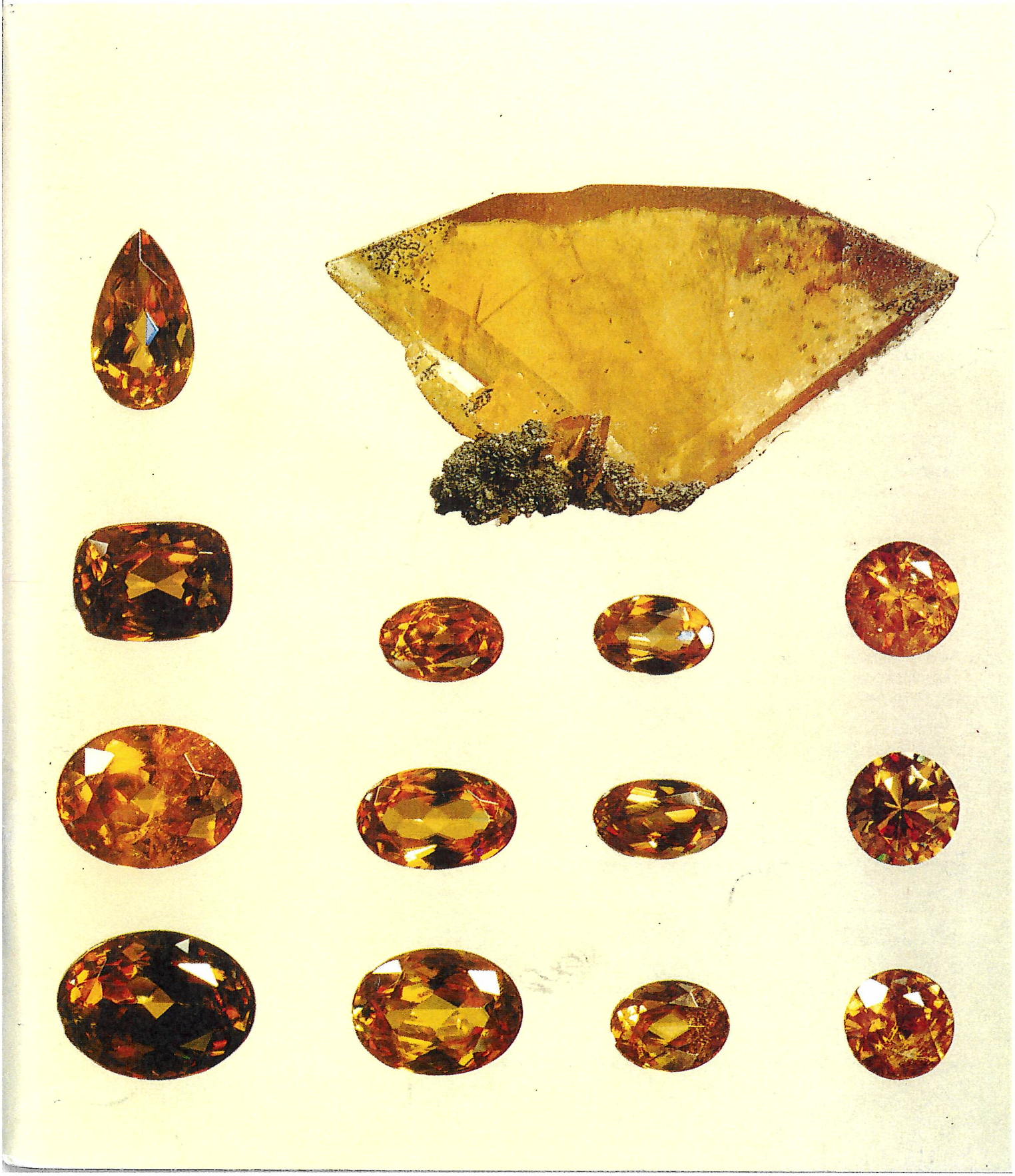
Vol. 9 Nr. 4 November 1991

Schweizer Strahler
Le Cristallier Suisse
Il Cavacristallas Svizzer
Il Cercatore Svizzero di Minerali



