angehäuft, die sich in ihrem Verlaufe der äusseren Umgrenzung der Kristalle angleichen.

Optisch verhalten sich die Wirtkristalle einheitlich. Zwillingsbildung ist nie beobachtet worden, auch Spaltbarkeit ist unter dem Mikroskop höchst selten zu bemerken.

Zu weitern Untersuchungen eigneten sich aber die vorliegenden Kristalle nicht. G. LINCK (Lit. 46) hat im Jahre 1907 den Orthoklas vom Campolungo einer sehr genauen und eingehenden Bestimmung unterworfen, deren Ergebnis zur Vervollständigung der oben ausgeführten Beobachtungen im Folgenden wiedergegeben seien:

c) Kristallographische Untersuchung

An einem von Spaltflächen und von einer unebenen Kristallfläche, sonst aber unregelmässig begrenzten Stückchen wurden folgende Winkel gemessen:

(001) : (010)	90° 6'
(001) : (010)	90 53
(hol) : (001)	40 9
(hol) : (010)	91 26

Die Reflexe der Spaltfläche ($h0l$) waren recht schlecht. An einem andern Kristalle, an welchem neben dem Prisma die Spaltfläche nach (001) und ganz klein auch die Spaltfläche nach (010) zu beobachten war, konnte gemessen werden:

(001) : (010)	90° 14'
(110) : (1̄10)	61 41
(001) : (110)	67 37
(001) : (1̄10)	67 29

Aus diesen Angaben ergibt sich nun folgendes:

$$\begin{aligned} \text{Kristallsystem: Monoklin} \\ \beta &= 63^{\circ} 35\frac{1}{2}' \\ a:b:c &= 0,666:1:0,540 \end{aligned}$$

Der Wert für die Achse c wurde aus dem Winkel ($h0l$):(001) gefunden, welcher $c = 1,080$ ergab. Der Fläche ($h0l$) kämen demnach die Indizes (201) zu. Aus der Lage der Auslöschungsrichtung auf M ergab sich, dass dieses Prisma negativ ist.

Spaltbarkeit ist gewöhnlich nur nach $\langle 001 \rangle$, seltener zugleich nach $\langle 010 \rangle$ und eine Absonderung nur ausnahmsweise nach der Fläche (201) zu beobachten. Vielfach sieht man überhaupt keine Spaltbarkeit, sondern die Stücke sind von einem flach muscheligen Bruch begrenzt.

d) Optische Untersuchung

Mit Hilfe der Methode von SCHROEDER VAN DER KOLK ergab sich der mittlere Brechungs-Exponent wenig höher als der von Cedernholzöl (bestimmt zu 1,518). Es gelang aber auch ein etwa 5 mm² grosses Blättchen zu schleifen, an welchem mit dem Kristallrefraktometer für Natriumlicht folgendes bestimmt werden konnte:

$$\begin{aligned} \varphi &= 53^{\circ} 42\frac{1}{2}' - 53^{\circ} 41\frac{1}{2}' & \text{daraus } n &= 1,523 \quad (1) \\ &= 53 31 & " &= 1,519 \quad (6) \\ &= 53 27 & " &= 1,518 \quad (6) \\ &= 53 18 - 53 18\frac{1}{2} & " &= 1,515 \quad (4) \end{aligned}$$

Der Schnitt lag nahezu parallel der Symmetrieebene und es ergaben sich unter Berücksichtigung des negativen Charakters der Doppelbrechung für Natriumlicht

$$n_{\gamma} = 1,5231, \quad n_{\beta} = 1,5196, \quad n_{\alpha} = 1,5154.$$

Die optische Achsenebene steht normal zur Symmetrieebene und es ist auf dieser Fläche, soweit man beobachten kann, ein symmetrischer Achsenaustritt vorhanden; doch liegen die Achsenpole im Mikroskop weit ausserhalb des Gesichtsfeldes. Die Auslöschungsschiefe auf der Symmetrieebene beträgt etwa 7—9° gegen α im stumpfen Winkel β . Die Auslöschung auf P ist gerade.

e) Chemische Untersuchung

Herr Dr. MARC hat das Mineral analysiert und dabei die in nachstehender Tabelle verzeichneten Resultate gefunden:

	I	Mol.	II	Mol.	III	Mol.	IV	Mol.	V	Mol.
SiO ₂	54,1	901	62,0	1033	59,80	997	61,39	1023	60,73	1012
Al ₂ O ₃	28,3	278	23,4	229	21,65	212	21,82	214	20,86 ⁵⁾	204
MgO	1,5	38	1,4	35	1,40	35	0,73	18	1,50	38
CaO	Spur ²⁾	—	Spur ²⁾	—	1,30	25	0,52	10	1,16	20
Na ₂ O	{ 14,9 ¹⁾	{ 43	2,1	34	{ 14,85 ⁴⁾	{ 15	0,91	15	1,02	16
K ₂ O		{ 130	9,4	100		{ 148	13,50	144	13,18	143
Gl.-Verl.	2,0	111	1,9 ³⁾	106	1,15 ³⁾	64	0,94	52	1,14 ³⁾	63
	100,8		100,2		100,15		99,81		99,59	

- Analyse I. Grosse, von Hand ausgelesene Stücke; spez. Gew. nicht bestimmt.
 „ II. Mit Thoulet'scher Lösung getrenntes Material. Spez. Gew. 2,52—2,56.
 „ III. Desgleichen. Spez. Gew. 2,530—2,558.
 „ IV. Desgleichen, aber die gepulverte Substanz zuvor 24 Std. mit verd. Salzsäure digeriert. Die Körner zu Analyse I—IV waren dunkelgrau gefärbt.
 „ V. Desgleichen. Leichtestes Material. Farbe weiss. Spez. Gew. < 2,53.

Wenn wir bedenken, dass die Tonerde im wesentlichen zu verteilen ist auf zwei Silikate, in deren einem (Feldspat) sich Al₂O₃ verhält zu SiO₂ wie 1:6, während in dem andern (Glimmer) das Verhältnis etwa 1:1 ist, so lässt sich leicht das Verhältnis der beiden Tonerdemengen aus dem Analysenresultat für Tonerde und Kieselsäure berechnen. Es ist das in nachstehender Tabelle geschehen.

	II	III	IV	V	
Al ₂ O ₃ in Al ₂ Si ₆ O ₁₅	161	157	162	162	
Al ₂ O ₃ in Al ₂ SiO ₅	68	55	52	42	
Alkalien	134	163	159	159	
CaO + MgO	69	60	28	58	
					in Molekularproportionen.

Bei Betrachtung dieser Tabelle ist es im höchsten Grade auffallend, dass in allen vier in Betracht gezogenen Analysen die Menge der auf Orthoklas entfallenden Tonerde gleich gross ist; ebenso verbleibt in allen vier Analysen ein annähernd gleich grosser Rest von Tonerde für ein kieselsäureärmeres Silikat. Mit der Feldspat-Tonerde stimmt die Menge des Alkali in den Analysen III, IV und V ziemlich nahe überein, dagegen ist in Analyse II ein erhebliches Manko an Alkali vorhanden, das aber nicht aufgeklärt werden kann. Mit der Tonerde des kieselsäureärmeren Silikates steht merkwürdigerweise in den Analysen II, III und V die Menge von CaO + MgO nahezu im Verhältnis 1:1, während in der Analyse IV, deren Material zuvor mit Salzsäure digeriert war, die Tonerde die Menge des Magnesiums und Calciums um das Doppelte übersteigt. Man kennt die Zusammensetzung des eingeschlossenen Glimmers nicht, ob-

¹⁾ Für die Berechnung der Molekularproportionen geteilt entsprechend Analyse II.

²⁾ Nicht bestimmt.

³⁾ Wasser, etwas organische Substanz, etwas Kohlensäure.

⁴⁾ Für die Berechnung geteilt entsprechend Analyse IV.

⁵⁾ Al₂O₃ enthält überall Spuren von Fe₂O₃.

wohl die Vermutung richtig sein dürfte, dass es ein Phlogopit ist; jedenfalls enthält dieser Glimmer aber Alkali, und so tritt ein Manko von Alkali für alle Analysen ein.

Wenn man mit Hilfe der oben angegebenen Tabelle z. B. die Analyse V berechnet, so kommt man auf 89,04 % Orthoklassubstanz und 10,96 % fremde Bestandteile. Das erscheint etwas hoch, anderseits sind zudem kleine Einschlüsse, die in sehr grosser Menge vorhanden sind, im Dünnschliff nicht leicht prozentual abzuschätzen, und bei der völligen Übereinstimmung der geometrischen und physikalischen Eigenschaften des Hauptminerals mit Orthoklas kann man sich keinesfalls dazu entschliessen, diesem Mineral eine andere als die Orthoklas-Zusammensetzung zuzusprechen.

PHLOGOPIT

a) Vorkommen

Der charakteristische Gemengteil der metamorphen dolomitischen Gesteine ist auch in dieser Lagerstätte der Phlogopit. In gewissen Schichten sind die Phlogopitkristalle einzeln, regellos und ziemlich locker zerstreut, in andern durchziehen sie den Dolomit in schmalen Lagen und Bändern, die sich vorzugsweise dem Streichen der Dolomitschichten anpassen, oder aber sie können derart reichlich im Gestein vertreten sein, dass breite vorspringende Bänke nur aus Phlogopit zu bestehen scheinen und schon aus der Ferne durch ihre dunkle, braune Farbe auffallen. In der Regel aber liegen die Kristalle parallel der Schichtung des Gesteins; häufig, hauptsächlich in sehr lockeren Dolomit, liegen sie auch wirr verteilt; ab und zu nehmen sie eine zur Schieferung senkrechte Lage ein.

Die Farbe der Campolungo-Phlogopite variiert vom hellsten Blond über rotblond, hellbraun, beigebrun, braun, rotbraun zum schönsten Dunkelbraun. Im schneeweissen, eher kompakten Dolomitmarmor findet man die hellsten Phlogopite, in lockern und etwas gelblichen Partien kommen die mittlergefärbbten Abarten vor, währenddem von den dunklen Individuen die schon vielfach erwähnten simsartig vorstehenden Schichten an den Südfanken der Pässe Cadonighino und Campolungo gebildet werden. Im grauen Dolomit des Passo Campolungo zeigen auch die Phlogopite in den meisten Fällen eine unansehnlich schmutzig-graue Färbung. Die stets gut ausgebildete Basisfläche besitzt halbmetallischen bis perlmutterartigen Glanz, alle andern Flächen sind matt.

Auch der Grösse nach sind die Phlogopitkristalle sehr verschieden. Von den kleinsten mikroskopischen Dimensionen können sie sich nach der Basisfläche bis zu 1 cm² und mehr ausdehnen. Die Einzelindividuen bilden dünne Blättchen und Schuppen, die als solche klar und gut durchsichtig sind. In fast allen Fällen treten sie aber

zu Viellingen oder Verwachsungen nach der geraden Endfläche zusammen und bilden mehrere Millimeter dicke, undurchsichtige Tafeln und Pakete.

Man trifft den Phlogopit in den oben behandelten Abarten im Dolomit der Alpe Cadonighino, des Passo Cadonighino, der Alpe Campolungo und des Passo Campolungo. An der Korundfundstelle nördlich vom Passo Cadonighino wird dieser dunkle Glimmer nicht gefunden, dafür Muskowit. Im grossen und ganzen besteht zwischen dem Phlogopitvorkommen dieser Lagerstätte und dem in andern metamorphen Dolomiten kein Unterschied.

b) Kristallographische Untersuchung

An den Phlogopitkristallen konnten keine genauen goniometrischen Messungen vorgenommen werden, da sie viel zu dünnblättrig und randlich selten gut entwickelt sind. Ihr Habitus ist aber doch sehr leicht zu erkennen. Er ist dünntafelig, blättrig bis feinschuppig nach der Basis, wobei der Umriss dieser Fläche selten isometrisch, sondern in den meisten Fällen langgestreckt leistenförmig ist. Mit Sicherheit konnten folgende Formen festgestellt werden:

Die Basis o $\langle 001 \rangle$ ist die wichtigste vorherrschende Wachstumsform und für die planare Gestalt der Phlogopite verantwortlich. Die Prismen G $\langle 110 \rangle$ und h $\langle 010 \rangle$ sind sehr schmal und nicht gut festzustellen. Fast an sämtlichen Phlogopiten sind sie verstümmelt und zerdrückt wegen der randlichen Aufblätterung. Die Oberflächen sind rauh, verbogen und matt. Ganz gleich verhält es sich auch mit M $\langle 111 \rangle$, die bekanntlich sehr steil steht und am vorliegenden Material makroskopisch kaum von den Prismen zu unterscheiden ist. Weitere Formen konnten nicht beobachtet werden.

Zwillingssbildung. Verzwillingung scheint für den Phlogopit im Campolungo-Dolomit das Normale zu sein. Es sind immer Zwillinge nach der Basisfläche mit gemeinsamer c-Achse. Nach dieser Art sind die bereits erwähnten Pakete der Viellinge angeordnet. Sie haben alle die Basis als Verwachungsebene.

Bemerkenswert ist ferner eine gelegentlich auftretende Verwachsung, bei der leistenförmige Phlogopitkristalle unter einem Winkel von 120° zusammentreten. Die gemeinsame Basis erscheint dann fiederartig gestreift mit gezackter Mittellinie.

c) Optische Untersuchung

Die Bestimmung der Lichtbrechung für Na-Licht ergab nachstehende Werte:

	Linie	λ in $\mu\mu$	n_a	n_β	n_γ	A
Phlogopit	D	589	1,5770	1,5827	1,6180	0,0411

Der für Glimmer typische Pleochroismus äussert sich auch an den Phlogopiten dieses Vorkommens deutlich. Er ist nach n_a farblos und nach n_γ blassgelblich. Zwischen n_β und n_γ ist kein Unterschied wahrzunehmen. Die Achse n_a tritt genau senkrecht zur Basisfläche aus. Die Phlogopite sind bald einachsig, bald zweiachsig mit sehr kleinem Achsenwinkel. Der optische Charakter ist stets negativ. Da die Achsenebene parallel zu $\langle 010 \rangle$ liegt und die Dispersion eine geneigte ist, gehören die Phlogopite zu den Glimmern II. Art.

d) Chemische Untersuchung

Ein goldblonder Phlogopit aus dem Dolomit vom Campolungo wurde von J. JAKOB (Lit. 65) analysiert:

	Gewichts %	Molekular %
SiO_2	40,45	35,00
TiO_2	0,83	0,45
Al_2O_3	16,42	8,38
Fe_2O_3	1,31	0,43
FeO	0,00	0,00
MnO	0,02	0,02
MgO	25,81	33,42
CaO	0,00	0,00
Na_2O	1,02	0,86
K_2O	8,25	4,58
+ H_2O	5,79	16,77
- H_2O	0,00	0,00
F_2	0,00	0,00
	99,90	100,00

An dieser Zusammenstellung des chemischen Befundes fällt der sehr grosse H_2O - und der geringe F_2 - und TiO_2 -Gehalt auf. Ein Vergleich mit den Analysenresultaten der andern Campolungo-Mineralien zeigt ähnliche Verhältnisse. TiO_2 und F_2 sind in Phlogopiten normaler Karbonatgesteine immer sehr spärlich oder gar nicht vorhanden, und auch bei andern analysierten Mineralien aus dem Dolomit des Campolungo haben beide Stoffe nur geringen Anteil an der chemischen Zusammensetzung.

PYRIT

Pyrit ist ein äussert verbreiteter Gemengteil und zwar in sämtlichen Arten des Dolomites, im weissen, grauen, gelblichen, zuckerkörnigen, lockern oder kompakten, an der Oberfläche des Gesteins

sowohl wie im Innern desselben; er fehlt in keiner Paragenese. In der Korundlagerstätte nördlich des Passo Cadonighino ist er eher in kleinen Nestern angehäuft, während er an allen andern Fundorten im Dolomit unregelmässig (einzelν verteilt, lagenweise oder in Schwärmen) vorkommt. Die Grösse der Kristalle variiert von den kleinsten, mikroskopischen Ausmassen bis zu 1 ccm, wobei die kleineren Pyrite meistenteils viel formenreicher sind als die grossen. Undeutliche und zerfressene Individuen wurden häufig angetroffen. Zudem sind die wenigsten Pyrite im Campolungo-Dolomit frisch und an der typischen speisgelben Farbe und dem metallischen Glanz zu erkennen; meistens sind sie von einer dunkelbraunen, mattglänzenden, oft bunt angelaufenen Limonitkruste überdeckt. Vielfach ist auch das Muttergestein hofartig von der sehr starken Limonitisierung infiziert.

D. F. WISER erkannte das Hexaeder, Pentagondodekaeder und das Oktaeder und deren drei mögliche Kombinationen. Die Resultate dieser Untersuchungen wurden von A. KENNGOTT zusammengefasst, und auf ihn stützen sich die Angaben aller späteren Arbeiten. Neben diesen genannten Formen gewahrt man bei näherem Zusehen aber eine Unmenge kleiner und kleinster Flächen, die sich um das Oktaeder scharen, und auf die noch des näheren eingegangen werden soll.

Die Campolungo-Pyrite stellen einer genauen goniometrischen Messung gewisse Schwierigkeiten entgegen, da durch die sehr starke oberflächliche Limonitisierung die Flächen nur undeutlich in Erscheinung treten. Ferner sind die Kanten unscharf und oft abgerundet, und vor allem ist das Reflexvermögen beträchtlich vermindert, wie aus den ziemlich grossen Streuungen der in Tabelle VI angeführten Winkelwerte deutlich hervorgeht. Überdies sind die meisten Pyrite dieses Vorkommens schwach verzerrt, indem sie nach der einen Achse gestreckt, nach der andern aber verkürzt sind. Es wurden folgende Formen festgestellt, worunter die mit einem Stern * bezeichnete Form nicht in V. GOLDSCHMIDT's Tabellen der sicheren Formen figuriert.

e	$\langle 210 \rangle$	x	$\langle 321 \rangle$	q	$\langle 121 \rangle$
a	$\langle 910 \rangle$	R	$\langle 517 \rangle$	w	$\langle 233 \rangle$
c	$\langle 100 \rangle$	y	$\langle 243 \rangle$	u	$\langle 221 \rangle$
p	$\langle 111 \rangle$	*	$\langle 425 \rangle$		

In Anbetracht dieser beträchtlichen Formenzahl sind die Kombinationen natürlich sehr mannigfaltig und abwechslungsreich, und es

ist denkbar, dass bei einer systematischen Untersuchung eines noch reichhaltigeren Materials noch mehr Formen und Kristalle mit vollständigerer Flächenführung gefunden werden könnten. In Tabelle VI sind die wichtigsten und häufigsten der an Campolungo-Pyriten konstatierten Kombinationen zusammengestellt:

Tabelle VI. Pyrit-Formenverteilung

Buchst.	Form		G e m e s s e n (Mittelwerte)							Berech-net
			I	II	III	IV	V	VI	VII	
e	(120)	φ	26°35'	26°34'	26°34'	26°32'	26°30'	26°27'	26°35'	26°34'
		ρ	90 00	90 02	90 03	90 00	90 00	90 00	90 00	90 00
	(012)	φ	00 01	00 00	00 02	00 01	00 00	00 06	00 01	00 00
		ρ	26 34	26 35	26 35	26 33	26 40	26 27	26 34	26 34
a	(021)	φ	00 01	00 03	00 02	00 00	00 00	00 09	00 01	00 00
		ρ	63 27	63 25	63 26	63 25	63 33	63 30	63 27	63 26
	(190)	φ							6 00	6 20
		ρ							90 00	90 00
c	(010)	φ	00 00	00 02	00 01	00 01		00 03	00 00	00 00
		ρ	90 00	90 01	90 01	90 00		90 00	90 00	90 00
	(001)	φ	—	—	—	—			—	—
		ρ	00 00	00 00	00 01	00 00			00 00	00 00
p	(111)	φ		45 00	45 01	45 25	45 05	45 00	45 00	45 00
		ρ		54 48	54 45	54 45	54 42	54 45	54 48	54 44
x	(231)	φ			33 39	33 50	33 47		33 39	33 41
		ρ			74 33	74 45	74 32		74 33	74 30
	(132)	φ			18 23	18 29	18 26		18 23	18 26
		ρ			57 50	57 45	57 50		57 50	57 41
R	(123)	φ		26 35	26 29	26 30	36 22	26 35	26 34	
		ρ		36 50	36 42	37 00	27 32	36 50	36 42	
	(157)	φ							10 50	11 18
		ρ							36 15	36 04
y	(243)	φ						26 35	26 34	
		ρ						55 55	55 59	
	(425)	φ							26 30	26 34
		ρ							43 00	43 00
q	(121)	φ			26 27	26 30	26 27	26 33	26 34	
		ρ			65 40	65 47	66 00	65 50	65 54	
	(112)	φ			45 07	45 00	45 00	45 00	45 00	
		ρ			35 21	35 ,16	35 10	35 19	35 16	
w	(233)	φ							33 40	33 41
		ρ							49 59	50 14
	(221)	φ						45 00	45 00	
		ρ						70 37	70 30	
u	(122)	φ				26 30	26 32	26 33	26 34	
		ρ				48 20	48 10	47 57	48 11	

Über die Entwicklung der Formen ist folgendes zu bemerken:

e $\langle 210 \rangle$ ist mit sehr grossen Flächen vertreten, die vertikal, besonders in der Nähe der Kanten mit a oft stark gestreift erscheinen. Sehr häufig werden diese Kanten durch die Form a treppenförmig abgestuft. Diese Kombinationsstreifungen und -abstufungen sind oft so dicht und ausgeprägt, dass von Scheinflächen gesprochen werden könnte. Die Treppenabsätze leuchten indes gleichzeitig mit den grossen Flächen der Hauptformen auf und lassen sich somit als diesen zugehörig diagnostizieren. Das Pentagondodekaeder ist vorherrschende, mitunter einzig erkennbare Entwicklungsform und ordnet dadurch den Pyrit vom Campolungo dem pentagondodekaedrischen Typus unter.

An einem einzigen Kristalle wurde an zwei Flächen das Pentagondodekaeder a $\langle 190 \rangle$ gemessen. Die Flächen waren ziemlich schmal, aber glatt und scharf begrenzt und lieferten vorzügliche Reflexe. a scheint indes für dieses Vorkommen nicht häufig zu sein und ist in jeder Beziehung untergeordnet.

Die Flächen der Form c $\langle 100 \rangle$ sind von mittlerer Grösse und stehen in habitusbestimmender Hinsicht an zweiter Stelle. Wie schon gesagt wurde, sind die Würfelflächen häufig gestreift oder treppenartig gestuft.

Die nächst wichtige Form ist p $\langle 111 \rangle$. Sie gehört bereits zu den kleinen Formen. Die Flächen sind aber glatt und vielfach glänzend. An grossen Kristallen kann die Form sich oft bis zu mittlerer Grösse ausbilden, ist dann aber stets rauh und matt.

Die kleinern und formenreichen Pyrite vom Campolungo werden charakterisiert durch das persistente und zahlreiche Auftreten der Dyakisdodekaeder. Sie fehlen an keinem Kristall mit mehr als drei Formen.

Die festgestellten Diploeder gehören alle (ausser 517) in die Zone e:p $\langle 210 \rangle$: $\langle 111 \rangle$.

Unter den Dyakisdodekaedern nimmt die Form x $\langle 321 \rangle$ den ersten Rang ein. In den meisten Fällen sind alle drei Flächen von s entwickelt; sie sind klein, aber glatt und ziemlich glänzend.

R $\langle 517 \rangle$ wurde nur an einem einzigen Kristall an zwei sehr kleinen und schlecht ausgebildeten Flächen festgestellt. Die Reflexe erschienen verschwommen und sehr schwach, was den relativ grossen Unterschied zwischen den gemessenen und berechneten φ - und ϱ -Werten erklärt. Die übrigen Dyakisdodekaeder y $\langle 243 \rangle$ und * $\langle 425 \rangle$ traten nur mit je einer sehr schmalen Fläche auf. Trotzdem sind sie der verhältnismässig guten Übereinstimmung ihrer gemessenen und berechneten Winkelwerte wegen als sichere Formen anzusprechen.