Schweizer Strahler

Schweizerische Zeitschrift für Liebhaber-Mineralogie und offiz. Organ der Schweiz. Vereinigung der Strahler und Mineraliensammler SVSM

Le Cristallier Suisse

Périodique suisse des amateurs de minéralogie et bulletin officiel de l'association suisse des cristalliers et collectionneurs de minéraux ASCM

Il Chavacristallas Svizzer

Periodica svizzera ed organ ufficial dell'union svizzera da cavacristallas e collectaders da minerals USCM

Il Cercatore Svizzero di Minerali

Rivista trimestrale per la Mineralogia degli Amatori e Organo Ufficiale dell'Associazione Svizzera dei Cercatori e Collezionisti di Minerali ASCM

Redaktion / Rédaction: Robert Carletti, lic. iur., Postfach 451, 8037 Zürich, Tel. 01-271 53 08

Redaktionskommission: R. Carletti, lic. iur.; P. Hottinger; Dr. R. Martin

Wissenschaftliche Mitarbeiter / Collaborateurs scientifiques:
Mme Dr. D. Decrouez, Muséum d'Histoire naturelle, 1211 Genève *(Paläont.)*
Dr J. Deferne, Muséum d'Histoire naturelle, 1211 Genève
Prof. Dr. S. Graeser, Naturhistorisches Museum, 4051 Basel
Dr. B. Hofmann, Naturhistorisches Museum, 3005 Bern
Nicolas Meisser, Musée de Géologie, UNIL-BFSH2, 1005 Lausanne
Prof. Dr. E. Niggli, Hangweg 96, 3097 Liebefeld (em.)
Prof. Dr. W. Oberholzer, Institut für Kristallographie ETH, 8092 Zürich
Prof. Dr. J. von Raumer, Mineralog.-petrogr. Inst. d. Universität, 1700 Fribourg
Prof. Dr. H. Rieber, Paläont. Institut der Universität, 8006 Zürich *(Paläont.)*
Prof. Dr. H. A. Stalder, Pelikanweg 40, 3074 Muri (em.)

Geschäftsstelle, Inseratenannahme, Zentralkassierin, Adressänderungen, An- und Abmeldungen / Secrétariat ASCM, annonces, caissière ASCM, changement d'adresse, inscription de membres, démissions:
Frau Beatrix Elsasser-Feller, Postfach 71, 2500 Biel 8 Mett, Tel. 032-42 36 28 (Montag bis Freitag 9–11 Uhr)

Materialbestellungen / Ordres de matériel (bitte schriftlich / par écrit s. v. p.):
Bruno Kurz, Bahnhofstrasse 30, 3114 Wichtrach, Tel. 031-781 29 75

Zahlungen / Paiements: SVSM, PC 30-18606-3 Bern oder Kantonalbank von Bern, Konto 16.854.431.0.17

Druck / Impression: Ott Verlag + Druck AG, 3607 Thun 7

Verlag / Edition: Schweiz. Vereinigung der Strahler und Mineraliensammler SVSM / Association suisse des cristalliers et collectionneurs de minéraux ASCM
Zentralpräsident: Ernst Rufibach, Wirzen, 3681 Guttannen, Tel. 036-73 12 47
Zentralsekretär: Paul Hottinger, Rüdenweg 13, 3067 Boll, Tel. 031-839 21 58

Nr. 4
November / novembre 1991
Vol. 9

25. Jahrgang / 25e année

Abonnement	Fr. 45.–
Ausland / étranger	Fr. 53.–
Einzelheft / 1 num.	Fr. 11.50

Inserate / annonces:

1/1 Seite/page	Fr. 485.–
1/2 Seite/page	Fr. 270.–
1/4 Seite/page	Fr. 165.–
1/8 Seite/page	Fr. 90.–

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung der Redaktion gestattet.
Reproduction interdite sans le consentement de la rédaction.

In diesem Heft / Dans le présent numéro:

Edel- und Schmucksteine aus der Schweiz / H. A. Stalder, P. Vollenweider, M. Hügi, E. Offermann 173
Pierres précieuses et d'ornement de Suisse / H. A. Stalder, P. Vollenweider, M. Hügi, E. Offermann 223

Titelseite / Couverture:

Titanit, Kristall und fazettierte Steine (bis 16.4 ct). Naret-Pass TI. Foto: S. Rebsamen. Coll. NMBE.