Unter den Deltoidikositetraedern gelangt q $\langle 121 \rangle$ zur grössten Ausbildung und zwar mit relativ vollständiger Flächenentwicklung. Die Grösse und Oberflächenbeschaffenheit der Flächen ist sehr verschieden und dementsprechend schwankt auch die Güte der Signale.

w $\langle 233 \rangle$ wurde nur ein einziges Mal und mit einer Fläche ermittelt. Dieselbe war recht gross und glatt entwickelt und lieferte ein gutes Signal, so dass w auch angesichts der guten Übereinstimmung der Winkelwerte als bestimmt vorhandene, aber sehr untergeordnete Form bezeichnet werden darf.

Die Flächen des Triakisoktaeders u $\langle 221 \rangle$ zeigen sich nur an sehr formenreichen Kristallen und dann bloss selten in ihrer Gesamtheit. Sie sind meist klein bis sehr klein entwickelt, mattglänzend und reflektieren selten deutlich.

Nach ihren Häufigkeitswerten und auch in habitueller Beziehung sind sie ganz untergeordnet.

Über die Anordnung und Verteilung der Formen, ihre Wichtigkeit und Bedeutung im Zonenverband orientiert nachstehende Dreiecksprojektion:

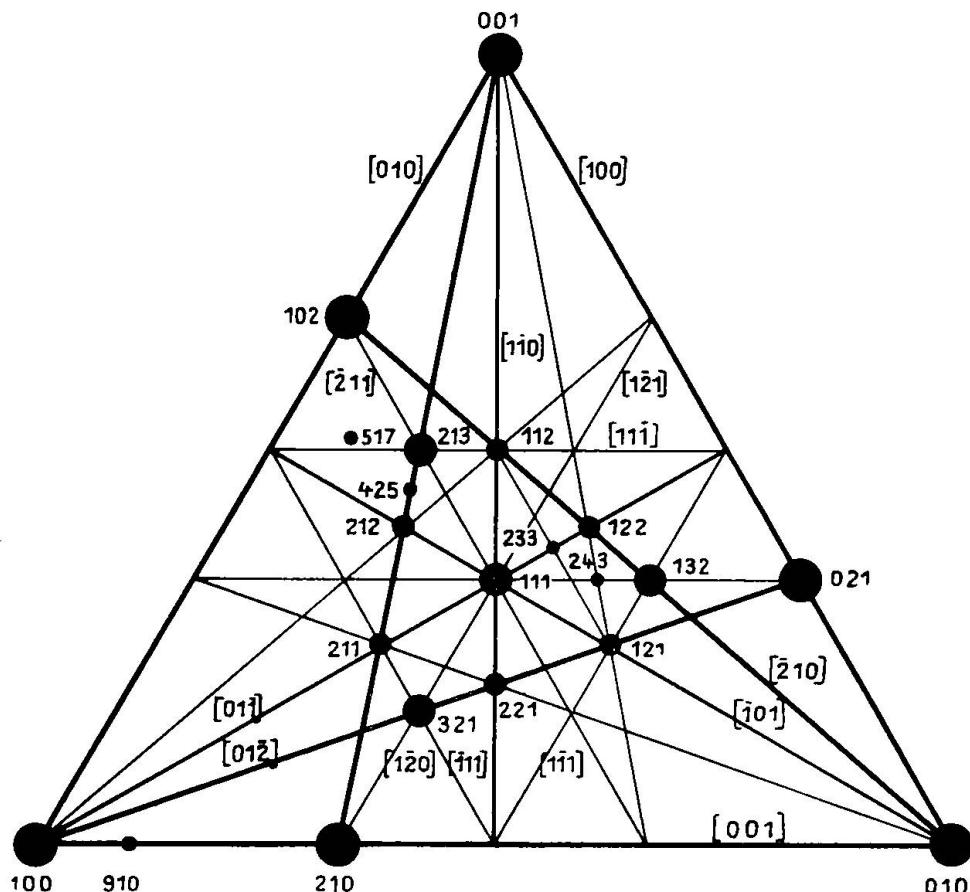


Fig. 12: Dreiecksprojektion aller am Pyrit vom Campolungo vorkommenden Formen und Zonen. Durch verschiedene starke Markierungen ist die Bedeutung derselben hervorgehoben.

Dem Pyritvorkommen auf Campolungo ganz analog ist dasjenige im Dolomit vom Binnental. Die Verbreitung der Pyrite ist jedoch im Binnental lokal und lagenweise eine bedeutende. Am Campolungo ist die Verteilung eher eine gleichmässige und lockere. Die Kristallgrössen schwanken in beiden Lagerstätten um die gleichen Ausmassen.

Der Binnentaler-Pyrit zeigt durchschnittlich eine mannigfaltigere Formenführung; sein Habitus wird bestimmt durch die Formen $\langle 100 \rangle$ und $\langle 210 \rangle$; am Campolungo-Pyrit herrscht der pentagondodekaedrische Typus vor. Im Binnental ist die Limonitisierung nur wenig verbreitet, und die Kristalle besitzen fast durchwegs frisches Aussehen mit speisgelber Farbe oder zum Teil bunte Anlauffarben.

Ferner sind deutliche paragenetische Unterschiede zu beobachten. Der Pyrit des Binnentals ist vielfach vergesellschaftet mit den bekannten Sulfosalzern, Realgar, Auripigment und Hyalophan. Keines dieser Mineralien ist jedoch im Dolomit des Campolungo zu verzeichnen.

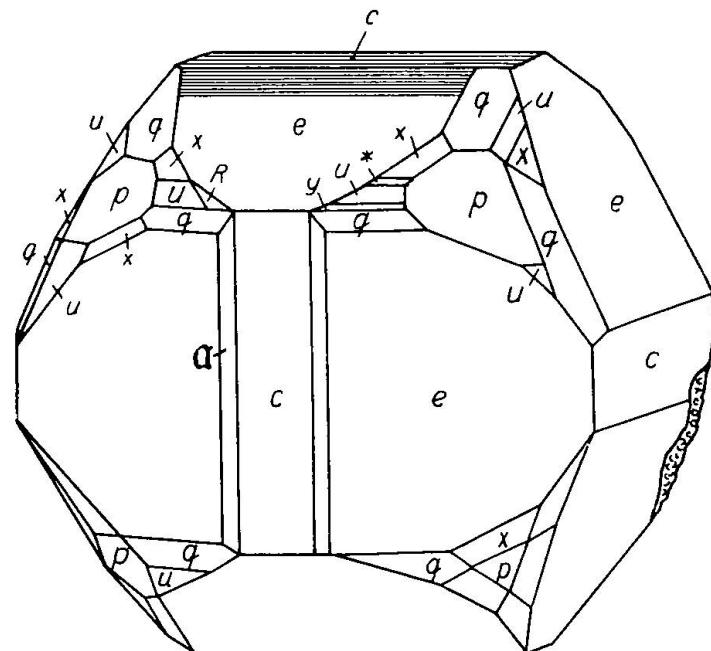


Fig. 13: Beispiel eines flächenreichen Campolungo-Pyrts (naturgetreue Zeichnung). Man erkennt den pentagondodekaedrischen Typus und die charakteristische ungleiche Flächenverteilung.

QUARZ

a) Vorkommen

Quarz ist im Dolomit des Campolungo ein recht verbreitetes Mineral. Man findet ihn besonders reichlich in der breiten Felslage der Alpe Cadonighino, im Dolomitband im Süden der Alpe Campolungo und, vornehmlich eng mit Turmalin vergesellschaftet, in dem Felskopf gegenüber der Sennhütte der Alpe Campolungo. Stellenweise beansprucht er bis zu 30 % und mehr vom gesamten Mineraliengehalt des Dolomitgestein. Nördlich des Passo Cadonighino, in der Korundfundstelle, wurde nirgends Quarz angetroffen.

Unter den mannigfaltigen Ausbildungsweisen dieses Minerals sind vertreten:

1. Kleine, bis 1 cm grosse Bergkristalle, farblos, sehr rein, klar und durchsichtig, glasglänzend und den berühmten Carraraqualitäten ebenbürtig. Diese Kristalle (erstklassige Oberflächenbe-

schaffenheit und möglichst geringe Verzerrung vorausgesetzt) konnten zur Genauigkeitsprüfung der für die verschiedenen Messungen benötigten Instrumente herbeigezogen werden.

2. Milchquarz. Er bildet grössere, oft auffallend langstengelige Kristalle. Die Flächen sind meist blind, uneben oder gerieft; die Enden sind vielfach nicht entwickelt. Der Milchquarz ist seltener als der Bergkristall. Beide Varietäten kommen hauptsächlich auf der Alpe Cadonighino vor. Sie sind stets einseitig aufgewachsen und ragen mit dem andern, ausgebildeten Ende in kleine Hohlräume und Spalten hinein. Die Prismen sind beim Bergkristall selten, beim Milchquarz häufig horizontal gestreift.
Daneben tritt Quarz auf:
 3. in unregelmässig verlaufenden Adern und Bändern;
 4. in körnigen dichten Massen;
 5. in unförmigen Knollen;
 6. in drusigen Aggregaten und
 7. als Gesteinsgemengteil in vorwiegend xenomorphen, einzeln zerstreuten Körnern, oder zu Nestern und Adern gehäuft.
 8. Zwillingsbildung sind undeutlich und sehr selten, wahrscheinlich nach dem Dauphinéergesetz.

Kryptokristalline Varietäten kommen nicht vor.

Nur in sehr seltenen Fällen finden sich kristallographisch gut umgrenzte Quarze in Nestern oder Schwärmen beisammen; meistens sind sie einzeln zerstreut oder höchstens in kleinen Gruppen von einigen Individuen. Schöne, klare und durchsichtige Bergkristalle zeigen nur kleine Körpermasse von 1—5 mm Länge und $\frac{1}{2}$ bis 2 mm Querschnitt, während die grössern, stets trüben Kristalle zu den Milchquarzen gerechnet werden müssen und mehrere Zentimeter gross werden.

b) Kristallographische Untersuchung

Der Quarz zeichnet sich auf dieser Lagerstätte durch seine Formenknappheit aus. Der sonst für die Tessiner Quarze allgemein bekannte und charakteristische „Tessinerhabitus“ (der sich aus einer Übereinanderreihung der steilen Rhomboeder ergibt und selbst in den kristallinen Schiefern des Campolungo gefunden wird) tritt im Dolomit des Campolungo nirgends zutage.

Die wenigen an Campolungo-Quarzen auftretenden Formen mit ihren gemittelten φ - und ϱ -Daten sind in Tabelle VII zusammengefasst. Sie zeigt eine ausserordentlich gute Übereinstimmung der gemessenen Werte mit den berechneten.

Tabelle VII. Quarz. Formenverteilung

Buchstabe	Formen	\propto	G e m e s s e n			Berechnet
			I	II	III	
b	$\langle 10\bar{1}0 \rangle$	φ	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'
		ϱ	90 00	90 00	90 00	90 00
			6	6	6	
r	$\langle 10\bar{1}1 \rangle$	φ	0 00	0 00	0 00	0 00
		ϱ	51 48	51 47	51 47	51 47
			3	3	3	
ϱ	$\langle 01\bar{1}1 \rangle$	φ	0 00	0 00	0 00	0 00
		ϱ	51 48	51 47	51 47	51 47
			3	3	3	

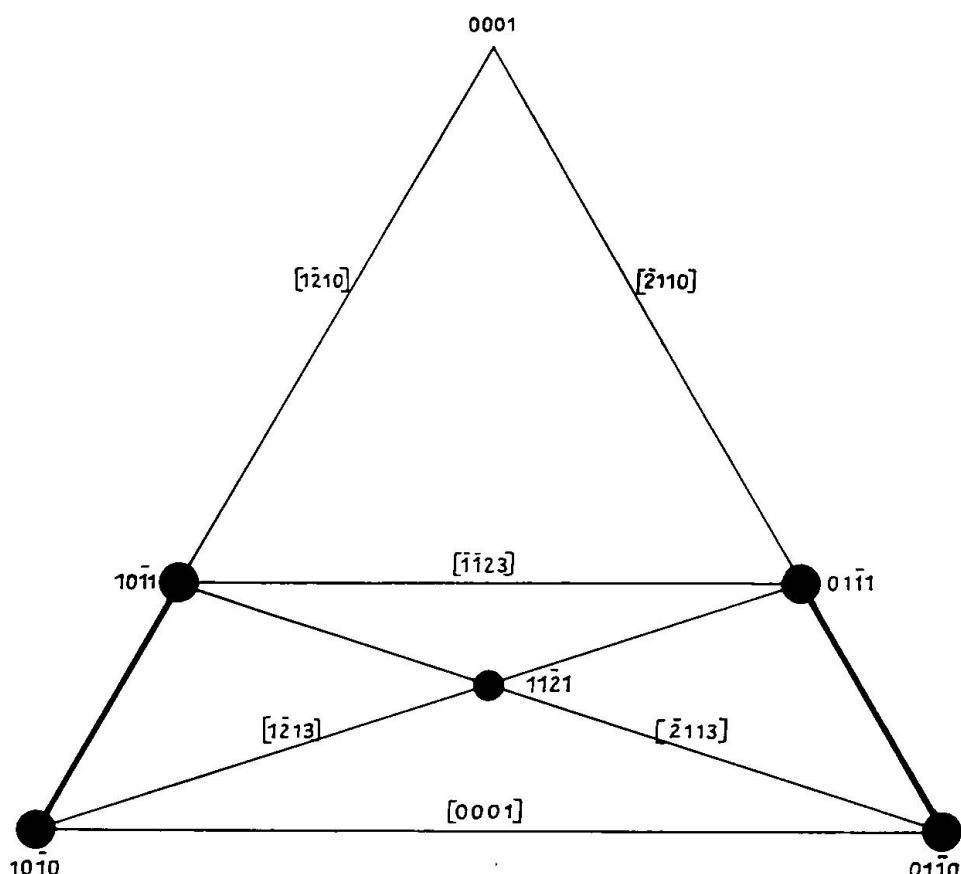


Fig. 14: Quarz. Winkeltreue Dreiecksprojektion.

Die Form $b\langle 10\bar{1}0 \rangle$ ist einziges Prisma. An den Bergkristallen besitzt es keine oder nur sehr schwache, an den Milchquarzen hingegen ausgesprochene, horizontale Streifung. Immer ist es parallel der Wachstumsrichtung = c-Achse langgestreckt und bedingt damit den für dieses Vorkommen typischen lang-säuligen Habitus. Daneben sind stets anwesend die beiden Rhomboeder $r\langle 10\bar{1}1 \rangle$ und $\varrho\langle 01\bar{1}1 \rangle$. Ihre Oberflächenausbildung lässt selten zu wünschen übrig. Die beiden Rhomboeder stehen miteinander entweder im Gleichgewicht

und bestimmen somit die hexagonale Tracht, oder eines der beiden herrscht vor und gibt dem Kristall rhomboedrische Gestalt. Es kann bei grösseren Individuen mitunter vorkommen, dass ihre Flächen uneben und schlierig gewachsen sind. Die trigonale Bipyramide $s\langle11\bar{2}1\rangle$ wurde nur einige wenige Male festgestellt. Diese Flächen waren ausserordentlich schmal und matt. Wegen ihrer Schmalheit liess sich keine Streifung erkennen.

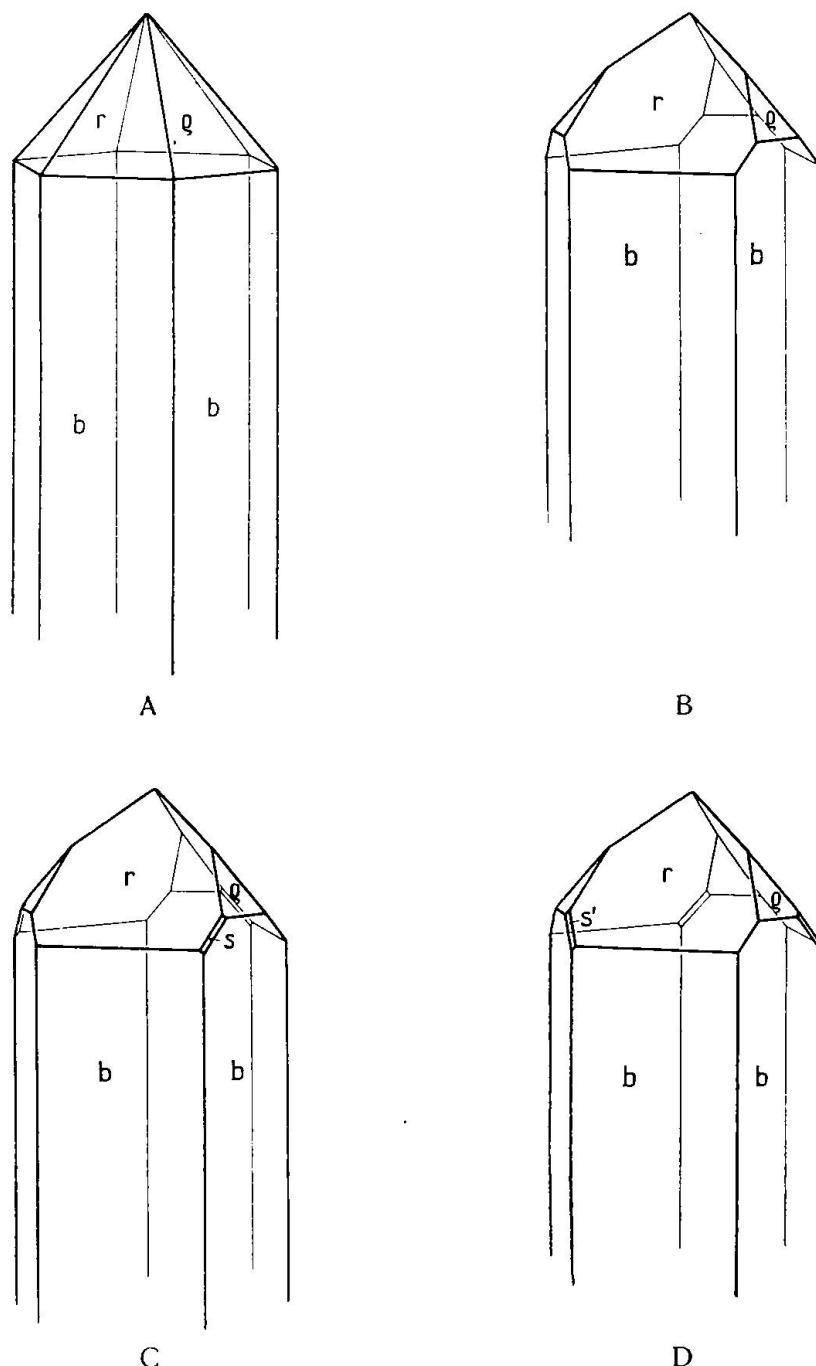


Fig. 15: Habitusbilder des Quarzes vom Campolungo.
 $b\langle10\bar{1}0\rangle$, $r\langle10\bar{1}1\rangle$, $q\langle01\bar{1}1\rangle$, $s\langle11\bar{2}1\rangle$ und $s'\langle2\bar{1}\bar{1}1\rangle$.

Bei A sind die beiden Rhomboeder im Gleichgewicht ausgebildet und formen damit die „hexagonale Tracht“. B zeigt das Vorherrschen von $r < 101 \rangle$, woraus sich die „rhomboedrische Tracht“ ergibt. C und D weisen die s- und s'-Flächen auf. Aus der Voraussetzung, dass r das gross entwickelte Rhomboeder sei und in positiver Stellung stehe, ergibt sich die oben gezeichnete rechte und linke Stellung von s.

c) Lichtbrechung

An einem ausgewählten Quarz wurden Dispersionsmessungen vorgenommen, mehr mit der Absicht, die Apparatur zu eichen, als unter der Annahme, den längst bekannten optischen Daten des Quarz neue Ergebnisse hinzuzufügen.

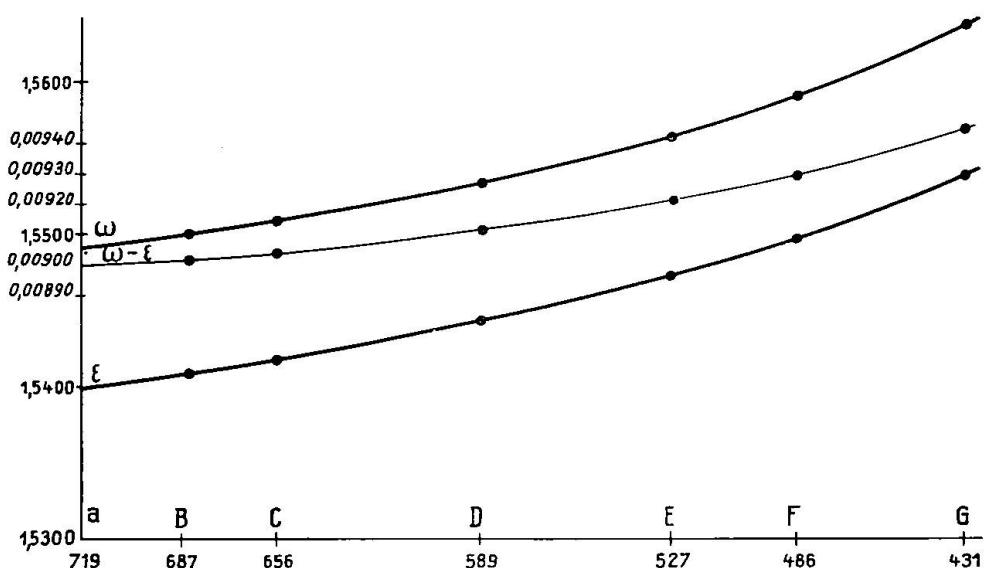


Fig. 16: Quarz. Dispersion der Lichtbrechung.

In der folgenden Zusammenstellung sind die aus zehn voneinander getrennten Ablesungen gewonnenen Mittelwerte der Dispersion des Campolungo-Quarzes wiedergegeben. Die Einzelabweichungen erreichten in einigen Fällen $\pm 0,00003$, blieben aber meistens erheblich darunter.

Linie	λ in $\mu\mu$	ϵ	ω	$\omega - \epsilon$
a	719	1,53978	1,54877	0,00899
B	687	1,54104	1,55006	0,00902
C	656	1,54190	1,55095	0,00905
D	589	1,54426	1,55338	0,00912
E	527	1,54718	1,55639	0,00921
F	486	1,54970	1,55898	0,00928
G	431	1,55420	1,56364	0,00944

Ein Vergleich dieser Daten mit den in andern Arbeiten veröffentlichten Dispersionen von Quarz zeigt eine sehr gute Übereinstimmung.

Die gegenseitigen mittleren Differenzen betragen maximal $\pm 0,00003$. Die Lichtbrechung für die Linie $a = 719$ ist etwas unsicher, da das Signal nur undeutlich zu erkennen war.

RUTIL

a) Vorkommen

Ähnlich wie im Binnentaler Dolomit, nur viel spärlicher, tritt auch im Dolomit vom Campolungo der Rutil auf. Man findet ihn in den Felsen zu beiden Seiten des Weges zwischen der Alp Cadonighino und dem Passo Cadonighino in schneeweissem, grauem und gelblichem zuckerkörnigen bis kompakten Dolomit. Die Kristalle sind entweder einzeln und unregelmässig im Gestein zerstreut und besitzen dann oft ansehnliche Grösse, oder aber sie bilden kleine Nester von sagenitartiger Verwachsung und Durchkreuzung. Derartige Netzwerke kleiden winzige Hohlräume aus oder überziehen und durchdringen kleine Quarzknoten. Bei diesem Vorkommen sind die Rutile meist klein, schmal und langäulig, nie aber faden- oder haarfein, wie man es aus den Rutileinschlüssen in Bergkristallen etwa kennt. An der Paragenese beteiligen sich fast alle Mineralien dieser Lokalität: Dolomit, Calcit, Phlogopit, grüner Turmalin, Quarz, Feldspat, Pyrit und feine Muskowitblättchen. Dieser Teil des Campolungo-Dolomits scheint allerdings nicht sehr rutilreich zu sein. Es gelang nur, einige wenige Stufen mit diesem Mineral zu sammeln.

Schönere und zahlreichere Rutilkristalle lieferte die braune, vorspringende Phlogopitbank einige Meter südlich und über dem Einschnitt des Passo Cadonighino. Der Dolomit dieser Fundstelle ist deutlich gelblich, erscheint aber von der Ferne wegen der starken Phlogopitanreicherung gelblichbraun. Er wird regelmässig von schmalen Bändern, bestehend aus Quarz, Phlogopit und dem nie fehlenden Pyrit, der auch sonst in kleinen Individuen im Gestein verstreut vorkommt, durchzogen. Weitere paragenetische Mineralien sind mikroskopisch kleine Apatite und Titanite, welche ebenfalls die genannten Bänder zu bevorzugen scheinen. Die Rutile findet man hauptsächlich an der verwitterten Oberfläche, meist einzeln, regellos verteilt, sehr selten zu Schwärmen geschart.

Zwischen den Rutilindividuen beider Lokalitäten bestehen keine bemerkenswerten Unterschiede, und man darf sie ruhig gemeinsam unter der Bezeichnung „Rutil vom Campolungo“ zusammenfassen.

Die Dimensionen der einzelnen Kristalle variieren von mikroskopisch kleinen Ausmassen bis zu solchen von 20 mm Länge und 8 mm Breite. Die Prismen sind vielfach stark gestreift oder gerieft, aber

immer gut und deutlich ausgebildet. Kristallographisch gut umgrenzte Individuen mit flächenreichen Prismenzonen und einem schön entwickelten Ende sind keine Seltenheiten. Zweiendige Rutile habe ich nie angetroffen. Überdies finden sich aber auch unregelmässige, zerfressene Kristalle mit verkümmerten Enden, sowie undeutliche, körnige Aggregate.

Die Farbe der Campolungo-Rutile wechselt zwischen rotbraun und grau- bis dunkelschwarz. In starkem Licht (Sonnenlicht) leuchten aus ihrem Innern kräftige braune und rubinrote Innenreflexe. Von den Bruchflächen und den glatten Kristallflächen strahlt metallartiger Diamantglanz; rauhe und blinde Flächen sind nur matt bis fettigglänzend. Die Spaltbarkeit ist leidlich vollkommen nach $\langle 110 \rangle$ und noch ziemlich gut nach $\langle 111 \rangle$. Die Strichfarbe ist leicht gelblichbraun.

b) Kristallographische Untersuchung

Der Habitus ist kurz bis langäugig, selten nadelförmig. Die Morphologie ist sehr einfach, indem blos zwei Schrägformen nachgewiesen werden konnten. Etwas komplizierter gestaltet sich die Prismenzone, in der noch eine Anzahl ditetragonale Prismen auftreten. In nachfolgender Tabelle VIII sind einige dieser typischen Variationen von Formenverbänden dargestellt. Es war dabei nicht notwendig, auf die grosse Fülle aller möglichen Kombinationen einzugehen, da in diesen Tabellen (wie ja auch bei den andern Mineralien) nebst den Kombinationen hauptsächlich die Winkelwerte einander gegenübergestellt werden sollten, um aus ihnen zugleich die Richtigkeit der Formendiagnose zu ersehen.

Die beiden Hauptformen $a\langle 010 \rangle$ und $m\langle 110 \rangle$ fehlen nie. Sie sind sogar zuweilen die einzigen Prismen und bilden mit der Grundpyramide zusammen die einfachste typische Rutilkombination (Fig. 18 A, S. 406). In den häufigsten Fällen sind die Flächen dieser Prismen ziemlich breit und glatt und besitzen den bekannten lebhaften Diamantglanz. An grösseren Exemplaren sind a und m fleckig matt, teilweise sogar angefressen, und nicht selten tritt eine feine Streifung parallel den Kombinationskanten auf, die sich aber nicht als Flächen deuten lassen.

Die ditetragonalen Prismen $h\langle 120 \rangle$, $l\langle 130 \rangle$, $r\langle 230 \rangle$, $x\langle 140 \rangle$, $k\langle 340 \rangle$, $q\langle 350 \rangle$, $u\langle 170 \rangle$ und $\psi\langle 490 \rangle$ entwickeln nur sehr schmale Flächen, die oft von einer Streifung kaum zu unterscheiden sind. Matte, fettig glänzende Oberflächen kommen selten vor. Der Wechsel dieser Formen in der Kombination der Prismenzone ist sehr mannigfach: Es kommen kaum zwei Rutile mit demselben Prismenverband vor.

Bedeutend formenärmer sind die pyramidalen Enden, die zudem stets nur einseitig ausgebildet erscheinen. Es konnten nur die Hauptformen $s\langle 111 \rangle$ und $e\langle 011 \rangle$ beobachtet werden, welche überdies viel seltener auftreten als die

Prismen; denn selbst an Rutilen mit gut gewachsener, deutlicher Prismenzone sind die Terminalflächen häufig unklar, halb oder gar nicht ausgebildet. In habitueller Beziehung haben sie nur geringe Bedeutung.

Tabelle VIII. Rutil. Formenverteilung

Buchst.	Form	\propto	Gemesse n (Mittelwerte)							Berech-net
a	010	φ ϱ	I 90 00 4	II 90 00 4	III 90 00 3	IV 90 00 3	V 90 00 4	VI 90 00 4	VII 90 00 2	00°00'
m	110	φ ϱ	45 00 90 00 4	45 00 90 00 4	45 03 90 00 4	45 00 90 00 3	45 00 90 00 4	45 00 90 00 4	45 01 90 00 4	45 00 90 00
h	120	φ ϱ			26 33 90 01 2	26 35 90 00 3	26 37 90 00 4	26 34 90 00 3	26 36 90 00 3	26 34 90 00
i	130	φ ϱ				18 29 90 03 1	18 26 90 00 3	18 25 90 00 2	18 30 90 00 2	18 26 90 90
r	230	φ ϱ					33 37 90 00 2		33 40 90 00 3	33 41 90 00
x	140	φ ϱ						14 00 90 00 2		14 02 90 00
k	340	φ ϱ				36 52 90 00 2	36 58 90 00 2		36 51 90 00 2	36 52 90 00
q	350	φ ϱ						30 59 90 00 1	30 58 90 00 1	30 58 90 00
u	170	φ ϱ						10 15 90 00 1		8 08 90 00
ψ	490	φ ϱ				23 57 90 00 1		23 55 90 00 2		23 57 90 00
e	011	φ ϱ		00 01 32 40 4	00 00 32 48 4	00 00 32 47 2	00 00 32 49 4	00 00 32 47 4	00 01 32 48 3	00 00 32 47
s	111	φ ϱ	45 00 42 20 2	45 00 42 18 4	45 01 42 19 2	45 00 42 18 2	45 00 42 19 4	45 00 42 20 4	45 00 42 20 3	45 00 42 19
Achsenverhältnis a : c			1:0,6441	1:0,6441	1:0,6443	1:0,6442	1:0,644	1:0,6442	1:0,6441	1:0,6442

Die Einheitspyramide s<111> erwies sich in fast allen Rutilen mit entwickeltem Ende als eine grosse, scharf begrenzte und sehr ebene Fläche mit gutem Reflexvermögen. Nur ausnahmsweise zeigte sich eine leicht gewölbte, matte oder verkümmerte Oberfläche. s<111> ist die wichtigste Form der pyra-

midalen Enden, die nicht selten von ihr allein gebildet werden (Fig. 18 A). Ihre gegenseitigen Polkanten werden aber an den meisten Kristallen durch die nächstwichtige tetragonale Pyramide $e\langle 011 \rangle$ gerade abgestumpft. Ihre Flächen sind schmal bis mittelgross, teils glatt und gut reflektierend, teils uneben, schlierig und matt. e ist etwas weniger häufig als die Einheitspyramide, gehört aber mit dieser zu den Hauptformen des Rutils.

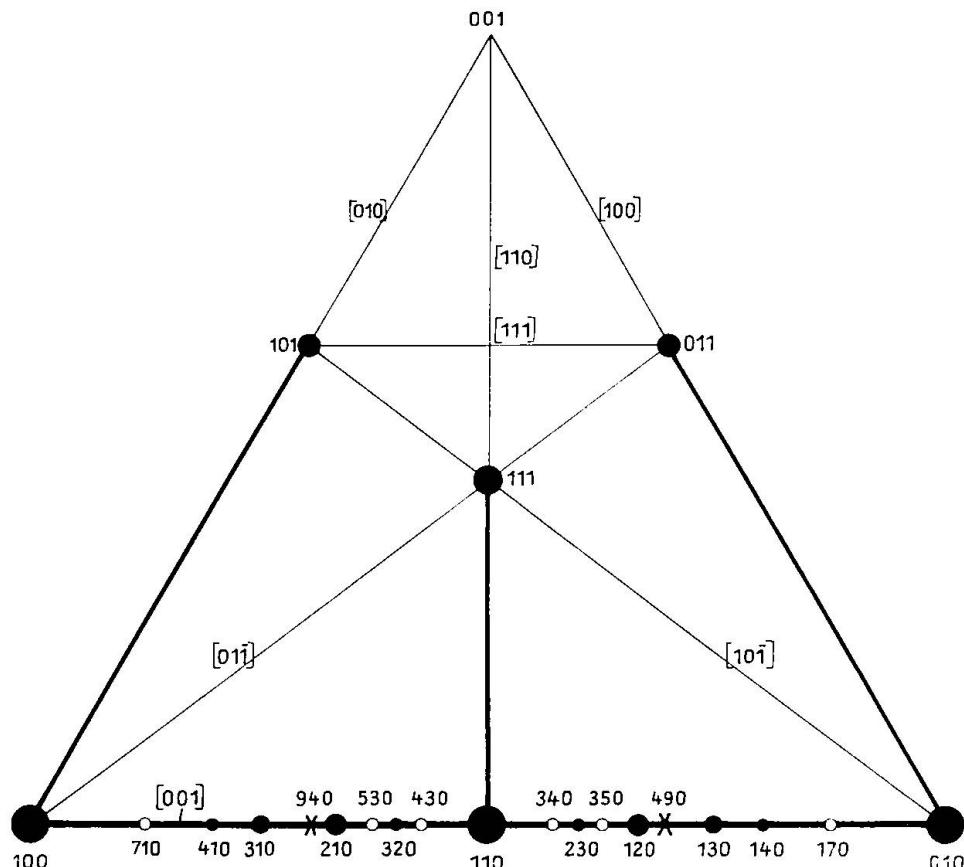


Fig. 17: Winkeltrue Dreiecksprojektion aller Formen des Rutils vom Campolungo. Die pyramidalen Enden sind sehr formenarm, umso stärker ist die $\langle 001 \rangle$ -Zone besetzt.

Zwillingsbildung. Trotz der starken Tendenz der Rutile zur Zwillingsbildung scheint das Vorkommen von Zwillingen für grosse Rutilkristalle des Campolungo-Dolomits eine grosse Seltenheit zu sein. Unter dem vorliegenden Material, das eine beträchtliche Anzahl gut kristallisierter Rutilkristalle umfasst, wurde nur ein einziger Zwilling gefunden. Es ist einer der für Rutil typischen Knie-zwillinge nach $\langle 011 \rangle$ mit folgenden Formen:

Individuum I: $\langle 010 \rangle$, $\langle 110 \rangle$, $\langle 120 \rangle$, $\langle 130 \rangle$, $\langle 230 \rangle$, $\langle 340 \rangle$, $\langle 111 \rangle$ und $\langle 011 \rangle$;
„ II: $\langle 010 \rangle$, $\langle 110 \rangle$, $\langle 120 \rangle$, $\langle 130 \rangle$, $\langle 340 \rangle$, $\langle 350 \rangle$, $\langle 111 \rangle$ und $\langle 011 \rangle$,

Die an diesem Zwilling gemessenen φ - und ϱ -Winkel der eben ge-

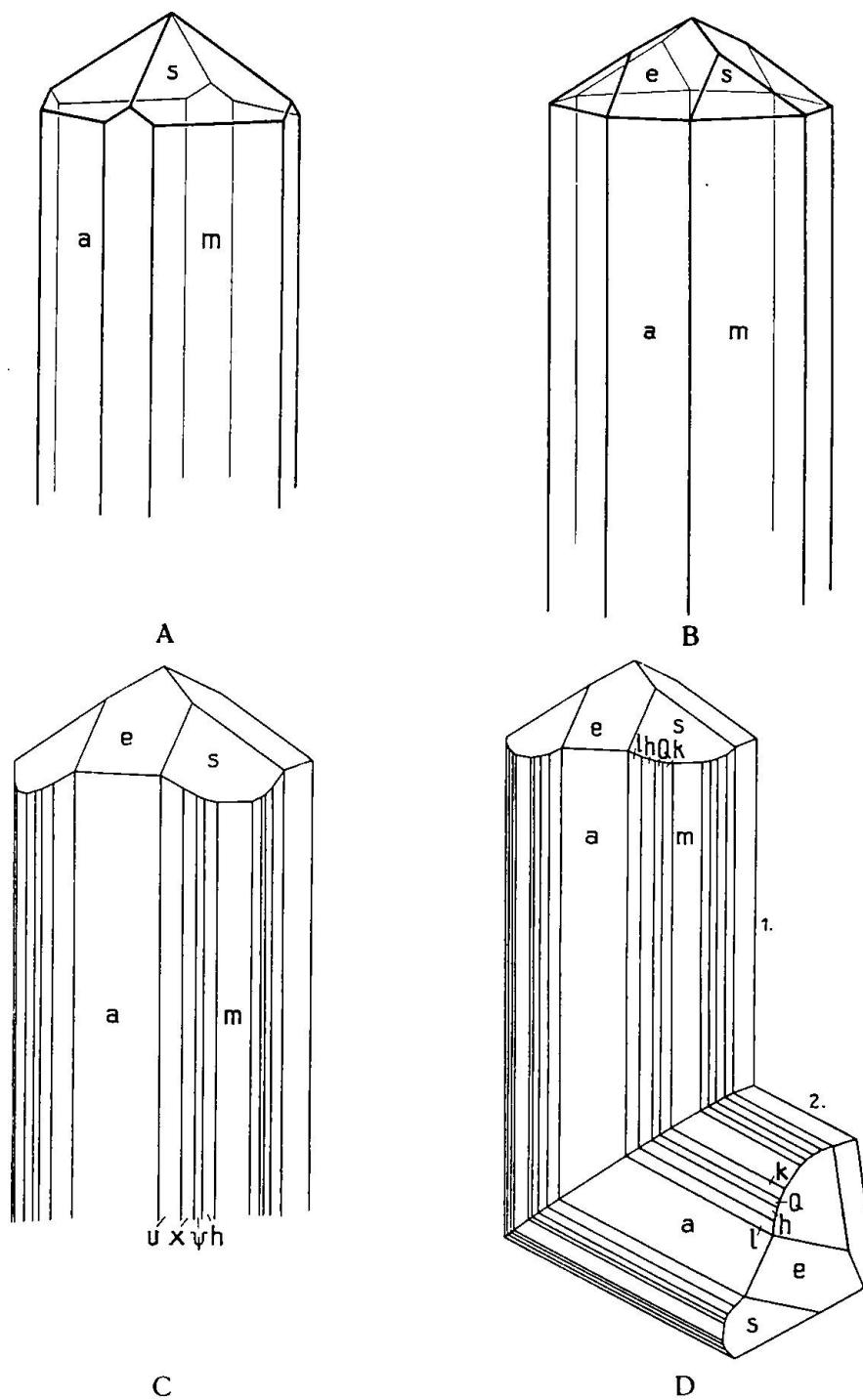


Fig. 18: Habitusbilder des Rutil vom Campolungo:
 $a \langle 010 \rangle$, $m \langle 110 \rangle$, $h \langle 120 \rangle$, $l \langle 130 \rangle$, $r \langle 230 \rangle$, $x \langle 140 \rangle$, $k \langle 340 \rangle$, $Q \langle 350 \rangle$, $u \langle 170 \rangle$,
 $\psi \langle 490 \rangle$, $e \langle 011 \rangle$ und $s \langle 111 \rangle$.

A veranschaulicht die typische, einfachste Rutilkombination. B zeigt die gerade Abstumpfung der Polkanten von $s \langle 111 \rangle$ durch $e \langle 011 \rangle$. Bei C treten in die Prismenzone neben a und m noch eine Reihe ditetragonaler Prismen. D ist der oben erwähnte Kniezwilling nach $\langle 011 \rangle$ mit ebenfalls recht formenreichen Prismenzenonen.

nannten Formen befinden sich in der Kolonne VII der Tabelle VIII; ferner wird der Rutil in Fig. 18 D dargestellt.

Auf die Eigentümlichkeit, in netzartiger, sagenähnlicher Verwachsung und Durchkreuzung kleine drusige Hohlräume auszukleiden oder Quarzmassen zu durchdringen und zu überdecken, wurde schon eingangs dieser Beschreibung hingewiesen.

Die unterhalb der Winkelkolonnen angegebenen Achsenverhältnisse beziehen sich auf die entsprechenden Kristalle und wurden berechnet aus den Werten der Formen $s\langle 111 \rangle$ und $e\langle 011 \rangle$. Sie ergeben abermals gemittelt das Achsenverhältnis

$$a:c = 1:0,64415,$$

welches dem theoretischen Wert von $a:c = 1:0,6442$ gleichkommt. Eine vollständige Zusammenfassung aller am Rutil vom Campolungo vorkommenden Formen mit ihren Zonenverbänden gibt Fig. 17. Die sehr starke Belastung der Prismenzone $[001]$ fällt auf. Diese wird dadurch zur Hauptzone, der gegenüber alle andern Zonen ganz zurücktreten. Durch verschieden grosse Punkte wird die Wichtigkeit der verschiedenen Formen noch eigens hervorgehoben.

Eine Unterscheidung zwischen den Rutilen der beiden Dolomitslagerstätten vom Campolungo und Binnental scheint sich auf den ersten Blick ziemlich schwierig zu gestalten. Beide besitzen dieselbe schwarze Farbe, denselben metallischen Glanz, kurz-prismatischen bis säuligen Habitus mit stark besetzter Prismenzone. Im Gegensatz zum Campolungo-Rutil zeichnet sich aber derjenige vom Binnental durch eine beträchtliche Anzahl von Schrägformen aus. (Vergl. H. BADER, Lit. 73.) Auch nach Paragenese und Ausbildung sind gewisse Unterscheidungsmerkmale möglich. Die Rutile vom Lengenbach sind immer sehr klein (maximal 0,5 mm) und vereinzelt. Grosse, oft bipyramidale Rutilkristalle finden sich vornehmlich in erzreichen Partien des dortigen Dolomits. Da aber am Campolungo (ausser den vereinzelten Fahlerzvorkommen) derartige Erzlagen fehlen, bleibt eine Verwechslung der beiden Rutilvorkommen bloss auf die kleinsten Individuen beschränkt.

SKAPOLITH

a) Vorkommen

Dieses Mineral wurde von F. MÜHLETHALER entdeckt und in seiner Arbeit über die Campolungo-Lagerstätte beschrieben (Lit. 60). Ausser in der von ihm angegebenen Fundstelle in der Alpe Campolungo findet sich der Skapolith mehr oder weniger angereichert auf

der ganzen Länge der südlichen Dolomitbankung. Besonders zahlreich tritt er in der Nähe der Turmalin-Fundorte auf.

Der Skapolith ist auf dieser Lagerstätte ausgesprochenes Gesteinsmineral, wobei er entweder einzeln zerstreut oder zu Nestern angehäuft vorkommt. Die sich vielfach über grosse Flächen ausdehnenden Nester zeigen in allen Fällen parallele oder fächerförmige Anordnung der Kristalle. Das Mineral wird begleitet von grünem Turmalin, Phlogopit, Pyrit, Grammatit, Quarz, Calcit und Disthen.

Die Farbe variiert von milchigweiss bis zu gelblichbraun. Gleichzeitig schwankt auch die Grösse, die bei meist geringem Durchmesser der Kristalle bis zu 3 cm erreichen kann. Die Skapolithe des Campolungo-Dolomits sind nie frisch, sondern zermürbt und stark zersetzt. Im Gegensatz zu den schönen, von C. TADDEI (Lit. 83) gefundenen Skapolithen vom Lago Tremorgio sind die vorliegenden Exemplare stets trüb, undurchsichtig und ziemlich weich.

b) Kristallographische Untersuchung

Sämtliche Skapolithkristalle zeigen langäuligen Habitus und sehr einfache Formenführung. Das Material konnte zufolge seiner schlechten Ausbildung nicht zu goniometrischen Messungen verwendet werden. Hingegen liessen sich mit der Lupe folgende Formen mit Sicherheit festlegen: $\langle 100 \rangle$ und $\langle 110 \rangle$ bilden als einzige Formen die Prismenzone und treten meistens zusammen auf. Die Oberflächen sind matt, häufig uneben oder zerfressen. Man erkennt vollkommene Spaltbarkeit nach $\langle 100 \rangle$, weniger gute nach $\langle 110 \rangle$.

Alle Kristalle werden nur von den Flächen der Zone [001] begrenzt. Die Enden sind verkümmert oder abgebrochen.

c) Lichtbrechung und Chemismus

Aufschlussreicher gestaltete sich die optische Untersuchung, die zwecks Unterordnung des vorliegenden Minerals in die Skapolithreihe vorgenommen wurde.

Die Lichtbrechung, bestimmt nach der Immersionsmethode, beträgt für Na-Licht

Linie	λ in $\mu\mu$	ω	ϵ	$\omega - \epsilon$	$\frac{\omega + \epsilon}{2}$
Skapolith D	589	1,5865	1,5580	0,0285	1,5723

Danach lässt sich mit Hilfe der von P. NIGGLI (Lit. 61) angegebenen und nachstehend beigefügten Beziehungskurve das Verhältnis vom Marialith-Anteil zum Mejonit-Anteil bestimmen (Fig. 19).

Somit enthält der Skapolith vom Campolungo ungefähr 71 Anteile Mejonit und ist demnach ein gewöhnlicher Mejonit oder Karbonatmejonit. Die von J. JAKOB ausgeführte Teilanalyse bestätigte obige Ausführung, indem die Karbonatprobe positiv ausfiel.

Skapolith ist im Campolungogebiet schon verschiedene Male gefunden worden. So z. B. von H. PREISWERK (Lit. 54/56) und in jüngster Zeit wieder von C. TADDEI (Lit. 83) am Lago Tremorgio. Die von J. JAKOB gemachte Analyse am Material der letztgenannten Fund-

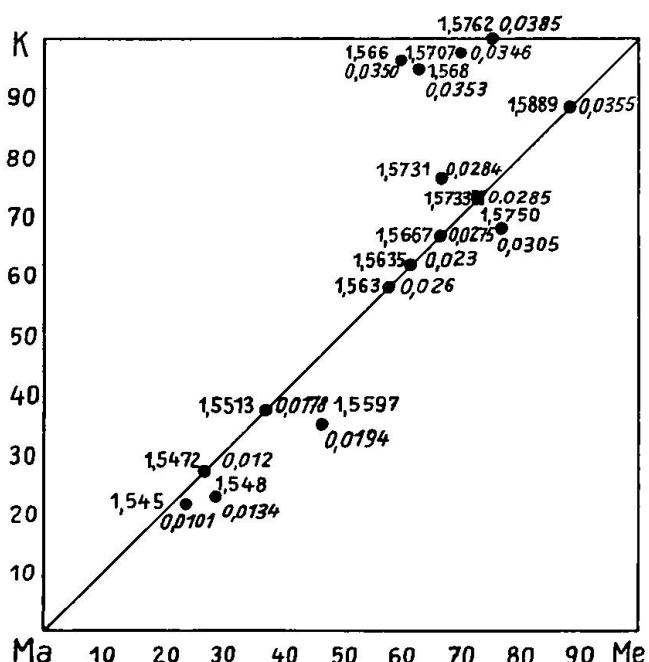


Fig. 19: „Graphische Darstellung der mittleren Lichtbrechung und der Doppelbrechung der Skapolithe in Abhängigkeit vom Chemismus. Auf der Abszisse ist das Verhältnis vom Marialithanteil zum Mejonitanteil dargestellt. Die Ordinate gibt den molekularen Prozentgehalt an Karbonatskapolith. Die mittlere Lichtbrechung ist in steiler, die Doppelbrechung in kursiver Schrift angegeben“ (P. NIGGLI).

Der quadratische Punkt zeigt die Stellung des vorliegenden Skapoliths in der Reihe.

stelle hat gezeigt, dass es sich auch dort um Karbonatskapolith handelt. Es scheint wahrscheinlich, dass eine Regionalmetamorphose die Bildung von Skapolithen im dortigen Karbonatgestein sehr gefördert hat.

TALK

Dieses glimmerähnliche, blätterige bis feinschuppige Mineral wird in den meisten Fällen zusammen mit den früher erwähnten

Grammatitbelegen und -büscheln angetroffen. Die Fundstellen sind deshalb: Alpe Cadonighino und beide Flanken im Norden und Süden des gleichnamigen Passes. In der Nähe von grünem oder schwarzem Grammatit wird kein Talk gefunden.

Man kann verschiedene Arten des Vorkommens unterscheiden. Entweder befinden sich einzelne Blättchen lose und unregelmässig im Dolomitgestein oder in den Grammatitbüscheln zerstreut, oder sie lagern sich in regelloser Anordnung zwischen die Nadeln der Grammatitbündel. Dann wieder bilden sich breite und dicke Lagen grosser, gleichgerichteter Talktafeln auf dem Gestein oder den flachen Grammatitbelegen. Ferner — und dies ist die häufigste Ausbildungsweise — ballen sich die Blättchen in wirrem Durcheinander zu grossen Knollen zusammen. In letzterem Falle sind die kristallographisch schlecht begrenzten, gegeneinander verbogenen und verpressten Individuen kaum einzeln voneinander zu unterscheiden.

In Gemeinschaft mit Talk kommen vor: Calcit, Quarz, Phlogopit, grüner Turmalin, gelegentlich Korund, Disthen, Pyrit, Skapolith und Muskowit. Eigentliche Pseudomorphosen nach diesen Begleitmineralien wurden nicht beobachtet.

Die Talkschuppen sind vielfach wellig gebogen, wodurch die optischen Untersuchungen störend beeinträchtigt werden. Die Farbe ist silberweiss, der Glanz perlmutter- bis fischschuppenartig. Grünlische Varietäten, wie sie in ältern Beschreibungen erwähnt werden, sind ziemlich selten und treten vorzugsweise in der Nachbarschaft von Fe-haltigen Mineralien auf. Auch der den Talk stets begleitende Grammatit ist dann zart gefärbt, entspricht aber nicht der bekannten grünen, breitstengeligen Abart. Diese grüne Färbung des Talks ist offenbar auf einen Gehalt an FeO zurückzuführen.

Nach der Immersionsmethode wurden folgende Werte der Lichtbrechung für die Linie D = 589 gefunden:

Talk	n_{α}	n_{β}	n_{γ}	A
silberweiss	1,5385	1,5886	1,5886	0,0501
grünlich	1,5391	1,5891	1,5891	0,0500

Die Daten sind etwas tiefer als die für Muskowit und Phlogopit, die Doppelbrechung ist von ungefähr gleicher Grösse. Der Talk ist nicht pleochroitisch.

Gegenüber den mürben, zersetzen Grammatitnadeln erscheinen die Talkblätter auffallend frisch. Sie haben sich offenbar aus dem Grammatit in einer Spätphase der Metamorphose gebildet.

TITANIT

Im Dolomit vom Campolungo ist der Titanit blos ein spärlich verbreiteter akzessorischer Gemengteil von gewöhnlich nur mikroskopischer Ausbildung. Makroskopische, kristallographisch begrenzte Individuen finden sich sehr selten. Vielfach sind diese grösseren Kristalle nur einseitig entwickelt. Auch die erkennbaren Flächen eignen sich nicht zu kristallographischen Messungen, da sie oberflächlich rauh und angegriffen sind. Trotzdem ist der Glanz dieser gelblich-grünbraun gefärbten Kristalle lebhaft diamantartig. Der Habitus ist flachprismatisch bis tafelig, und bei näherer Betrachtung erkennt man die Kombination der Form $\langle 001 \rangle$ mit einer Hemipyramide, wahrscheinlich $\langle 123 \rangle$. Die letzte Form scheint Spaltform zu sein.

Eher larvenförmig oder sonstwie xenomorph ist die Gestalt der Titanite in den Dünnschliffen. Es sind gelblichbraune, verschieden grosse Körner mit kräftigem Relief, grosser Doppelbrechung und deutlichem Pleochroismus. Sowohl die Stufen mit den oben beschriebenen grössern Kristallen als auch die Dünnschliffe entstammten der sehr phlogopitreichen Dolomitbank südlich über dem Passo Canonighino. Mit Titanit kommen noch Phlogopit, Calcit, Quarz und Rutil vor.

GRÜNER TURMALIN

a) Vorkommen

Eines der interessantesten und meistbeachteten Mineralien aus dem Dolomit des Campolungo ist der grüne Turmalin. Abgesehen von der guten kristallographischen Ausbildung und Schönheit ist es besonders die hellgrasgrüne bis spargel-apfelgrüne Farbe, welche dieses Mineral und seinen Fundort ausgezeichnet hat. In der Tat ist die Farbe sehr bemerkenswert; denn schon nach ihr unterscheidet sich der Campolungo-Turmalin von grünen Turmalinen anderer Lagerstätten, die meist dunklere Nuancen zeigen.

Die hellgrüne Farbe scheint eine charakteristische Eigenschaft für Turmaline aus Dolomitgestein zu sein. So ist ein ganz analoges Vorkommen im Binnentaler Dolomit bekannt (H. BADER, Lit. 73). Ein Vergleich der Campolungo-Turmaline mit den grünen Turmalinen des Binnentales zeigt indes, dass nur die kleinen, einige Millimeter grossen Individuen verwechselt werden können. (Sie besitzen denselben Habitus, dieselbe Farbe und Formenzahl und ähnliche Einschlussverteilung.) Grosse, klare und schön gefärbte Kristalle, wie sie aus dem Dolomit des Campolungo bekannt geworden sind, fehlen dem Dolomit des Binnentales vollständig. Die auf den Stufen sitzen-

den Turmaline aus den beiden Lokalitäten können an Hand der Paragenese leicht auseinander gehalten werden. Im Binnental kommt der Turmalin häufig zusammen mit Realgar und stets mit frischen speisgelben Pyriten vor. Am Campolungo tritt Realgar nie auf, und die Pyrite sind immer limonitisiert.

Ein weiteres analoges ausserschweizerisches Turmalin-Vorkommen soll in einem Dolomitlager in Calmeal de Balmut in Portugal auftreten. Literaturangaben darüber sind mir zwar nicht zugänglich gewesen, doch konnte ich Belegstücke aus diesem Fundort in der Sammlung von F. MÜHLETHALER in Bern einsehen.

Wenn man Campolungo-Turmaline vor sich hat, ist es nicht schwierig, sie nach ihren Fundstellen auseinander zu halten. Sie unterscheiden sich nicht nur durch ihre Paragenese, sondern auch durch die Farbe und andere Eigentümlichkeiten.

1. *Passo Cadonighino*. Diese Fundstelle lieferte ein ganzes Jahrhundert lang die grössten und schönsten Turmaline aus dem Campolungo-Dolomitlager. Die Grössen variieren besonders zwischen 3 mm Länge und 1 mm Durchmesser bis zu 15 mm Länge und 5 mm Durchmesser. Die grössern und grössten unter ihnen sind undurchsichtig bis durchscheinend, selten transparent und haben eine grasgrüne bis hell-smaragdgrüne Farbe, währenddem die kleineren Individuen oft absolut klar sind und von blassem Grasgrün bis zu gelblichgrünen Tönen spielen. F. MÜHLETHALER besitzt in seiner Sammlung sogar einen kleinen durchaus wasserklaren, weingelben Turmalin vom Passo Cadonighino. Die hier gewachsenen Turmaline sind meistens nur einendig ausgebildet, da sie entweder zu Nestern vereinigt oder einzeln auf dem Dolomit aufsitzen oder mit dem entwickelten Ende in kleine Höhlungen hineinragen. Es gehört nicht zu den Seltenheiten, dass der Turmalin mit Korund direkt verwachsen ist oder zumindest in unmittelbarer Nachbarschaft desselben kommt.

Weitere Mineralien der gleichen Paragenese sind: der fast nie fehlende, stark limonitierte Pyrit (locker zerstreut oder in Nestern), silbern glänzende Muskowitschüppchen, weisse, rhomboedrisch kristallisierte Calcitausblühungen, Diaspor und seltener weisser bis grünlicher Talk, Grammatit und hellblauer Disthen. Das Muttergestein ist weisser, zuckerkörniger, ziemlich kompakter Dolomitmarmor, oberflächlich teils grau, teils gelblich angewittert.

2. *Alpe Cadonighino*. Hier ist die Mineralienausbeute unvergleichlich mannigfaltiger und das Turmalinvorkommen viel reicher als oben am Passe. Sobald man auf dem Weg in den Dolomitkar

einstiegt, kann man in den südlichen Felsen fast bis zur Passlücke hinauf Turmaline finden und — neben turmalinarmen Stellen — besonders im oben erwähnten, schluchtartigen Tälchen Partien treffen, in denen man über hundert Turmaline in einem Raume von 1 dm² Fläche und 1—2 cm Tiefe findet. Leider kommen diese Turmaline jenen des erstgenannten Vorkommens an Qualität niemals gleich. Sie sind mit einem Höchstdurchmesser von 2 mm selten länger als 4 mm; ferner ist häufig ein Farbwechsel an ein und demselben Kristall wahrzunehmen, was darauf beruht, dass ein vom Keimpunkte her erfolgtes Einwachsen kleinster, weisser Dolomitkörnchen den untern Teil der Turmaline weisslich färbt, während die klaren Enden mit den Rhomboederflächen apfelgrün, jene mit der geraden Abstumpfung grasgrün sind, was bei der im allgemeinen wenig intensiven Färbung wahrscheinlich mit dem Matt der Endflächen zusammenhängt. Der Dolomit ist weiss, zuckerkörnig und ausserordentlich locker, wodurch eine zweiendige Ausbildung der Turmaline sehr begünstigt wurde. In der Tat findet man vielfach ausgezeichnet entwickelte, zweiendige Kristalle. Sie sind hier ausgesprochene, unregelmässig zerstreute Gesteinsminerale und kommen in engster Gemeinschaft mit Phlogopit, Pyrit, grünem und weisslichem Grammatit, Calcit, Skapolith, Disthen, Rutil und Titanit vor. Mit Phlogopit und Grammatit sind sie gerne unmittelbar verwachsen. Ich besitze eine Stufe, auf der sogar ein Turmalin ein Phlogopitblätterpaket durchdringt, was bestätigt, dass der Phlogopit älter sein kann als der Turmalin. Das Dolomitgestein ist stellenweise von der limonitisierten Oberfläche der Pyrite her gelblichbraun oder durch Witterungseinflüsse äusserlich grau gefärbt.

3. Alpe Campolungo. In einem weissen, zuckerkörnigen, aber ziemlich festen, reich mit Quarzadern durchzogenen Dolomit haben sich apfelgrüne bis grasgrüne Turmaline gebildet, die in ihrem Aussehen jenen des Passo Cadonighino ähneln. Die Karbonateinschlüsse sind nicht dicht und beschränken sich meist nur auf den innersten Kern, und die gut entwickelten Enden der nicht selten bis 15 mm langen und 3 mm dicken Kristalle sind glasklar und wunderschön grün. Die Quarzadern sind die besten Indikatoren für das Turmalinvorkommen; geht man ihnen nach, so kann man die Turmaline kaum verfehlten; sie sind oft mit Quarz untrennbar verwachsen. Auch hier fand keine Drusen- oder Hohlraumausfüllung statt, sondern die Turmaline sind rings von Dolomit umgeben. Die Anzahl der Begleitminerale hat sich stark vermindert. Man findet nur Quarz, Pyrit, wenig Phlogopit, Skapolith, weissen Grammatit (selten ein-

zeln, meist zu büschel- und garbenförmigen Aggregaten geordnet), etwas Cu-Erz und sehr selten Disthen. Dass der Pyrit älter ist, geht daraus hervor, dass einige dort gefundene Turmaline Pyriteinschlüsse enthalten. Dieser Fundort mit der geringen Ausdehnung von einem Meter im Geviert lieferte den erfreulichsten Fund, indem hier neben stark verzerrten und schlecht ausgebildeten Individuen drei gut entwickelte Turmaline mit dem grössten Formenreichtum gesammelt werden konnten. Ihre Farbe ist ausgesprochen spargelgrün, und infolge lockerer Karbonateinschlüsse sind sie schwach durchscheinend bis trüb undurchsichtig. Die mittleren Körpermasse schwanken um 6 mm in der Länge und 3,5 mm im Durchmesser. Das Wirtgestein ist weisser, zuckerkörniger, kompakter und mineralarmer Dolomit. In der Paragenese sind nur noch etwas Quarz, Calcit und bräunlichgrauer Phlogopit vorhanden. In der äussersten, grauen Verwitterungsschicht eines an sich weissen und zuckerkörnigen Dolomits wurde längs einiger Glimmeradern eine neue, in Bezug auf Vorkommen und Farbe stark von den genannten Turmalinen abweichende Varietät entdeckt. Die Kriställchen fanden sich im oberflächlichen Verwitterungsbelag des Dolomits herauspräpariert. Diese Turmaline sind schwärzlichgrau bis gräulich-olivgrün, schmal und langgestreckt, einendig und auffallend formenarm. Paragenetisch gesellt sich zu ihnen nur der Phlogopit.

Aus diesen Beobachtungen gelangt man zur Schlussfolgerung, dass, soweit bekannt, die grünen Turmaline nur im weissen, zuckerkörnigen Dolomit, nicht aber in den an und für sich schon mineralarmen, graphitführenden grauen Lagen vorkommen.

Aus den eben beschriebenen Lagerstätten wurde eine grosse Menge Turmaline gesammelt, sodass genügend Material zu vielseitigen Untersuchungen zur Verfügung stand.

b) Kristallographische Untersuchung

Der Habitus des Turmalins vom Campolungo ist ausgesprochen prismatisch und zeigt im allgemeinen nur geringfügige Variationen, welche die Breite der einzelnen Flächen betreffen.

Die Morphologie ist sehr einfach und ist durch das Auftreten der für das Mineral überhaupt wichtigsten Wachstumsformen gekennzeichnet. In Tabelle IX sind die festgestellten Formen mit ihren gemittelten Winkelwerten zusammengefasst. Es sind nicht die Ergebnisse aller Messungen, sondern nur die Vertreter der verschiedenen Formenkombinationen wiedergegeben.

Tabelle IX. Grüner Turmalin. Flächenverteilung

Buchst.	Formen		G e m e s s e n (Mittelwerte)								Berech-net
s	(11̄20)	φ ρ ρ	I 90°00' 00 02 6	II 90°00' 00 01 6	III 90°00' 00 01 6	IV 90°00' 00 04 6	V 90°01' 00 02 6	VI 90°00' 00 03 6	VII 90°00' 00 06 6	VIII 89°59' 00 00 6	90°00' 00 00
l	(10̄10)	φ ρ ρ		90 00 30 04 3	90 00 29 59 3	90 01 30 05 3	90 00 30 01 3	90 00 29 59 3	90 00 29 55 5	90 00 29 59 3	90 00 30 00
o	(02̄21)	φ ρ ρ	45 46 30 22 3	45 50 29 58 3	46 00 29 57 3	45 51 30 01 3	45 48 30 02 3	45 46 30 00 3	46 00 30 00 3	45 50 30 00 3	45 47 30 00
R	(10̄11)	φ ρ ρ		27 21 30 05 2		27 20 30 01 3	27 20 30 00 3	27 22 30 01 3	27 21 30 00 3	27 18 29 50 3	27 20 30 00
z	(01̄1̄1)	φ ρ ρ			27 21 30 06 3	27 21 29 57 3		17 19 30 02 3		27 18 29 59 3	27 20 30 00
r	(01̄1̄2)	φ ρ ρ							14 33 30 00 3	14 26 30 00 3	14 29 30 00
k	(0001̄)	φ ρ ρ					00 00 — —	00 00 — —	00 00 — —	00 00 — —	00 00 — —
Achsenverhältnis a : c		1:0,44741	1:0,44741	1:0,447405	1:447425	1:447420	1:447404	1:44745	1:44740	1:44745	

Im Anschluss an das Formenverzeichnis in Tabelle IX sollen hier in derselben Reihenfolge einige Bemerkungen über die Ausbildungsweise und die Häufigkeit des Auftretens der Formen folgen. Auf den ersten Blick erkennt man, dass die Turmaline dieses Fundortes sehr formenarm sind.

Die Flächen der Prismenzone sind am häufigsten vertreten. Da die Zone Haupt- und ausgesprochene Entwicklungszone ist, lässt sich die vertikale Streifung verstehen.

s (11̄20) ist der Häufigkeit des Auftretens nach und in habitueller Hinsicht die wichtigste Form und fehlt in keinem Formenverband (Form der Grundkombination). Sie ist immer gross ausgebildet und besitzt vielfach eine sehr feine vertikale Streifung. Diese kommt durch eine alternierende Ausbildung von s und l zustande.

l (10̄10) ist etwas weniger häufig, nie herrschend und in fast allen Fällen schmal bis sehr schmal; die oberflächliche Ausbildung ist oft vorzüglich mit guten, scharfen Reflexen. Die Form trägt in morphologischer Beziehung deutlich zur Hervorhebung der ditrigonalen Entwicklung der Turmaline bei.

Die Pyramiden: Die Endbegrenzungen sind bei zweiendig ausgebildeten Kristallen deutlich verschieden. Am einen Ende herrscht (immer vorausgesetzt, dass das entsprechende andere Ende entwickelt ist) vor:

o (02̄21). Es gehört zum elementaren Bestand jeder Kombination, fehlt an keinem der doppelseitigen Turmaline und steht in habitueller Beziehung für jenes Ende an erster Stelle. o ist immer gross bis sehr gross entwickelt und

hat oft ein etwas muscheliges oder löcheriges Relief. An seinem Ende kommt o allein oder in Verbindung mit

R $\langle 10\bar{1}\rangle$ vor, welche Form dort in schmaler, aber durchaus glatter Ausbildung nur eine untergeordnete Rolle spielt. Am andern Ende jedoch ist die zu ihr invers stehende, aber äquivalente Pyramide

z $\langle 01\bar{1}\bar{1}\rangle$ von fast ebenso grosser habitueller Wichtigkeit und ähnlicher Flächengrösse wie o. Sie kommt aber bei Vorhandensein dieses Kopfes hier nicht so häufig vor wie $\langle 02\bar{2}1\rangle$ auf der andern Seite.

Die Kanten werden hin und wieder abgestumpft durch die Form

r $\langle 01\bar{1}2\rangle$, die im übrigen für Turmaline vom Campolungo selten ist. Die Flächen sind glatt und glänzend und liefern sehr schöne Reflexe.

k $\langle 000\bar{1}\rangle$ ist immer eine durchaus ebene und gut ausgebildete Fläche. Von Bruchflächen, die sich durch glasigen Glanz und Bruch auszeichnen, lässt sich die Wachstumsfläche leicht unterscheiden. In wenigen Fällen ist sie matt.

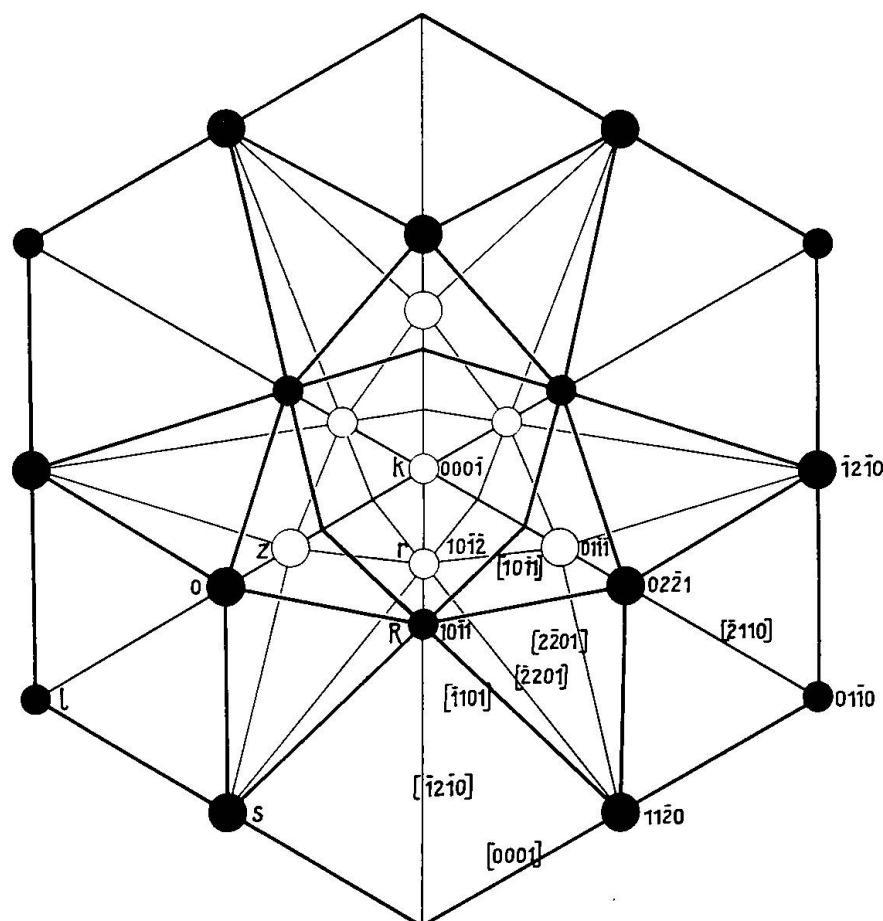


Fig. 20: Dreiecksprojektion aller gefundenen Formen des Turmalins und der dazu gehörenden Zonenverbänden.

Einen Überblick über die an Campolungo-Turmalinen vorhandenen Formen, ihre kombinatorische und habituelle Wichtigkeit in Verbindung mit den Zonenverbänden gewährt Fig. 20, in der die

Wichtigkeitsgrade mit verschiedenen Kreissymbolen unterschieden sind.

Aus allen berechneten Achsenverhältnissen ergab sich ein Mittelwert von

$$a:c = 1:0,44741,$$

was dem oft angegebenen Wert von

$$a:c = 1:0,44745$$

entspricht. Das Achsenverhältnis des grünen Turmalins vom Campolungo ist verhältnismässig klein und ändert sich, wie in späteren Darstellungen gezeigt werden soll, in seiner Abhängigkeit vom Chemismus mit dem spezifischen Gewicht und der Lichtbrechung.

Bei der Behandlung der zweiendigen Turmaline drängte sich die Frage auf, welches Ende das positive und welches das negative sei, i. e. welches der beiden Enden nach oben und welches nach unten zu liegen komme, und wie demgemäß die zweiendigen Turmaline aufzustellen seien. G. Rose (Lit. 10 und 11), der im Jahre 1836 doppelendige Turmaline untersucht und mittels Thermoelektrizität die Ungleichartigkeit der beiden Enden festgestellt hat, nannte analogen elektrischen Pol denjenigen, an welchem das algebraische Zeichen des Temperaturzuwachses dem Zeichen der dadurch erregten Elektrizität entspricht, antilogischen elektrischen Pol denjenigen, an dem sich diese Zeichen widersprechen. Der analoge Pol wird also durch Erwärmen positiv, durch Erkalten aber negativ. Weiter wurde beobachtet, dass sich meist die Kombination R $\langle 10\bar{1}1 \rangle$ und o $\langle 02\bar{2}1 \rangle$ am antilogischen und (Rose nennt diesen Verband für diesen Pol charakteristisch) die Kombination z $\langle 01\bar{1}\bar{1} \rangle$, r $\langle 01\bar{1}\bar{2} \rangle$ und k $\langle 000\bar{1} \rangle$ am analogen, also untern Pole befinden. Die gerade Endfläche kommt nur an dem Ende vor, das bei abnehmender Temperatur negativ wird. Daraus ergibt sich aus den an den vorliegenden Turmalinen beobachteten Formenkombinationen folgende Zusammenstellung:

Ende	Formenkombinationen
antilog	o $\langle 02\bar{2}1 \rangle$
antilog	o $\langle 02\bar{2}1 \rangle$ und R $\langle 10\bar{1}1 \rangle$
analog	z $\langle 01\bar{1}\bar{1} \rangle$
analog	k $\langle 000\bar{1} \rangle$
analog	z $\langle 01\bar{1}\bar{1} \rangle$ und k $\langle 000\bar{1} \rangle$
analog	r $\langle 01\bar{1}\bar{2} \rangle$ und k $\langle 000\bar{1} \rangle$
analog	z $\langle 01\bar{1}\bar{1} \rangle$, r $\langle 01\bar{1}\bar{2} \rangle$ und k $\langle 000\bar{1} \rangle$.

Zeichnen der Turmaline. Die meisten bis anhin hergestellten Turmalinzeichnungen zeigten eine etwas mangelhafte Übersicht über die Flächenverteilung an den beiden Enden. Es wurde daher nach der von R. L. PARKER angegebenen Methode (Lit. 75) eine neue Aufstellung gesucht, die alle Flächen zu überblicken gestattet. Auf graphischem Wege liessen sich die notwendigen Inklinations-

und Rotationswinkel finden, die den gewünschten Bedingungen Rechnung tragen. Es sind dies die Winkel

$$\psi = + 10^\circ 00' \text{ und } \omega = + 28^\circ 00'.$$

In Tabelle X sind diese Kantenazimute zusammengefasst.

Neue Tabelle der Kantenazimute für den Turmalin
Tabelle X. A. Kopfbild

	x	y
a_1	- 1	- 1,732
a_2	2	

Winkel $\psi = + 10^\circ 00'$

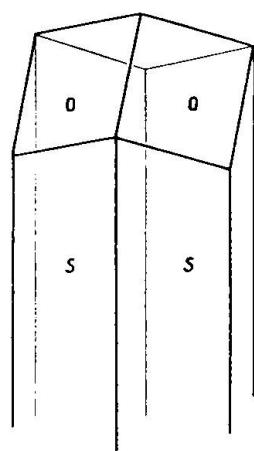
„ $\omega = + 28^\circ 00'$

	u v o	u \bar{v} o
010	- 80° 00'	
100	+ 40° 00'	
110	-- 20° 00'	- 70° 00'
120	- 50° 00'	
210	+ 10° 00'	

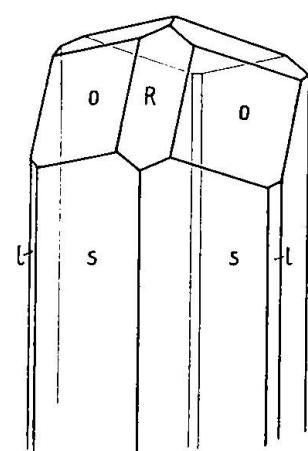
Tabelle Xa. B. Normalstellung

	x	y
a_1	- 0,6427	- 0,3596
a_2	+ 0,9848	- 0,0815
a_3	- 0,3420	- 0,44117
c	0	+ 0,3950

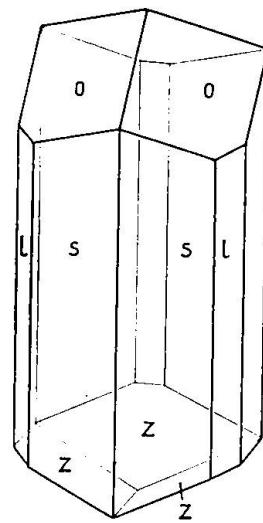
	u v w	u v \bar{w}	u \bar{v} w	u \bar{v} \bar{w}
001	0° 00'			
010	- 85° 25'			
100	+ 60° 40'			
110	- 37° 40'			
111			- 85° 55'	+ 80° 25'
112			- 72° 40'	+ 67° 45'
120	- 68° 55'			
121	- 84° 30'	- 55° 40'		
122	+ 78° 55'			
210	+ 20° 40'			
211	+ 37° 00'	+ 1° 30'		
212		+ 10° 50'		
221			+ 87° 15'	+ 73° 45'
241	- 76° 15'			- 73° 25'
421	+ 27° 00'	+ 17° 00'		



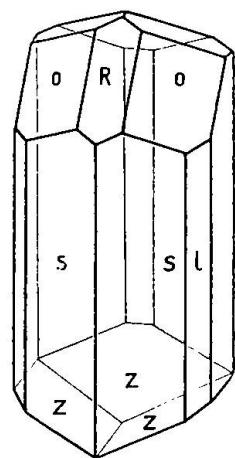
A



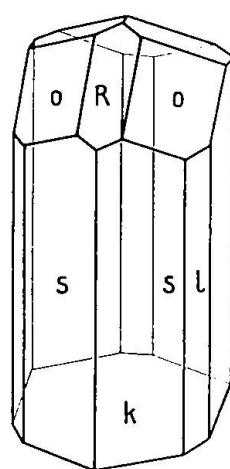
B



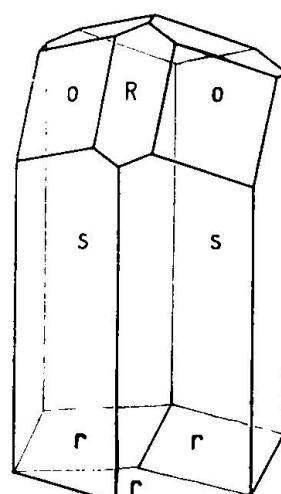
C



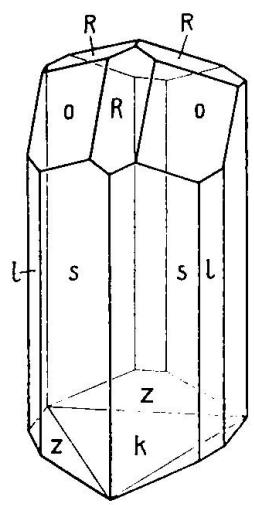
D



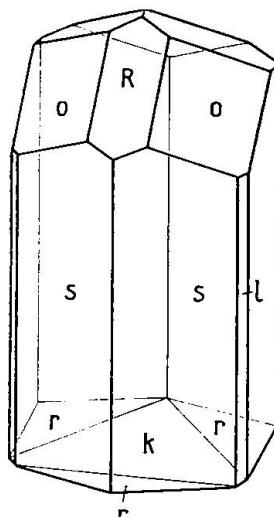
E



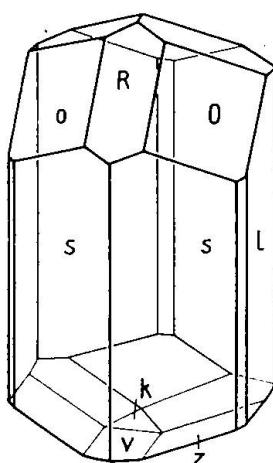
F



G



H



I*

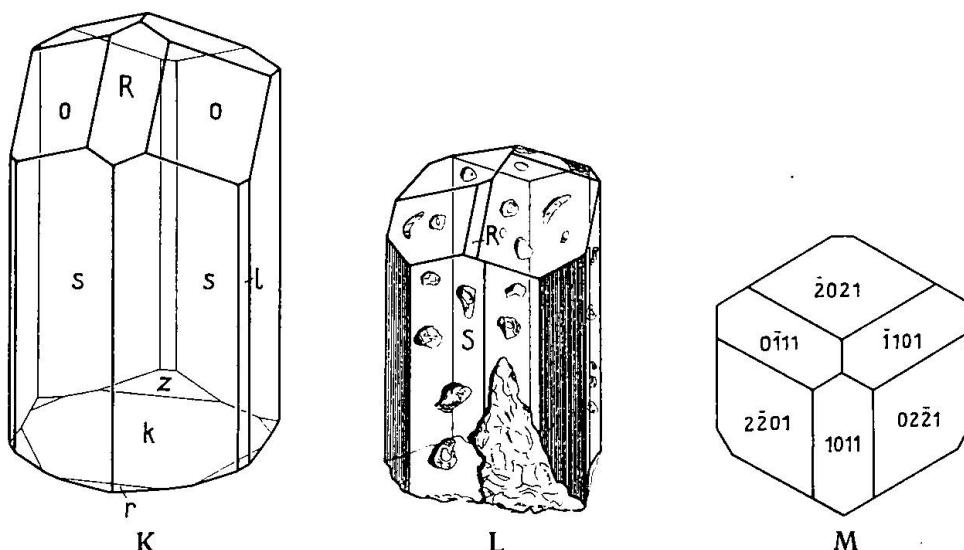


Fig. 21: Habitusbilder des Turmalin vom Campolungo.
 $s\langle11\bar{2}0\rangle$, $l\langle10\bar{1}0\rangle$, $o\langle02\bar{2}1\rangle$, $R\langle10\bar{1}1\rangle$, $z\langle01\bar{1}\bar{1}\rangle$, $r\langle01\bar{1}2\rangle$, $k\langle000\bar{1}\rangle$, $*v=r$.

A zeigt die ärmste Formenkombination und ist zugleich ein typischer Vertreter der Turmaline der Fundstelle No. 5. B besitzt ein vollständig entwickeltes antiloges Ende. Beide Kristalle sind einendig ausgebildet; die Hemimorphie kommt nicht zum Ausdruck. C ist ein Zweieriender, an dem an jedem Ende je eine charakteristische Form vertreten ist. D, E und F sind zweiseitige Kristalle, an denen nebst dem vollständigen antilogen Ende je eine Form des analogen Endes ausgebildet erscheint. In G und H tritt zur Form k je eine der beiden analogen Pyramiden hinzu. Die Hemimorphie ist bereits deutlicher, sie wird aber noch klarer in den Bildern I und K, deren beide Enden vollständig entwickelt sind. Während in I bei kleiner Basis die beiden Pyramiden gross gewachsen sind, wurden diese durch die grosse Endfläche in K auf sehr kleine Flächen zurückgedrängt. L ist eine typische Verzerrung, wie sie unter den Turmalinen vom Campolungo häufig anzutreffen ist. Man erkennt deutlich die Streifung in der Prismenzone, ferner löcherige Vertiefungen und schlierige Oberfläche an den andern Flächen. In der Fläche $\langle11\bar{2}0\rangle$ klafft ein glasiger Bruch. Aus dem Kopfbild M ist der durch s und l bewirkte neunseitige Querschnitt und der wichtigste Zonenverband ersichtlich.

c) Lichtbrechung

Die durchsichtige, glasklare Beschaffenheit eines Turmalins vom Passo Cadonighino und zwei absolut glatte Flächen der Form $s\langle11\bar{2}0\rangle$, die einen Winkel von genau $60^{\circ}00'00''$ einschlossen, ermöglichen direkt eine optische Untersuchung. Bestimmt wurden die Brechungsexponenten nach der Methode der minimalen Ablenkung, wozu der schon mehrfach erwähnte Monochromator das einfarbige Licht lieferte. Nachstehende Daten der Dispersion wurden durch Mittelung aus zehn Ablesungsserien gewonnen, wobei der mittlere Ablesungsfehler $\pm 0,0002$ betrug.

Linie	λ in $\mu\mu$	ω	ε	$\omega - \varepsilon$
a	719	1,6036	1,6228	0,0191
B	687	1,6041	1,6236	0,0194
C	656	1,6049	1,6246	0,0197
D	589	1,6074	1,6273	0,0199
E	527	1,6104	1,6305	0,0201
F	486	1,6134	1,6340	0,0205
G	431	1,6183	1,6401	0,0217

Zur Überprüfung der durchschnittlichen Richtigkeit dieser Ergebnisse wurde nach der Immersionsmethode nochmals die Lichtbrechung für die Natronlinie = D (589) bestimmt. Die Untersuchung ergab

	λ	ω	ε	$\omega - \varepsilon$
D	589	1,6075	1,6274	0,0199

was mit den obigen Angaben sehr gut übereinstimmt. Ferner wurde an zehn verschiedenen Turmalinen in Dünnschliffen mit dem BEREK'schen Kompensator die Doppelbrechung ebenfalls für die Natronlinie gemessen und ein Mittelwert von $\omega - \varepsilon 0,01993 \pm 0,0002$ erhalten. Auch dieser Wert stimmt gut mit den bereits erwähnten überein.

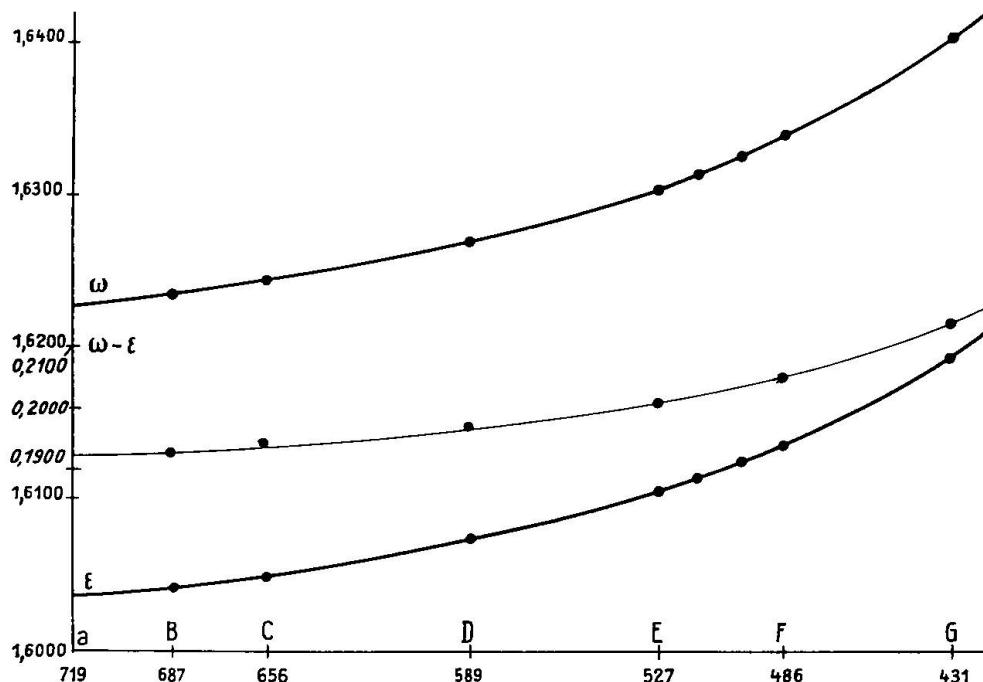


Fig. 22: Grüner Turmalin. Dispersion der Lichtbrechung.

Aus der Fig. 22 erkennt man, dass die Kurve für ω stärker steigt als jene für ε , demzufolge muss auch die Doppelbrechung von rotem zu blauem Lichte langsam grösser werden. Auffallend ist, dass beide Kurven der Lichtbrechung in ihrem ganzen Verlaufe in der zweiten

Dezimalstelle um zwei Einheiten tiefer liegen als die anderer, dunkler gefärbter Turmaline. Ein Vergleich mit den von E. A. WÜLFING (Lit. 42 u. 43) in Tabellen zusammengefassten Werten für die Dispersion der Turmaline lässt innerhalb der Gruppe der Magnesia-Turmaline eine gewisse Übereinstimmung erkennen. Seine Ergebnisse für den grünen Turmalin vom Campolongo weichen sehr wenig von den meinigen ab. In der Tat scheint eine tiefere Lichtbrechung für die magnesiareichen Glieder charakteristisch und nicht durch fehlerhafte Bestimmungen hervorgerufen zu sein; denn gerade bei diesen Magnesia-Turmalinen konnte die homogene Natur der einzelnen Vorkommen nachgewiesen und damit auch die Übereinstimmung der optisch untersuchten Individuen mit dem analysierten Material verdeutlicht werden.

d) Die Resultate der chemischen Untersuchung

Die chemische Analyse hat in sehr freundlichem Entgegenkommen Herr Prof. J. JAKOB vorgenommen und sie bereits im Vergleich mit andern Turmalinanalysen in den S. M. P. M. 1937 veröffentlicht. Vergleichshalber werden hier noch drei frühere und drei neueste Befunde einander gegenübergestellt:

	I	II	III	IV	V	VI	VII
SiO	35,94	39,26	38,64	38,94	35,46	36,03	36,01
TiO ₂	0,32	—	—	—	1,01	0,84	0,77
Al ₂ O ₃	31,08	38,33	41,12	41,30	32,37	32,79	32,70
B ₂ O ₃	11,20	(9,40)	8,73	8,80	10,45	9,56	10,66
FeO	0,54	4,51	2,14	2,16	2,26	2,16	2,59
MnO	0,05	1,12	—	—	0,03	0,03	0,03
MgO	13,07	1,02	1,65	1,66	10,73	11,07	10,99
CaO	1,31	—	2,26	2,28	2,71	2,49	2,28
Na ₂ O	4,41	2,43	1,40	1,41	1,64	1,54	1,09
K ₂ O	0,69	0,38	0,93	0,94	0,06	0,06	0,06
+ H ₂ O	1,28	2,41	2,45	2,47	3,29	3,41	2,72
- H ₂ O	0,00	—	—	—	0,00	0,00	0,00
F ₂	0,00	0,60	0,00	0,00	0,13	0,09	0,41
	100,05	99,46	99,32	99,96	100,14	100,07	100,31

- I. Ist die von J. JAKOB ausgeführte Analyse der Cadonighino-Turmaline. Hierzu wurde eine grössere Anzahl reinster Kristalle verarbeitet. Sie wurden pulverisiert, sodass zur Analyse ein einheitliches Pulver verwendet werden konnte (Lit. 81).
- II. Ist die an verschiedenen Orten und besonders von E. A. WÜLFING für seine Kurvenbilder verwendete Analyse von TH. ENGELMANN (Lit. 32).
- III. und IV. Wurden von O. MANN (Lit. 45) an wahrscheinlich sehr stark unreinigtem Material vorgenommen.

V., VI. und VII. Diese drei folgenden Turmalin-Analysen stammen von Turmalinen aus dem Karharia Stream in Kadarma, Brit.-Indien, und sind von J. JAKOB ausgeführt worden. Sie bieten typische Beispiele für Magnesia-Turmaline.

Zwischen den ersten vier Analysen bestehen derart grosse Unterschiede, dass man zweifelsohne annehmen darf, sie seien an chemisch verschiedenenartigen Turmalinen vorgenommen worden. Schon der geringe MgO-Gehalt schliesst eine Zugehörigkeit der Turmaline II, III und IV zur Magnesiagruppe aus, ferner ergibt sich aus den erhaltenen Zahlen für FeO mit Sicherheit, dass die früher oft mit dem grünen Turmalin aus dem Dolomit vom Campolungo in Beziehung gebrachten Analysen von TH. ENGELMANN und O. MANN nichts mit diesem zu tun haben. Der relativ hohe FeO-Gehalt von 4,51 % kann nur für den schwarzen Turmalin aus den kristallinen Schiefern am Lago Leid vom Campolungo gelten (vgl. Lit. 81), währenddem der

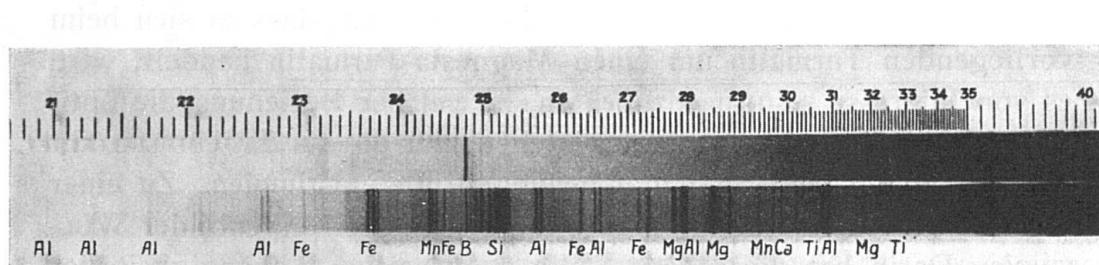


Fig. 23: Turmalin. Spektrographische Aufnahme.

FeO-Gehalt 2,14 bzw. 2,16 in den Analysen III und IV dem braunen Turmalin aus dem Dolomit des Campolungo entsprechen könnte.

Hier wird auch der Grund zu suchen sein, weshalb WÜLFING's Campolungo-Turmalin so stark von der allgemeinen Gesetzmässigkeit abzuweichen scheint. Er hat unbewussterweise ENGELMANN's Analyse mit der von ihm bestimmten Lichtbrechung des Magnesia-Turmalins in Beziehung gebracht. In dem sehr niedrigen FeO-Gehalt des grünen Turmalins vom Campolungo scheint mir die Ursache für die einzigartige, hellgrüne Farbe dieses Vorkommens zu liegen.

Das vollständige Fehlen von Fluor ist schon J. JAKOB aufgefallen, und ich gehe unbedingt mit ihm einig, wenn er behauptet, dass fluorhaltige oder gar fluorreiche Turmaline sich wohl ausschliesslich in Lagerstätten bilden, in denen Fluor überhaupt eine wichtige Rolle spielt. Dass jedoch Fluorit im Dolomit vom Campolungo vollständig fehlt, stimmt nicht; denn ich habe sehr schöne blauviolette Exemplare in MÜHLETHALER's Sammlung gesehen und selbst Fluorit in meinen Dünnschliffen festgestellt.

Um dem Analytiker zur Vornahme der qualitativen Analyse den Weg zu bereiten, wurde eine Spektralaufnahme ausgeführt (siehe Fig. 23). Bei der Auswertung wurden die Linien folgender Elemente festgestellt: Si, Al, B, Fe, Mg, Ti, Mn, Ca und Na.

Nach diesen Beobachtungen kann man, ohne vorangehende Analyse, schliessen, dass es sich bei dem hier untersuchten Mineral um einen Al-B-Silikat - Turmalin handelt, der gemäss der starken Mg-Linien der Magnesiagruppe angehören muss, q. e. d.

Es erübrigt nun noch, für die folgenden Ausführungen das spezifische Gewicht des grünen Turmalins vom Campolongo anzugeben. Aus mehreren Bestimmungen nach der Suspensionsmethode ergab sich ein Mittel von

$$D = 3,0534.$$

E. A. WÜLFING erhielt $D = 3,044$; ich muss aber obiges Ergebnis als richtig annehmen.

Nachdem der chemische Befund gezeigt hat, dass es sich beim vorliegenden Turmalin um einen Magnesia-Turmalin handelt, wird es von Interesse sein, nachzuprüfen, in welcher Beziehung die optischen Daten zu den chemischen stehen und ob die Ergebnisse mit den Resultaten früherer Untersuchungen übereinstimmen. Zu einer solchen Gegenüberstellung dienen am besten die Kurvenbilder WÜLFING's. Darin hat dieser Autor die gegenseitige Abhängigkeit der Doppelbrechung zum FeO-Gehalt einerseits, des spezifischen Gewichts zum FeO-Gehalt anderseits und des spezifischen Gewichts zur Doppelbrechung dargestellt.

Bezeichnet man den Ausdruck $\omega - \epsilon$ für die Linie $D = 589$, der in unserem Fall 0,01991 beträgt, als die mittlere Doppelbrechung, so lassen sich die gewonnenen Werte relativ gut in WÜLFING's Darstellungen einfügen (jedenfalls besser, als sein mit der Dispersion und dem spezifischen Gewicht der grünen Varietät versehener schwarzer Turmalin). Es sei hier zur Erläuterung eines dieser Kurvenbilder wiedergegeben (Fig. 24).

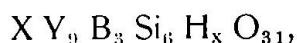
Immerhin scheint der hellgrüne Turmalin vom Campolongo gerade wegen seiner Abweichungen von den beiden erstgenannten Kurven in chemischer Hinsicht eine Sonderstellung einzunehmen. Seine chemische Konstitution wird keine einfache sein, verlangt aber nach weiteren Untersuchungen zur Abklärung.

e) Röntgenographische Untersuchung

Trotz mehrfacher Diskussionen¹⁾ ist der Chemismus der Tur-

¹⁾ MACHATSCHKI (Lit. 69). BUERGER (Lit. 80).

malingruppe bis heute noch nicht restlos geklärt. Nach F. MACHATSCHKI sind die Turmaline aufzufassen als Silikate von der allgemeinen Formel:



wobei $X = \text{Na, K, Ca}$ und $Y = \text{Al, Ti, Fe, Mg und Mn}$ bedeuten. Diese Einheit soll in der Elementarzelle dreimal enthalten sein, so dass dieselbe insgesamt 93 O-Atome umfassen würde.

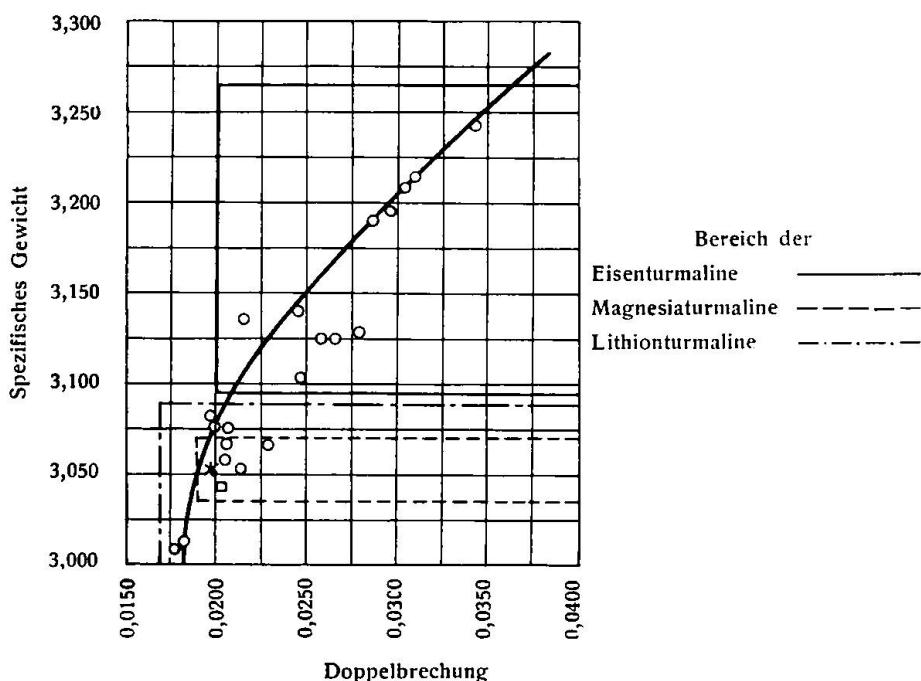


Fig. 24: Turmalin. Beziehungen von spez. Gew. und Doppelbrechung.

□ WÜLFING's Bestimmungen am Turmalin von Campolungo

* Meine " " " " "

Nachdem am vorliegenden hellgrünen Turmalin vom Campolungo gleichzeitig Dichte und Chemismus bestimmt worden waren, schien eine Ermittlung der Gitterkonstanten an demselben Material wünschenswert. Da das Achsenverhältnis bereits goniometrisch vermessen war, genügte es, die a -Kante der Elementarzelle zu bestimmen. Dieselbe wurde aus den Äquatorinterferenzen ($h k \bar{l} 0$) einer Dreiaufnahme mit [0001] als Drehachsachse unter Verwendung von Fe-K- und Cu-K_α-Strahlung bei einem Kamera-Radius von 58,5 mm bestimmt. Die Auswertung der Aufnahme mit Cu-K_α-Strahlung ist in Tabelle XI wiedergegeben.

Durch Extrapolation auf $\vartheta = 90^\circ$ wird $\frac{1}{3a^2} = 0,00130 \pm 0,00001$

und hieraus

$$a = 15,96 \pm 0,02 \text{ Å}^{\circ}\text{E.}$$

Tabelle XI. Grüner Turmalin. Bestimmung der
Gitterkonstante a aus den Reflexen $(h k \bar{i} 0)$

No.	Int.	θ	$\sin^2 \frac{\theta}{\lambda^2} = \frac{1}{3a^2} (h^2 - hk + k^2)$	$(h k \bar{i} 0)$
1	m	9°54'	0,0125 = 0,00138 · 9	(3 0 3 0)
2	st	11 24	0,0165 = 0,00137 · 12	(2 2 4 0)
3	st	15 00	0,0283 = 0,00135 · 21	(4 1 5 0)
4	ss	17 00	0,0361 = 0,00134 · 27	(3 3 6 0)
5	s	19 48	0,0484 = 0,00134 · 36	(6 0 6 0)
6	s	20 36	0,0522 = 0,00133 · 39	(5 2 7 0)
7	m	23 00	0,0644 = 0,00134 · 48	(4 4 8 0)
8	s	25 00	0,0754 = 0,00132 · 57	(7 1 8 0)
9	sst	29 00	0,0992 = 0,00132 · 75	(9 0 9 0)
10	st	30 24	0,1081 = 0,00133 · 81	(5 5 10 0)
11	st	31 00	0,1119 = 0,00133 · 84	(8 2 10 0)
12	st	32 48	0,1238 = 0,00133 · 93	(7 4 11 0)
13	sst	36 12	0,1472 = 0,00132 · 111	(10 1 11 0)
14	st	37 24	0,1557 = 0,00133 · 117	(9 3 12 0)
15	m	39 30	0,1707 = 0,00132 · 129	(8 5 13 0)
16	s	42 12	0,1904 = 0,00132 · 144	(12 0 12 0)
17	s	42 48	0,1948 = 0,00132 · 147	(11 2 13 0)
18	ss	44 24	0,2019 = 0,00129 · 156	(10 4 14 0)
19	s	47 00	0,2257 = 0,00132 · 171	(9 6 15 0)
20	ss	49 12	0,2429 = 0,00132 · 183	(13 1 14 0)
21	s	50 12	0,2491 = 0,00131 · 189	(12 3 15 0)
22	s	50 48	0,2534 = 0,00132 · 192	(8 8 16 0)
23	m	52 24 α_1	{ } 0,2657 = 0,00131 · 201	(11 5 16 0)
24	s	52 46 α_2		
25	st	56 54 α_1	{ } 0,2970 = 0,00132 · 225	(15 0 15 0)
26	s	57 00 α_2		
27	ss	59 12 α_1	{ } 0,3122 = 0,00131 · 237	(13 4 17 0)
28	ss	59 30 α_2		
29	ss	60 30	0,3197 = 0,00131 · 243	(9 9 18 0)
30	st	67 00 α_1	{ } 0,3586 = 0,00131 · 273	(16 1 17 0)
31	st	67 20 α_2		
32	st	68 42 α_1	{ } 0,3673 = 0,00131 · 279	(15 3 18 0)
33	m	69 00 α_2		
34	s	72 00 α_1	{ } 0,3828 = 0,00131 · 291	(14 5 19 0)
35	ss	72 12 α_2		
36	st	75 00 α_1	{ } 0,3948 = 0,00131 · 300	(10 10 20 0)
37	m	75 30 α_2		
38	st	78 30 α_1	{ } 0,4064 = 0,00131 · 309	(13 7 20 0)
39	m	79 10 α_2		

Daraus berechnet sich c mit dem früheren Wert $c/a =$

$$0,447 \text{ zu } c = 7,14 \text{ Å}^0 \text{ E.}$$

Ältere Messungen an Turmalinen ergaben (ohne gleichzeitige chemische Kennzeichnung des untersuchten Materials):

(Machatschki) $a = 16,02 \text{ Å}^0 \text{ E, } c = 7,22 \text{ Å}^0 \text{ E, } c/a = 0,449.$
Lit. 69

(Buerger) $a = 15,93 \text{ Å}^0 \text{ E, } c = 7,15 \text{ Å}^0 \text{ E, } c/a = 0,449.$
Lit. 80

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen BUERGER's, wonach der Turmalinstruktur das Gitter R zu Grunde liegt, sind alle beobachteten Reflexe von der Form $(h-k) = 3n$.

Mit den obigen Gitterkonstanten ergibt sich als Volumen der Elementarzelle: $V = 1574,84 \text{ \AA}^3$, daraus mit der oben angeführten Dichte = 3,05₃ die Elementarmasse: $M = 4808,61 \cdot 10^{-24} \text{ gr}$.

Die Berechnung der Atomzahlen führt zu nachstehendem Ergebnis:

Grüner Turmalin. Berechnung der Atomzellen

Si	17,37	}	26,89	
B	9,52			
Al	17,70			

Corrigenda

S. 427, 9. Zeile von oben, ist zu lesen:

Atomzahlen statt Atomzellen

S. 428, ca. Mitte, beziehen sich die Zahlenwerte von x und y auf die dreifache Formel

Daraus folgt, dass beim untersuchten Turmalin in der Elementarzelle offenbar 90 Atome Sauerstoff und nicht, wie es die Formel von MACHATSCHKI verlangen würde, deren 93 enthalten sind. Die Zahl der aktiven Kationen beträgt (in Übereinstimmung mit der Formulierung MACHATSCHKI's) 54, wobei ziemlich genau Si + B = (Al, Fe + Ti + Mg + Mn) ist. Das Verhältnis O:(Si + B + Al + Fe + Mg + Ti + Mn) ist sehr genau 5:3 = 1,66, während es bei MACHATSCHKI 31:18 = 1,72 sein sollte.

Möglicherweise vertritt bei diesem Turmalin Al in geringen Mengen (0,27) Si. Das Verhältnis Si:B ist 17,37:9,52 = 1,82, also nicht ganz 2. Die Zahl der Kationen ist (auf MACHATSCHKI's Formel bezogen) im vorliegenden Falle auffallend hoch, nämlich 5,23 statt 3.

Berechnet man die beiden andern, ebenfalls von J. JAKOB analysierten Tessiner Turmaline, die zu gleicher Zeit publiziert worden sind (Lit. 81), gleichfalls auf die Basis von 90 O-Atomen, so erhält man:

Schwarzer Turmalin vom Valle della Madonna, Brissago			Schwarzer Turmalin vom Lago Leid, Campolungo		
Turmalin No. II			Turmalin No. III		
Si 18,60			Si 17,24		
B 8,64	}	27,24	B 9,71	}	26,95
Al 20,03			Al 17,90		
Ti 0,09			Ti 0,76		
Fe 5,35		26,36	Fe 2,45		27,00
Mg 1,89			Mg 5,89		
Mn 0,00			Mn 0,00		
Na 3,91			Na 2,54		
K 0,18		4,09	K 0,47		3,46
Ca 0,00			Ca 0,45		
F 0,00					
58,69			57,41		
O = 90,05		= 5 · 18,00	O = 90,00		= 5 · 18,00
OH= 0,68			OH= 3,05		
90,05 : 53,60 = 1,68			90,00 : 53,95 = 1,67		

Auch in diesen beiden Fällen bestätigt sich das Verhältnis: Zahl der Sauerstoffatome : Zahl der aktiven Kationen = 5:3 (Turmalin II = 1,68, Turmalin III = 1,67). Auf Grund hiervon dürfte bei den hier untersuchten Turmalinen, entgegen der von MACHATSCHKI aufgestellten Formel, die Summenformel gelten:



wobei die Grösse von x und y bei den untersuchten Turmalinen in der Grenze x = 3,46 — 5,23 und y = 0,68 — 10,64 liegt.

Im Anschluss an den grünen Turmalin soll hier noch das von F. MÜHLETHALER als „Beryll“ bezeichnete Mineral (Lit. 60) behandelt werden. F. MÜHLETHALER schreibt darüber:

„Recht beachtenswert erscheint mir das bisher nicht bekannte Auftreten von Beryll; er kommt als Seltenheit in kleinen langprismatischen, fast klaren Individuen von bläulich-grüner Färbung vor; Flächen: <1010>, <0001>.“

Da ich keinen Beryll gefunden hatte, wurde mir von F. MÜHLETHALER in freundlicher Weise eine kleine Originalstufe seiner Sammlung zur Verfügung gestellt. Zu einer genauen kristallographischen Messung war der Kristall nicht geeignet, doch liess sich mit der Lupe die einfache Kombination folgender Formen feststellen:

Das Prisma I. Stellung <1010> bildet breite Flächen, deren Kombinationskanten nur an einer Stelle durch das Prisma II. Stellung <1120> mit einer äusserst schmalen Fläche abgestumpft werden. Das

Ende begrenzt einzig die gerade Endfläche <0001>. Diese Kombination entspricht typisch dem grünen Turmalin. Auch dem ganzen Aussehen nach und in Bezug auf die eher grünliche als bläulich-grüne Farbe glaubte ich, dieses Mineral für einen der bekannten grünen Turmaline mit sehr einfachem Formenverband und entwickeltem analogen Ende halten zu dürfen.

Nach der Suspensionsmethode ergab sich das spezifische Gewicht:

$$D = 3,0499.$$

Die Lichtbrechung liess sich wie folgt bestimmen:

Linie	λ in $\mu\mu$	ϵ	ω	$\omega - \epsilon$
D	589	1,607	1,627	0,020

Sie stimmt mit dem Na-Wert der am grünen Turmalin vom Campolungo nach der Methode der minimalen Ablenkung ausgeführten Dispersionsbestimmung recht gut überein und liegt im Bereich der Lichtbrechung für Turmaline, währenddem die Lichtbrechung für Beryll unter 1,600 liegt. Um Zweifel auszuschalten und mit grünem Turmalin einen direkten Vergleich zu ziehen, wurde an fein pulverisiertem Material eine Sprektralanalyse vorgenommen.

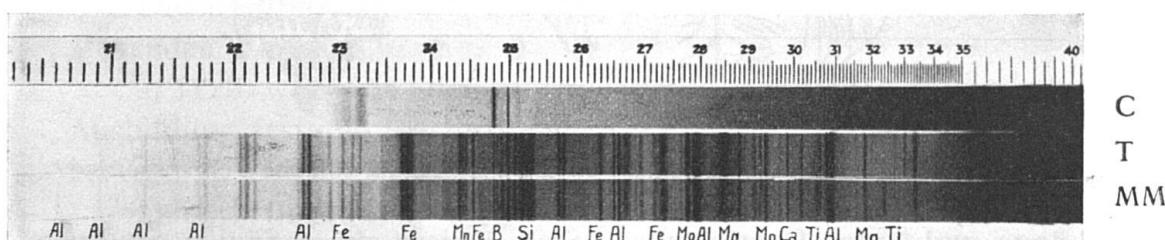


Fig. 25: C = Kohle. T = grüner Turmalin vom Campolungo. MM = Mineral von F. MÜHLETHALER.

Die Spektren der zwei miteinander verglichenen Mineralien zeigen eine tadellose Übereinstimmung, und bei beiden sind die typischen Bor-Linien bei 2496,8 und 2497,7 deutlich erkennbar. Es wäre belanglos, auf die andern Linien noch einzeln einzugehen. Das von F. MÜHLETHALER als Beryll bezeichnete Mineral ist also unzweifelhaft grüner Turmalin.

BRAUNER TURMALIN

Hellbrauner Turmalin ist bedeutend seltener als grüner und wurde nur an einer einzigen Stelle angetroffen. Die Fundstelle befindet sich im untersten Teile der schon vielfach genannten Eintie-

fung in den Dolomitfelsen auf der Ostseite des Passo Cadonighino, sehr nahe der gleichnamigen Alp.

Der hellbraune Turmalin befand sich daselbst in einem zum Teil grauen, graphithaltigen, zum Teil bräunlichen, aber kompakten Dolomit mit zahlreichen Calcit- und Quarzknoten. An der Paragenese beteiligen sich ferner Phlogopit, silberweisse Muskowitschüppchen und stark limonitisierter Pyrit. Die Farbe variiert vom reinsten Hellbraun bis zu schmutzigem Ölbraun. Die hellbraunen Turmaline sind ziemlich klar, kantendurchscheinend und besitzen einen lebhaften Glanz, währenddem die andern vollkommen undurchsichtig, schwach reflektierend bis matt und recht unansehnlich sind. In allen Fällen ist diese Varietät langprismatisch. Das grösste Exemplar hat 1 cm

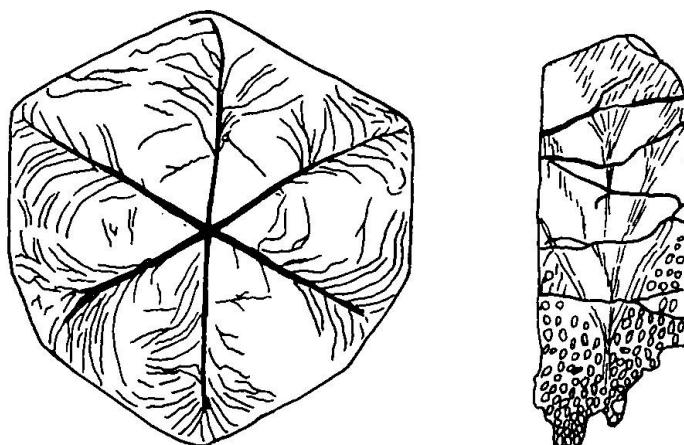


Fig. 26: Quer- und Längsschnitt durch braunen Turmalin. 10fache Vergrösserung.

Länge und 3 mm Durchmesser. Stets weisen diese Säulen Spuren starker Druckwirkungen auf, indem sie zerbrochen, ausgekerbt, gegeneinandergepresst und vielfach verbogen sind, sodass zuweilen solche Kristallfragmente büschelförmige Anordnungen bilden.

Sehr interessant erwies sich die mikroskopische Untersuchung. An den durchscheinenden Turmalinen fallen hell herausleuchtende, nach der Mitte der Kristalle hin zusammenlaufende Bänder und Streifen auf. An hergestellten Querschnitten ergab sich, dass es sich um Einschlüsse handelt, die streng nach dem Gesetze der hexagonalen Struktur der Turmaline orientiert sind. Einmal bilden diese Einschlüsse sechs sehr deutliche, nach den Kanten des von $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ gelieferten regulären Hexagons gerichtete schmale Bänder, die aus langgestreckten, mit Flüssigkeit gefüllten Hohlräumen, Karbonat- und Quarzkörnchen und Graphitblättchen bestehen. Innerhalb der Streifen liegen diese länglichen Körper im zentralsten Teile der Kri-

stalle genau radial, nach der Peripherie hin geht ihre Stellung zunehmend in eine verästelte, federförmige über.

Neben dieser Gruppierung zeigt sich manchmal noch eine andere, indem die Einschlüsse sich im Innern kranzartig zu einem Sechseck, welches parallel mit dem von den Flächen der Form $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ gebildeten Umriss verläuft, zusammenlagern. Mitunter schienen solche Gebilde ineinander geschachtelt zu sein. Im Längsschnitt erwiesen sie sich dann als mehrere ineinander gesetzte, aus jenen Einlagerungen bestehende Trichter, deren Spitze nach dem Kristallinnern und dem untern, inklusionsreichern Ende gerichtet sind. Wegen der am einen Ende stets verkümmerten Ausbildung der hellbraunen Turmaline liess sich diese Struktur nur einseitig beobachten¹⁾ (Fig. 26).

Zu kristallographischen Untersuchungen am Goniometer war das Material wegen der schlechten Entwicklung und der Rauheit der Flächen, die nur stark verschwommene Reflexschimmer gaben, nicht geeignet. Immerhin gelang es mittels einer kleinen Anlegekelle nach Vorbild D. F. WISER (wonach die für die einzelnen Formen in Frage kommenden Winkel in kleine Kartonkellen eingeschnitten und darauf an den Kristall angelegt werden) die wenigen auftretenden Formen zu ermitteln.

Die Prismen sind immer lang, schmal und oft die einzigen bestehenden Formen.

$s\cdot 11\bar{2}0\rangle$ wurde an allen Individuen in mehr oder weniger schöner Ausbildung festgestellt; nicht selten ist s sogar die einzige erkennbare Form. Die Streifung parallel der c-Achse ist oft sehr ausgeprägt.

Durch Hinzutreten der Form $1\langle 10\bar{1}0 \rangle$ wird die Säule neunflächig. 1 ist sehr schmal, bei guter Entwicklung aber glatt. Ihr Auftreten ist selten.

Eine terminale Begrenzung durch Pyramiden ist nur in wenigen Fällen vorhanden; zweiendige hellbraune Turmaline fanden sich nicht. Es zeigte sich höchstens an der einen Seite eine deutliche Endigung, während am entgegengesetzten Ende die Kristalle überhaupt keine scharfen Begrenzungsflächen besassen, sondern unter massenhaftem Überhandnehmen der Karbonateinschlüsse regellos im Dolomit endeten.

Mit Sicherheit liess sich nur die Pyramide $r\cdot 10\bar{1}\bar{1}\rangle$ feststellen. Ihre Oberfläche ist rauh und matt. Es scheint indessen, dass neben r noch die Pyramide $z\langle 01\bar{1}\bar{2} \rangle$, wie sich aus der relativ breiten Ab-

¹⁾ Es sei an dieser Stelle noch auf die von R. L. PARKER veröffentlichten Angaben (Lit. 58) hingewiesen, der in seinem Dissertationsgebiet ähnliche Beobachtungen an hellbraunen Turmalinen machte.

stumpfung der Kanten zwischen den Flächen des Hauptrhomboeders folgern lässt, vorkommt. Hin und wieder gesellt sich die Basis $k\langle 0001 \rangle$ zu dieser einfachen Kombination. Aus dieser Formenverteilung am einen Ende geht hervor, dass der hellbraune Turmalin aus dem Dolomit vom Campolungo nur das analoge Ende ausbildet, während das antiloge stets verstimmt bleibt.

Es ist möglich, dass die von K. SCHLOSSMACHER (Lit. 57) bestimmten hellbraunen Turmaline vom Gotthard eigentlich aus dem Dolomit des Campolungo stammen; denn die von ihm mitgeteilten Verhältnisse stimmen mit den vorliegenden ziemlich gut überein. Auch seine 11 Kristalle zeigten alle einseitige Ausbildung, wobei es sich ebenfalls um das analoge Ende handelte. Die Kanten der Hauptpyramidenflächen wurden gleichfalls durch eine schmale, weniger steile Form abgestumpft. K. SCHLOSSMACHER berechnete für jene hellbraunen Turmaline ein Achsenverhältnis von

$$a:c = 1:0,4499 \pm 0,0006.$$

Nach der Immersionsmethode ergaben sich an zwei Individuen folgende Grössen der Lichtbrechung:

Linie	λ in $\mu\mu$	ε	ω	$\omega - \varepsilon$
I. D	589	1,6182	1,6393	0,0211
II. D	589	1,6190	1,6410	0,0220

Die Lichtbrechung liegt demgemäß etwas höher als für den grünen Turmalin. Die Ursache hiefür, wie auch für die hellbraune Farbe, bildet wahrscheinlich der grössere Gehalt an FeO.

d) Chemische Untersuchung

Die chemische Analyse, deren Ergebnis bereits bei der Besprechung des grünen Turmalins auf Seite 422 angeführt worden ist, wurde im Jahre 1904 von O. MANN ausgeführt. Da angesichts der Menge der Einlagerungen, vor allem auch der Quarzeinschlüsse, kaum ein genügend reines Material erhalten werden konnte, vermag die Analyse, wie der Autor selbst aussagt, kein in allen Punkten einwandfreies Bild des Chemismus zu geben.

Zu einer genauen quantitativen Analyse reichte leider das Material nicht aus. Der Verfasser musste es bei einer vergleichenden Spektralanalyse bewenden lassen. Dazu wurde sehr feines, mit Salzsäure gereinigtes Pulver verwendet, wodurch störende Linien, die von Karbonateinschlüssen herrührten konnten, ausgeschlossen waren. Das Ergebnis dieser Untersuchung wird durch Fig. 27 dargestellt. Vergleichshalber wurde auch das Spektrum eines hellgrünen Turmalins vom Campolungo aufgenommen. Zwischen beiden Spektren fällt

im allgemeinen die gute Übereinstimmung der Linien auf. Die Auswertung der Linien ergab, dass das untere Spektrum wesentlich mehr Fe-Linien aufweist, woraus sich deuten lässt, dass die hellbraune Abart eisenreicher ist als die grüne. Darin wird auch die Ursache für die Verschiedenheit der Farbe und des optischen Verhaltens zu suchen sein.

Braune Turmaline werden ebenfalls im Dolomit des Binnentales gefunden. Sie unterscheiden sich jedoch von den soeben beschriebenen durch ihre mehr hellrotbraune Farbe und ihre schönere kristallographische Ausbildung. Auch die Art ihres Vorkommens ist verschieden. Während die hell-ölbraunen Turmaline vom Campolungo meist einzeln, unregelmässig zerstreut, selten in kleinen Gruppen sich vorfinden, sind die braunen Turmaline des Binnentals recht zahlreich zu Nestern angehäuft.

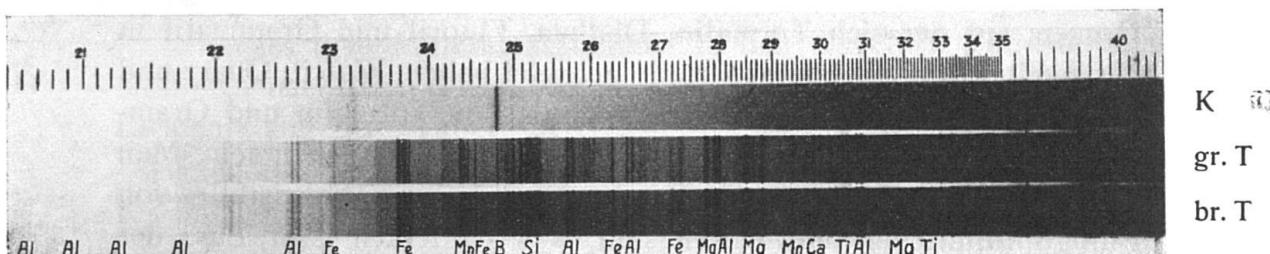


Fig. 27: Grüner und brauner Turmalin. Vergleich der Spektrogramme.
K = Kohle. gr. T. = grüner Turmalin vom Campolungo. br. T. = hellbrauner Turmalin vom Campolungo.

Im Gegensatz zum hellgrünen Turmalin scheint diese Varietät nicht ausschliesslich an Vorkommen in Dolomitgestein gebunden zu sein, sondern sich auch in ganz abweichenden Gesteinsarten vorzufinden.

Schwarze Turmaline, wie sie gelegentlich in der Kontaktzone Dolomit-Gneis im Binnental auftreten, sind im Campolungo-Dolomit nie gefunden worden.

Zusammenfassung

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln die Lagerstätte und ihre Mineralien im besondern behandelt worden sind, kann zusammenfassend folgendes gesagt werden:

Mit Ausnahme der grauschwarzen Grammatite (die nur im mausgrauen Dolomit vorkommen), des Pyrits und Phlogopits finden sich alle Mineralien im weissen, zuckerkörnigen Dolomit. Sie bildeten sich dort teils als Gesteinsmineralien, teils sowohl in Drusen wie

im Gestein; wieder andere kommen nur in Drusen vor. Dolomitkristalle und Quarze finden sich fast ausschliesslich in Drusen, während Calcit, Korund, Diaspor und Turmalin bald als Drusen — bald als Gesteinsminerale auftreten. Alle andern Mineralien sind ausgesprochene Gesteinsminerale. Insbesondere in den Drusen, aber auch im Gestein konnten sich die Mineralien grössstenteils vortrefflich entwickeln und vielfach zu scharfer kristallographischer Ausbildung gelangen. Anhand der Dünnschliffuntersuchungen sowie nach makroskopischer Beobachtung an den Stufen lässt sich für die beiden Hauptlagerstätten: Alpe Cadonighino und Passo Cadonighino folgende Ausscheidungsreihe aufstellen:

Alpe Cadonighino: Calcit, Quarz, Pyrit — Turmalin, Grammatit, Fluorit, Skapolith?, Disthen?, Fahlerz? — Phlogopit — Titanit, Rutil? — Talk, Limonit, Malachit, Azurit.

Calcit und Quarz bilden in den meisten Fällen die Wandung der Drusen, auf der sich Turmalin, Disthen, Fluorit und Grammatit in der zweiten Ausscheidungsperiode gebildet haben. Calcit, Quarz und Pyrit sind häufige Einschlussbestandteile von Turmalin und Grammatit, sie müssen also vor den Wirtmineralien entstanden sein. Man trifft bisweilen Stufen, auf denen einzelne Turmalinkristalle von Phlogopitblättchen umwachsen sind, was schliessen lässt, dass der Phlogopit erst nach dem Turmalin ausgeschieden wurde. Talk, Limonit, Malachit und Azurit sind typische Verwitterungsminerale, die also erst in jüngster Zeit gebildet wurden. Für Skapolith, Fahlerz, Rutil und Titanit haben sich keine sicheren Anhaltspunkte über ihre Stellung in der Ausscheidungsfolge ergeben.

Passo Cadonighino: Wie gezeigt wurde, unterscheidet sich diese Fundstelle durch das Auftreten reiner Tonerdeminerale vom gesamten übrigen Teil der Lagerstätte. Die Untersuchung des Gebietes spricht für folgende Ausscheidungsfolge:

Calcit, Pyrit — Korund — Turmalin, Diaspor, Disthen, Muskowit, Fuchsit, Chrysoberyll? — Limonit, Talk.

In den kleinen Drusen wie im Gestein bildet Calcit meistens die Unterlage der Korundkristalle, die ihrerseits wieder von Turmalin und Diaspor überkrustet sind. In einer früher erwähnten Stufe der Sammlung F. MÜHLETHALER befindet sich ein Rubin, umwachsen von Disthen. Es ist demzufolge anzunehmen, dass letzteres Mineral den Korund nachträglich umgeben hat, seine Entstehung also in eine spätere Periode fällt. Analoge Verhältnisse zeigen sich zwischen Korund und Muskowit. Fuchsit kann neben oder nach dem Muskowit entstanden sein. Für die Einreihung von Chrysoberyll bietet sich kein

Anhaltspunkt; er ist wahrscheinlich nach Korund entstanden. Talk und Limonit sind Verwitterungserscheinungen.

Einen Überblick über die charakteristische Verteilung der Mineralien auf die einzelnen Fundstellen gibt Tabelle S. 345.

Die kristallographische Untersuchung zeigte eine fast durchwegs einfache und fast arme Formenentwicklung.

In chemischer Beziehung fällt auf, dass alle analysierten Mineralien recht Fe-arm sind und, abgesehen von Fluorit, nie F enthalten. Speziell angesichts der spärlichen Vertretung von F im Dolomit auf Campolungo kann dieses Element nicht als aussergewöhnliche Beimengung der Karbonatgesteine gewertet werden. Für die weite Verbreitung von F in Kalksteinen liefern u. a. die sehr reichen Fluoritvorkommen in den Kalken des Säntis und an vielen andern Orten einen Beleg.

Gemäss dem Mineralvorkommen in den einzelnen Fundstellen lässt sich nachstehende Verteilung der an ihrem Aufbau beteiligten Elemente angeben (Tabelle XII).

Tabelle XII

	Al	Fe	B	Cr	Ti	As	Sb	S	Cu	Mg	K	F	Ca	Be
A. Cadonighino	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
P. Cadonighino N	*	*	*	*	*			*		*	*		*	*
P. Cadonighino S	*	*			*			*		*	*		*	
A. Campolungo	*	*	*					*		*	*		*	
P. Campolungo	*	*						*		*			*	

In der Reihe dieser zusätzlichen Elemente fallen nun besonders B, Cr und Be als für Karbonatstein scheinbar fremde Beimengungen auf. Dass B in marinen Sedimenten häufig vorkommt, hat sich aus neueren Forschungen wiederholt ergeben (Lit. 64) und ist heute eine bekannte Tatsache. Aber auch Cr scheint angesichts der reichen Rubinvorkommen in Oberbirma kein anomales Begleitelement in Karbonatgesteinen zu sein. Das Auftreten von Be ist hier nicht von Belang.

Somit ist anzunehmen, dass die Mineralien sich im Zeichen der Regional-Metamorphose ohne wesentliche Stoffzufuhr aus den früher genannten Ausgangsmineralien und den stellenweise reich verteilten Beimengungen im Dolomitgestein neu gebildet haben. Dabei kann die Herkunft des heutigen Mineralbestandes so erklärt wer-

den, wie dies in Tabelle XIII und XIV in schematischer Darstellung angegeben ist.

Tabelle XIII

Haupt-element	Zusätzl. Elemente	Ausgangs-Mineralien	Neugebildete Mineralien
Dolomit	Cu		
	Sb		Fahlerz
	As		
	S	Limonit	
	Fe		Pyrit
	C	Graphit	
	Si	Calcit	
	Al	Quarz	
	H	Ton	Quarz
	K		Grammatit
			Skapolith
			Phlogopit
			Muskowit
			Orthoklas

Für das Auskristallisieren von Dolomit, Calcit und Quarz bieten die Hauptkomponenten des Muttergestein ohne weiteres die notwendige Erklärung. Wie wir im petrographischen Teil gesehen haben, ist aber der Dolomit durch einen Tonerdeüberschuss gekennzeichnet, aus welchem zusammen mit Quarz der Disthen als reines Aluminiumsilikat entstand. Aus dem steten Verbundensein von Calcit und Quarz mit Grammatit lässt sich erkennen, dass das Mg-Ca-Doppelkarbonat so reagierte, dass der Magnesiumanteil unter Zurücklassen von CaCO_3 (Calcit) das Mg-reiche Silikat Grammatit bildete. Der Tonerdegehalt des Dolomits lieferte mit den Alkalien zusammen dort, wo genügend SiO_2 vorhanden war, Orthoklas oder Muskowit. Der magnesiumreiche Biotit wird im eisenarmen Gestein, wie es der vorliegende Dolomit ist, zum blonden Phlogopit. Bei mangelndem Alkaligehalt entstand der Mejonit. Er benötigte zu seiner Entstehung ebenfalls keinerlei Materialzufuhr. Die Bildung von Fahlerz ist wahrscheinlich infolge geringer Erzausscheidungen während der Dolomitbildung möglich geworden.

Etwas schwieriger gestaltet sich die Frage nach der Entstehung der mehr seltenen Mineralien: Korund, Diaspor, Disthen, Turmalin, Rutil und Titanit. Doch auch hier lässt sich die Bildung aus den bereits im Gestein vorhandenen Beimengungen erklären (siehe Tabelle XIV).

Dass Korund an Stelle von Disthen schon bei relativ niedrigen Temperaturen entstehen kann, falls SiO_2 fehlt, ist bekannt. Der Ton-

erdeüberschuss des Gesteins lieferte dazu den Stoff. Die färbenden Elemente Fe, Cr und Ti konnten ebenfalls vom Dolomitgestein geliefert werden. Das wasserhaltige Tonerdemineral Diaspor kann sich neben oder statt Korund gebildet haben. Es ist bereits erwähnt worden, dass marine Sedimente immer einen erheblichen Gehalt an B aufweisen. Dies ermöglichte zusammen mit dem Al_2O_3 - und SiO_2 -Gehalt die Turmalinbildung. Die spärlichen und nur lokal angereicherten Beimengungen Ti und F begünstigten stellenweise die Bildung von Rutil, Titanit und Flusspat.

Tabelle XIV

Haupt-elemente	Zusätzl. Elemente	Ausgangs-Mineralien	Neugebildete Mineralien
Dolomit	F		Fluorit
	C	Graphit Calcit	Calcit
	Ti		Rutil
	Si	Quarz	
	Al	Ton	Korund
	H ₂	Limonit	Disthen Diaspor
	Fe		
	B	tonig-eisen-schüssige Substanz	
	K	sedimentäre Borate	Pyrit
		Adsorption an Ton	Limonit

Die Minerallagerstätte vom Campolungo gehört somit zu den Lagerstätten ausgezeichneter Mineralien, die sich während der alpinen Metamorphose unter besonders günstigen Bedingungen in sich umwandelndem Gestein entwickeln konnten. In ältern Beschreibungen der Lagerstätte wurde gelegentlich von pneumatolytisch-magmatischer Einwirkung oder von älterer Kontaktmetamorphose gesprochen.

Für diese Annahmen bietet der Mineralbestand (wie gezeigt wurde) gar keine Anhaltspunkte. Auch für eine fern-magmatische Beeinflussung durch aufsteigende heiße Lösungen lassen die neueren Untersuchungen keinerlei positive Anzeichen erkennen.

Vergleich mit andern Gebieten

Unter den Dolomitlagern des Kantons Tessin ist der Dolomit vom Campolungo besonders mineralreich. Der hier beobachtete Mineralbestand kommt in seiner Gänze keinem der andern Dolomitgesteine zu. Es kehren stets nur die mit dem Dolomit in primärer Beziehung stehenden Mineralien: Quarz, Phlogopit, Pyrit und mitunter

Rutil wieder. So z. B. im Val Piumogna, im Val Piora und Val Canaria. Auch die zuckerkörnige Ausbildung ist vielfach weniger ausgeprägt, ja verschwindet überhaupt in den gotthardmassivischen, mehligen Triasdolomiten, die sehr viel Gips enthalten.

Tabelle XV. Die Mineralvorkommen des Campolungo verglichen mit denen des Binnentales

Ausschließlich Campolungo	Gemeinsam	Ausschließlich Binnental
Chrysoberyll	Apatit	Adular
Diaspor	Azurit	Albit
Disthen	Calcit	Aragonit
Grammatit	Dolomit	Arsenkies
Korund	Fahlerz	Auripigment
Labradorit	Fluorit	Baryt
Orthoklas	Fuchsit	Bleiglanz
Skapolith	Limonit	Cerussit
	Malachit	Hammlinit
	Muskowit	Hornblende
	Phlogopit	Hyalophan
	Pyrit	Ilmenit
	Quarz	Magnetit
	Rutil	Realgar
	Talk	Sulfosalze (außer Fahlerz)
	Titanit	Turmalin (schwarz)
	Turmalin, grün	Zinkblende
	Turmalin, braun	

Dem Campolungo sehr analog sind die bedeutenden schweizerischen Dolomitlagerstätten des Binnentals und des Baltschiedertals. Abgesehen davon, dass im Campolungo-Dolomit durchschnittlich ein gröberes Korn herrscht, sind die Gesteine aller drei Gebiete identisch. Die in den vorangegangenen Kapiteln angestellten Detailvergleiche haben die wesentlichen Unterschiede der Mineralführung zwischen dem Binnental und der vorliegenden Lagerstätte gezeigt. Die Hauptunterschiede können in zwei Aussagen zusammengefasst werden:

1. Völliges Fehlen der Tonerdeminerale im Binnental.
2. Praktisch ein Fehlen der Sulfosalzerze auf Campolungo.

Die Dolomitlagerstätte vom Baltschiedertal weist ausser einigen geringfügigen Variationen im Mineralbestand (Anatas und Coelestin) dieselben Merkmale auf:

Reiches Vorkommen von Erzen und Fahlerz als Sulfosalz,
Fehlen von Tonerdemineralien,
und nähert sich somit eher dem Typus des Binnentales.

Neben der wichtigsten Lagerstätte im Binnental, dem Lengenbach, sind im gleichen Tale noch einige andere Minerallagerstätten im Dolomit zu finden: Messernbach, Weisse Fluh und Balmen, die sich in der Mineralführung wesentlich von jener unterscheiden, indem sie meist gar nicht oder nur sehr spärlich Erze führen (H. BADER, Lit. 73). Analoge Verhältnisse zeigen sich im Baltschiedertal zwischen den Fundstellen „Steinbruchgraben“ und „Schiltfurgge“. In diesen, auf einem relativ engen Raum verteilten Lagern zeigen sich somit bereits bedeutende Schwankungen im Mineralbestand, die sich angesichts der genetischen Identität der Lagerstätten nur aus einer Verschiedenheit des Ausgangsmaterials erklären lassen. Die erzarmen Fundstellen zeigen offenbar eher den Typus eines einfachen, normalen Dolomits, während die andern denjenigen eines Dolomits mit reichen praemetamorph beigemengten Erzmassen aufweisen. Die Dolomitlagerstätte auf Campolungo darf somit als dem normalen Dolomit-Typus zugehörig gewertet werden mit besonderem Reichtum an Mineralspecien.

Literatur-Verzeichnis

(Chronologisch geordnet)

1. FLEURIAU DE BELLEVUE, Sur un marbre élastique du Saint-Gothard. *Journal de Physique*, Tom. 41, p. 86—91. Paris 1792.
2. CHR. DE MECHEL, Itinéraire du Saint Gothard. Basel 1795.
3. H. B. DE SAUSSURE, Voyages dans les Alpes, Bd. VII, p. 169—176. Neuchâtel 1796.
4. J. G. EBEL, Anleitung auf nützlichste Art die Schweiz zu bereisen. 2. Teil. Zürich 1804.
5. CARLO AMORETTI, Viaggio ai tre laghi. Milano 1806.
6. J. G. EBEL, Über den Bau der Erde im Alpengebirge. Zürich 1808.
7. CH. BERNOULLI, Geognostische Übersicht der Schweiz. Basel 1811.
8. CH. LARDY, Bericht über einen Ausflug nach dem Campolungo. Taschenbuch für die gesamte Mineralogie von C. Leonhard, I, p. 69—81, 1815.
9. CHR. LARDY, Essai sur la constitution géognostique du St. Gothard. Schweiz. Denkschriften I, 2. Abt., p. 200, 1833.
10. G. ROSE, Über die thermoelektrische Ungleicheartigkeit der beiden Enden an zweierdigen Turmalinen. Pogg. Ann. 59, 1836.
11. G. ROSE, Über den Zusammenhang zwischen der Form und der elektrischen Polarität der Kristalle. Abhandl. Berl. Akad. d. Wiss., p. 215—247, 1838.
12. D. F. WISER, N. J. f. Min., p. 411, 1839.
13. D. F. WISER, N. J. f. Min., p. 90, 95, 1841.
14. D. F. WISER, N. J. f. Min., p. 155, 1844.

15. B. STUDER, Mémoire géol. sur la masse des montagnes entre la route du Simplon et celle du St. Gothard. Mém. soc. géol. France, 2^e série, T. I, 1844.
16. L. LAVIZZARI, Sui minerali della Svizzera Italiana, 1845.
17. D. F. WISER, N. J. f. Min., p. 302, 1845.
18. C. MARIGNAC, Arch. sc. phys. nat. VI, p. 296, 1847. Bibl. univers. de Genève XXIV, p. 296, 1848.
19. R. RICHTER, Pogg. Ann. 84, 353, 1851.
20. D. F. WISER, N. J. f. Min., p. 27, 1854.
21. C. RAMMELSBERG, Pogg. Ann. 103, 295, 1858. Mineralch. 395, 1875.
22. A. KENNGOTT, N. J. f. M., p. 490, 1861.
23. LECHARTIER, Bull. soc. chim. 8, 381, 1862.
24. B. STUDER, Geschichte der physischen Geographie der Schweiz. Bern 1863.
25. G. VOM RATH, Das Dolomitlager vom Campolungo. Zt. d. Dt. Geol. Ges., p. 186, 1864.
26. G. VOM RATH, Pogg. Ann. 122, 400; 1864.
27. G. VOM RATH, Pogg. Ann. 128, 434; 1866.
28. A. KENNGOTT, Die Minerale der Schweiz, pp. 110, 111, 143, 145, 147, 165, 170, 201, 248, 299, 323, 331, 387; 1866.
29. H. GERLACH, Die penninischen Alpen (mit Karte 1: 200 000). Neue Denkschr. Schweiz. Nat. Ges. XXII, 1869.
30. B. STUDER, Index der Petrographie und Stratigraphie. Bern 1872.
31. K. VON FRITSCH, Das Gotthardgebiet (mit Karte 1: 50 000). Beiträge zur geol. Karte der Schweiz, Lief. XV, 1873.
32. TH. ENGELMANN, Über den Dolomit und seine Mineralien des Binnentales, verglichen mit dem des Campolungo. Dissertation Bern 1877.
33. TH. ENGELMANN, Mineralien im Dolomit von Imfeld und Campolungo. Ref. Zt. f. Krist. II, p. 311; 1878.
34. P. GROTH, Min. Sammlung 72. Strassburg 1878.
35. F. ROLLE, Das südwestliche Graubünden und nordöstliche Tessin. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, Lief. XXIII, 1881.
36. F. M. STAPF, Geologische Beobachtungen im Tessintal. Zt. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 33, 1881.
37. BERWERTH, Sitzber. Akad. 85, 158. Wien 1882.
38. LEMBERG, Zt. Deutsch. Geol. Ges. 40, 464; 1888.
39. A. HEIM, Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, Lief. XXV, 1891.
40. T. G. BONNEY, Mesozoic rocks and crystalline schists in the Leontine Alpes. Quart. Journal geol. soc. London 1894.
41. C. SCHMIDT, Geologische Exkursionen durch die centralen Schweizeralpen. Livret-Guide géol., Congrès géol. international 1894.
42. E. A. WÜLFING, Über einige kristallographische Konstanten des Turmalins und ihre Abhängigkeit von seiner chemischen Zusammensetzung. Stuttgart 1900.
43. E. A. WÜLFING, Über die Lichtbewegung im Turmalin. Zentralblatt f. Min., p. 299—302; 1901.
44. M. LUGEON, Les grandes Nappes de recouvrement etc. Bull. soc. géol. de France (4), T. I, 1901.

45. O. MANN, Beiträge zur Kenntnis verschiedener Mineralien. Diss., p. 25. Leipzig 1904. N. J. f. Min. I, p. 201; 1905.
46. G. LINCK, Orthoklas aus dem Dolomit vom Campolungo. N. J. f. Min. I, p. 21—31; 1907.
47. J. KOENIGSBERGER, Geologische Beobachtungen am Pizzo Forno und Beschreibung der Minerallagerstätten des Tessinermassivs. N. J. f. M., Beil. Bd. XXVI, p. 488; 1908.
48. C. SCHMIDT und H. PREISWERK, Geologische Karte der Simplongruppe. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Lfg. XXVI, 1908.
49. E. ARGAND, Les nappes de recouvrement des Alpes Pennines. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Lief. 31, 1911.
50. ARN. HEIM, Zur Tektonik des Flysches in den östlichen Schweizeralpen. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, N. L., Lief. 31, 1911.
51. J. KOENIGSBERGER, Über Mineralfundorte in den Alpen und über Gesteinsmetamorphismus. Zt. d. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 64, p. 501; 1912.
52. P. GROTH, Topographische Übersicht der Minerallagerstätten. Verbesserter Sonderabdruck aus der Zt. f. prakt. Geol., p. 15, 1916/17.
53. M. F. RABOWSKI, Les lames cristallines du Val Ferret etc. Proc. verb. soc. vaud. d. sc. nat., p. 4, 1917.
54. H. PREISWERK, Verh. Naturf. Ges. Basel XXVIII, p. 165, 1917.
55. H. PREISWERK, Oberes Tessin- und Maggiagebiet. Beitr. zur geol. Karte der Schweiz, 26. Lief., II. Teil. Spez. Karte No. 81, Profiltafeln 81 a und b, 1919.
56. H. PREISWERK, Die überkippte Tauchfalte am Campolungopass und ihre früheren Deutungen. Vierteljahrsschr. Nat. Ges. Zürich, p. 1, 1919.
57. K. SCHLOSSMACHER, Beitrag zur Kenntnis der Turmalingruppe. Zentralblatt für Min., p. 106—121; 1919.
58. R. L. PARKER, Die Gesteine der Talklagerstätten von Disentis und Surrhein im Bündner Oberland. Diss. Zürich 1920.
59. E. ARTINI, Sulla presenza del crisoberillo nella dolomia di Campolungo (Canton Ticino). Rendiconti, Cl. di sc. fis. mat. e nat., vol. XXIX, p. 77; 1920.
60. F. MÜHLETHALER, Neue Mineralfunde aus dem Dolomit des Campolungo. S. M. P. M., p. 299; 1922.
61. P. NIGGLI, Lehrbuch der Mineralogie, I, Allgemeine Mineralogie, 1924.
62. P. NIGGLI, Lehrbuch der Mineralogie, II, Spezielle Mineralogie, 1926.
63. P. NIGGLI, Baugesetze kristalliner Materie. Zt. f. Krist., Bd. 63, Heft 1/2, 1926.
64. P. NIGGLI, Die hauptsächlichsten Minerallagerstätten zur chemisch - technischen Gewinnung der Elemente und ihrer Verbindungen. Zt. f. prakt. Geol., p. 17, 1929.
65. J. JAKOB, Zt. f. Krist., Bd. 69, p. 217—225; 1928.
66. R. L. PARKER, Kristallzeichnen. Berlin 1929.
67. P. NIGGLI, Grundprinzipien der Gesteinsmetamorphose. Die Naturwissenschaften, 18. Jahrg., Heft 14, p. 290—301; 1930.
68. C. BURRI, Sedimentpetrographische Untersuchungen an alpinen Flussanden. S. M. P. M. IX, 2, p. 205—240, 1930.
69. F. MACHATSCHKI, Zt. f. Krist., Bd. 70, p. 2, 1931.
70. J. JAKOB, S. M. P. M. XI, p. 267, 1931.

71. M. BAUER und K. SCHLOSSMACHER, Edelsteinkunde. Leipzig 1932.
72. A. HARKER, Metamorphism. London 1932.
73. H. BADER, Beitrag zur Kenntnis der Gesteine und Minerallagerstätten des Binnentals. S. M. P. M. XIV, p. 319—441, 1934.
74. Geologischer Führer der Schweiz, herausgegeben von der Schweizer. Geologischen Gesellschaft, Fasc. XI, Zentralschweiz, p. 825, 1934.
75. R. L. PARKER, Eine graphische Methode zur Bestimmung der Projektions-ebene an Kristallzeichnungen unbekannter Orientierung. S. M. P. M., Bd. XV, 1935.
76. STUTZER-EPPLER, Die Lagerstätten der Edelsteine und Schmucksteine. Berlin 1935.
77. J. JAKOB, S. M. P. M. XV, p. 146—152, 1935.
78. R. L. PARKER, Über winkeltreue Dreiecksprojektion. S. M. P. M. XVI, p. 202—207, 1936.
79. R. L. PARKER, A note on the morphology of monazite. American Mineralogist, Vol. 22, p. 572, 1937.
80. M. J. BUERGER, American Mineralogist, Vol. 22, p. 1139, 1937.
81. J. JAKOB, S. M. P. M. XVIII, p. 146—148, 1937.
82. J. JAKOB, S. M. P. M. XVIII, p. 214—219, 1937.
83. C. TADDEI, Dalle alpi lepontini al Ceneri. Bellinzona 1937.
84. P. NIGOLI, Die Entstehung und Klassifikation der Lockergesteine. Schw. Archiv, Bd. V, 1938.
85. H. S. WANG, S. M. P. M., p. 21—199, 1939.

Tafel I

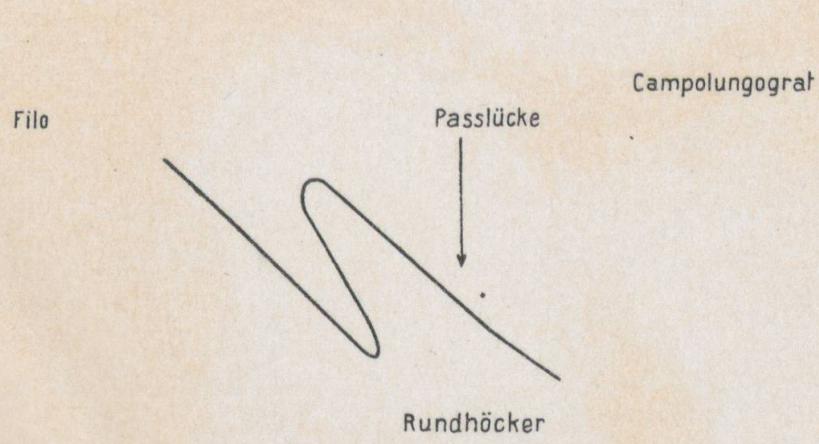


Abb. 1: Passo Cadonighino (Ostseite), gesehen von Cornone b. Dalpe.



Abb. 2: Passo Cadonighino, Westseite, gesehen vom Passo Campolungo.
Man erkennt die weissen, isoklinal ausgewalzten Dolomitfalten und zwischen
ihnen den dunkeln Kalkglimmerschiefer, in dessen Verlängerung nach Westen
sich die Rundhöcker über den Talboden erheben.

Rheinwaldhorn



Tafel I



Abb. 1: Passo Cadonighino (Ostseite), gesehen von Cornone b. Dalpe.

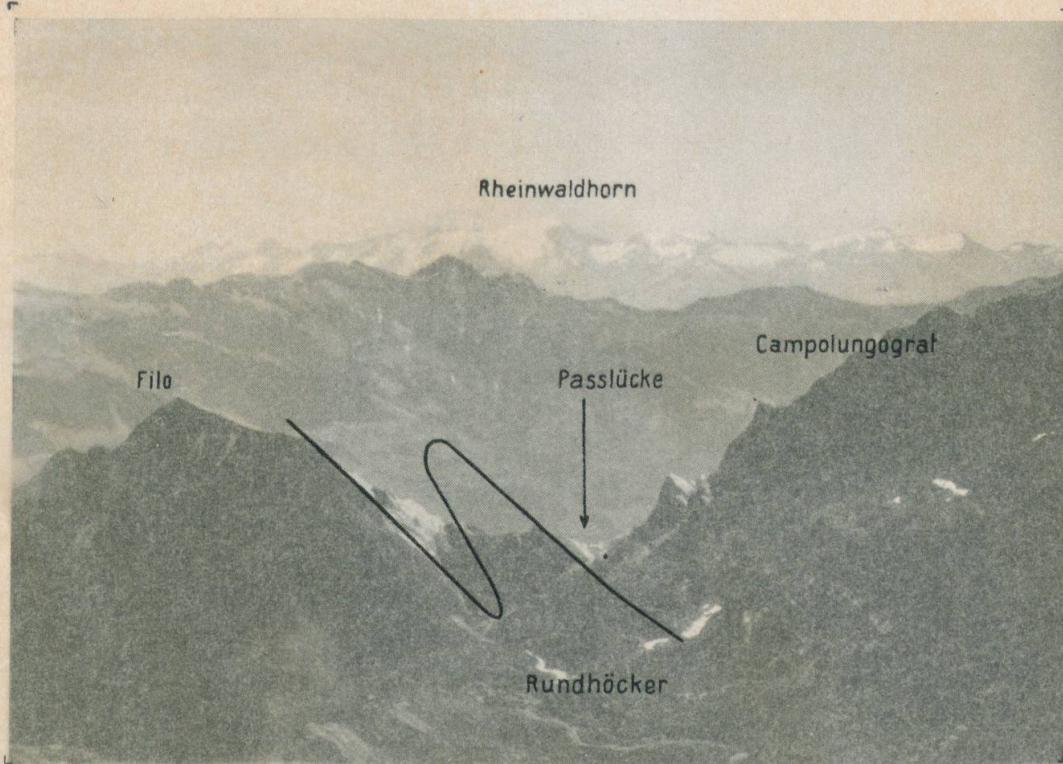


Abb. 2: Passo Cadonighino, Westseite, gesehen vom Passo Campolungo.
Man erkennt die weissen, isoklinal ausgewalzten Dolomitfalten und zwischen
ihnen den dunklen Kalkglimmerschiefer, in dessen Verlängerung nach Westen
sich die Rundhöcker über den Talboden erheben.

Leere Seite
Blank page
Page vide

Tafel II



Abb. 1: Passo Campolungo (Ostseite).

Das Dolomitgewölbe mit der grossen nach Süden überkippten Falte tritt hier sehr schön zu Tage.

1 Turmalinlagerstätte Nr. 3, 2 Skapolithfundstelle, 3 Breitstengeliger grauer Grammatit



Abb. 2: Alpe und Passo Cadonighino.

(Diese Ansicht entspricht dem Profil 1.)

1 Korund-Diaspor Fundstelle.

2 Rutil, Titanit und Labradorit.

3 Disthen, Grammatit, Quarz, Skapolith.

4 Schluchtartige Eintiefung mit Dolomit, Quarz, Turmalin, grünem Grammatit, Skapolith, Fahlerz, Malachit, Azurit, Disthen und Talk.

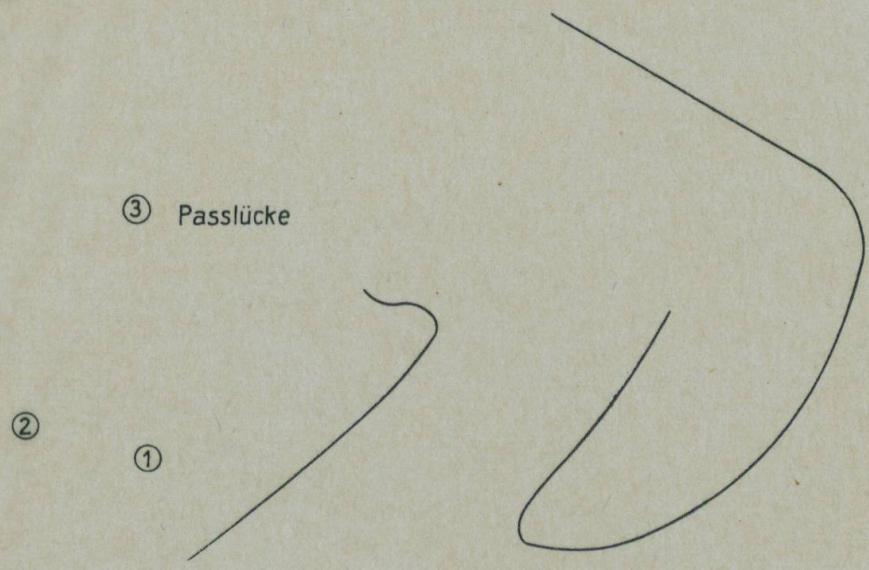
5 Grauschwarzer Grammatit.

6 Weißer, breitstengeliger Grammatit.

7 Calcit, Quarz, brauner Turmalin.

Pizzo del Prevat

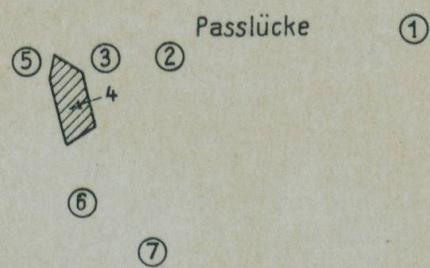
Pizzo Meda



Alpe Campolungo

← Pizzo Campolungo

Filo →



Alpe Cadonighino

Tafel II

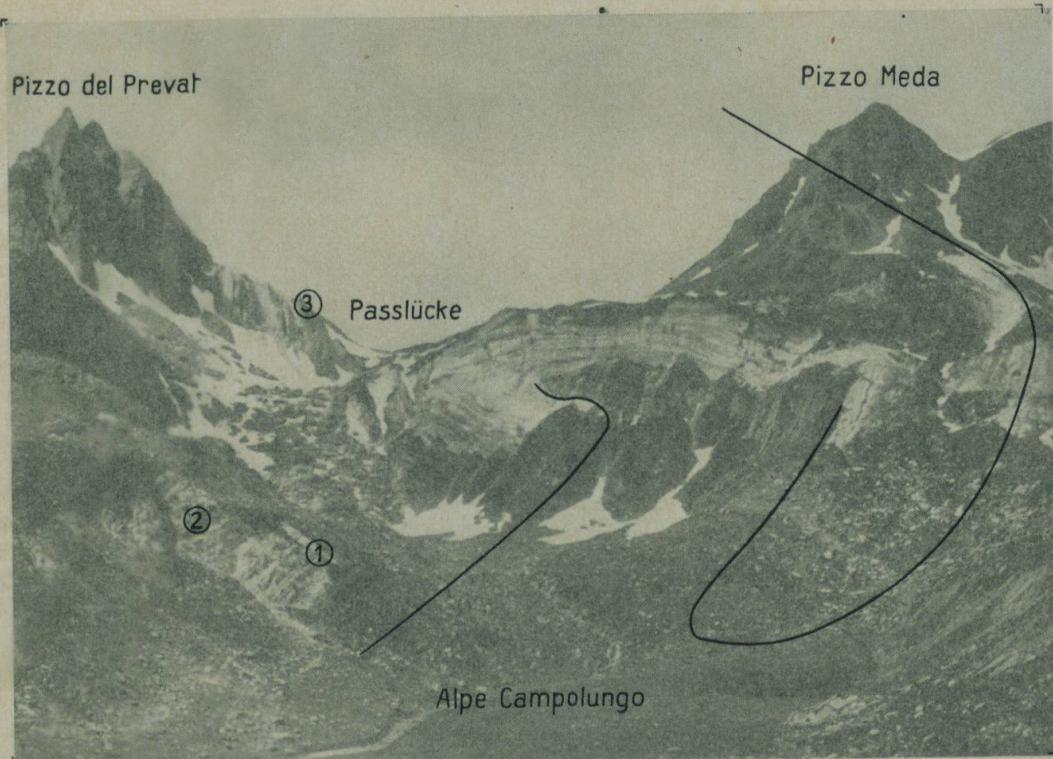


Abb. 1: Passo Campolungo (Ostseite).

Das Dolomitgewölbe mit der grossen nach Süden überkippten Falte tritt hier sehr schön zu Tage.

1 Turmalinlagerstätte Nr. 3, 2 Skapolithfundstelle, 3 Breitstengeliger grauer Grammatit

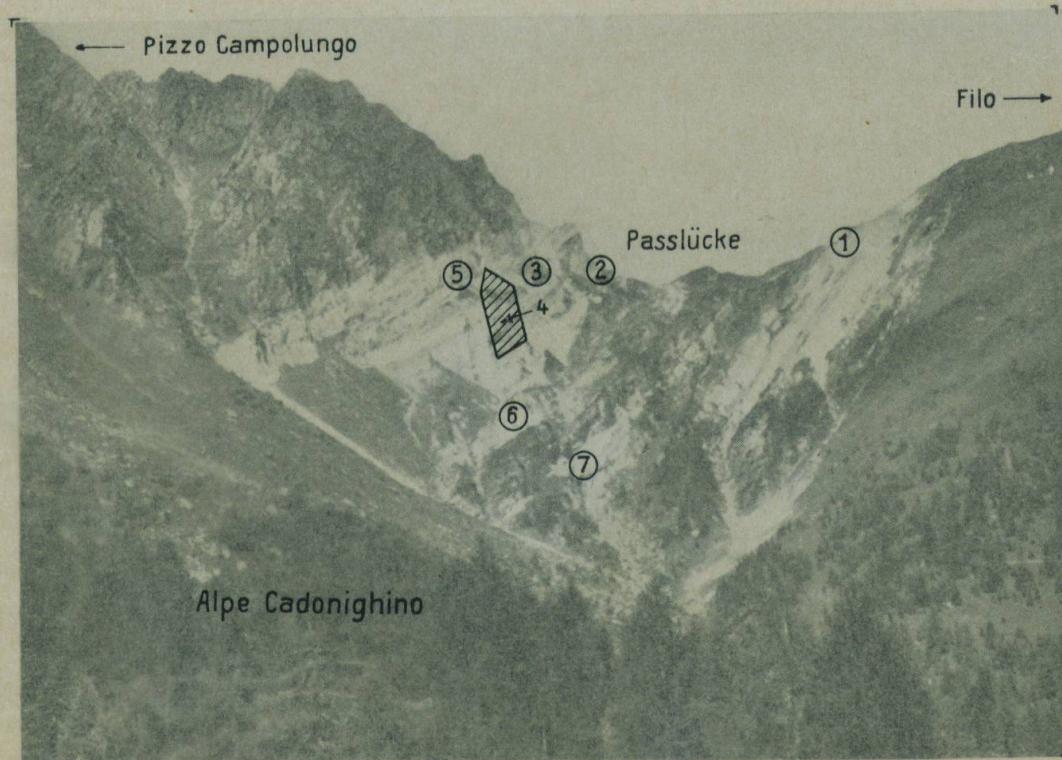


Abb. 2: Alpe und Passo Cadonighino.

(Diese Ansicht entspricht dem Profil 1.)

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1 Korund-Diaspor Fundstelle. | 5 Grauschwarzer Grammatit. |
| 2 Rutil, Titanit und Labradorit. | 6 Weißer, breitstengeliger Grammatit. |
| 3 Disthen, Grammatit, Quarz, Skapolith. | 7 Calcit, Quarz, brauner Turmalin. |
| 4 Schluchtartige Eintiefung mit Dolomit, Quarz, Turmalin, grünem Grammatit, Skapolith, Fahlerz, Malachit, Azurit, Disthen und Talk. | |

Leere Seite
Blank page
Page vide

Tafel III



Abb. 1: Passo Cadonighino und Alpe Campolungo.

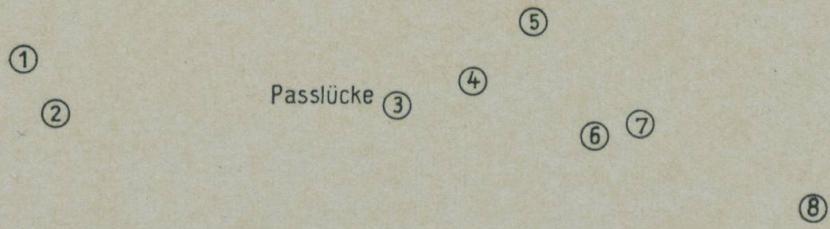
Die Schichtenabfolge kommt auf dieser Abbildung etwas besser zum Ausdruck als in Tafel I, Abb. 2. Ferner ist ein Teil des Dolomitstreichens am Südrand der Alp zu sehen.

- 1 Korund, Diaspor, Turmalinfundstelle Nr. 1 und Pyrit.
- 2 Weißer, langstengeliger Grammatit und Talk.
- 3 Rutil, Titanit und Phlogopit.
- 4 Phlogopit.

- 5 Turmalinlagerstätte Nr. 5.
- 6 Turmalinvorkommen Nr. 4.
- 7 Grüner Grammatit.
- 8 Weiße seidenglänzende Grammatitsonnen (vergleiche Abbildung 2).



Abb. 2: Alpe Campolungo.
Fundort der weissen Grammatitsonnen.



Alpe Campolungo

Pizzo Campolungo →



Alpe Campolungo

Tafel III

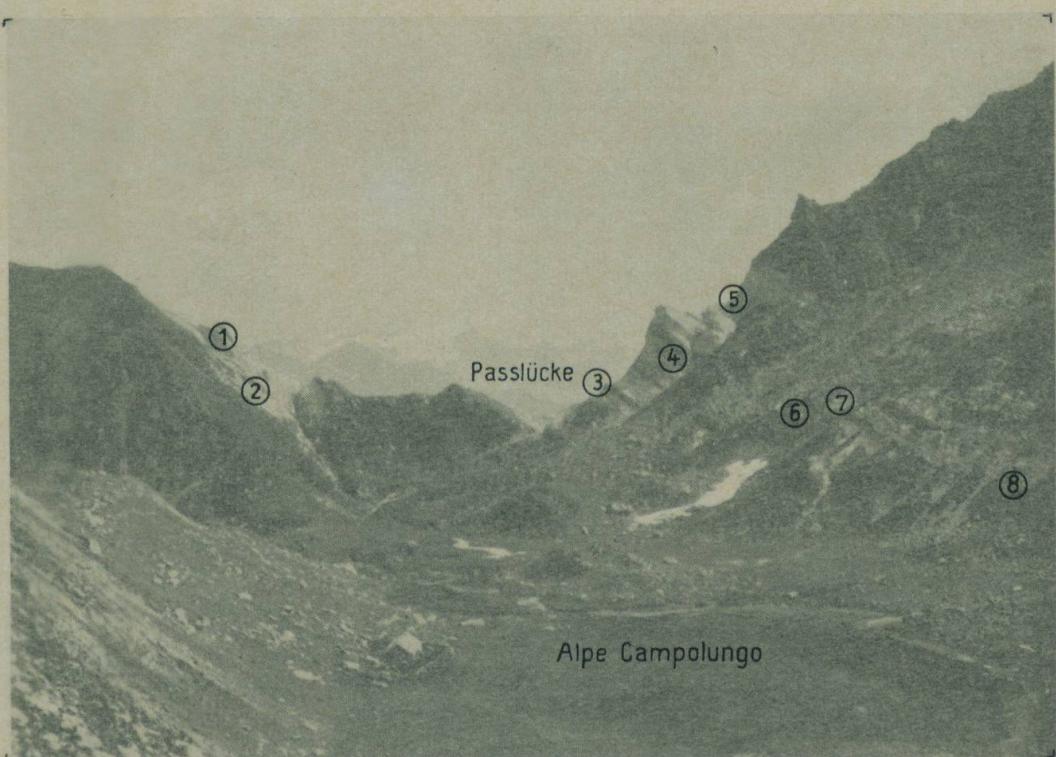


Abb. 1: Passo Cadonighino und Alpe Campolungo.

Die Schichtenabfolge kommt auf dieser Abbildung etwas besser zum Ausdruck als in Tafel I, Abb. 2. Ferner ist ein Teil des Dolomitstreichens am Südrand der Alp zu sehen.

- 1 Korund, Diaspor, Turmalinfundstelle Nr. 1 und Pyrit.
- 2 Weißer, langstengeliger Grammatit und Talk.
- 3 Rutil, Titanit und Phlogopit.
- 4 Phlogopit.

- 5 Turmalinlagerstätte Nr. 5.
- 6 Turmalinvorkommen Nr. 4.
- 7 Grüner Grammatit.
- 8 Weiße seidenglänzende Grammatitsonnen (vergleiche Abbildung 2).

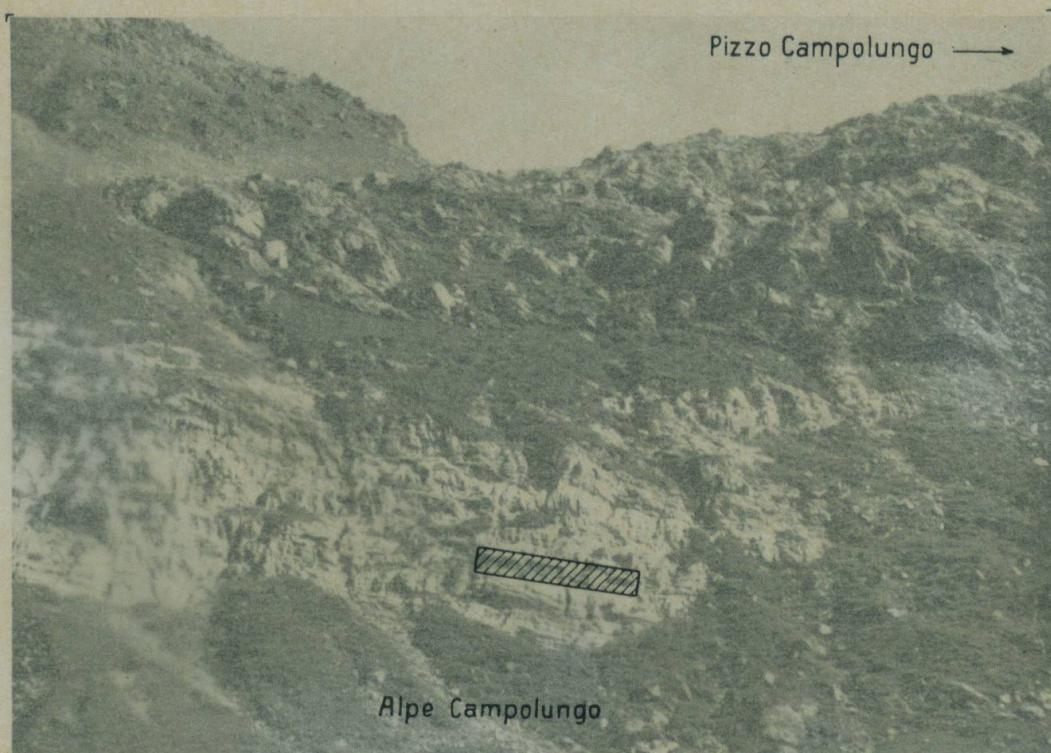


Abb. 2: Alpe Campolungo.
Fundort der weißen Grammatitsonnen.

Leere Seite
Blank page
Page vide