Titanite, cristal naturel et pierres facettées (jusqu'à 16.4 ct). Passo Naret TI. Photo: S. Rebsamen. Coll. MHNB.

Edel- und Schmucksteine aus der Schweiz

Von H. A. Stalder, Naturhist. Museum Bern, unter Mitarbeit von P. Vollenweider, Naturhist. Museum Bern (Farbbilder), M. Hügi, Mineral.-Petrogr. Institut Bern (Mineralchemie, Farbbilder) sowie E. Offermann, Arlesheim (Kristallzeichnungen)

Einleitung

Um es gleich vorwegzunehmen: mit der vorliegenden Zusammenstellung soll keinesfalls dazu ermuntert werden, schön kristallisierte Mineralien zu Schmucksteinen zu verarbeiten. Perfekte Kristalle und Mineralgruppen sind Wunderwerke der Natur, die keiner Veränderung bedürfen. Einzig dort, wo Kristallsplitter, beschädigte Kristalle oder solche mit eingewachsenen Überzügen vorliegen, ist ein Verschleifen des Minerals gerechtfertigt, sofern dieses aussergewöhnliche optische Eigenschaften besitzt. Darunter sind vor allem eine gute Durchsichtigkeit und eine schöne Farbe zu verstehen. Hochwertige Edelsteine besitzen zudem eine grosse Härte.

Die Schweiz gilt international nicht als Fundgebiet von Edel- und Schmucksteinen, wenn man von den reichen Bergkristall- und Rauchquarzvorkommen absieht. Trotzdem sind aus den Schweizeralpen und einigen benachbarten ausländischen Gebieten im Laufe der Zeit mehrfach Mineralien verarbeitet worden. Dies aufzuzeigen ist Ziel dieser Zusammenstellung. Sie beschränkt sich zunächst auf durchsichtige (bis durchscheinende) Mineralien, die fazettiert werden können. Die ganze Quarzfamilie ist vorerst ausgeschlossen, sie soll mit all ihren Varietäten später behandelt werden. In einem dritten Teil sollen dann die schleifbaren, undurchsichtigen Mineralien wie Nephrit, Rhodonit und Lazulith vorgestellt werden.

Für dieses Heft ergab sich die Auswahl der Mineralien aus dem bis jetzt bekannten Sammlungsgut fazettierter Steine aus der Schweiz. Zudem wurden einige Vorkommen klassischer Edelsteinmineralien berücksichtigt, obwohl die optische Qualität oder die Grösse der Kristalle eine Verarbeitung bisher nicht zuliess. Es ist klar, dass die Auswahl damit subjektiv gefärbt ist.

Nach dem angewandten Konzept werden von jeder Mineralart zuerst die mineralogischen und optischen Eigenschaften vorgestellt. Grundsätzlich sind dabei nur die alpinen Vorkommen berücksichtigt, dies unabhängig davon, ob die betreffenden Mineralien verarbeitet werden können oder nicht. Natürlich sind viele Eigenschaften weltweit gleich. Andere aber, wie die Farbe, die Gehalte an Haupt- und Spurenelementen, die Ausbildungsformen der Kristalle, streuen universell viel stärker als hier angegeben. Die verzeichneten optischen Eigenschaften dienen (dem Gemmologen) einerseits zur Artbestimmung eines geschliffenen Steins, andererseits gehören sie zur vollständigen Beschreibung eines Mineralvorkommens. Für die vorliegende Arbeit sind viele optische Eigenschaften neu ermittelt resp. neu kontrolliert worden. Es zeigte sich, dass verschiedene davon durchaus fundorttypisch sind, ebenso wie die Morphologie der festen und fluiden Einschlüsse, die in kleinen schwarzweissen Bildern vorgestellt werden. Das Ziel dieser noch unvollständigen Beschreibungen ist es, die Entstehungsgeschichte der einzelnen Mineralien besser kennenzulernen. Es sollte damit auch möglich werden, isolierten geschliffenen Steinen einen «Heimatschein» ausstellen zu können.

In grosszügiger Art und Weise haben verschiedene Sammler, Edelsteinschleifer und Institutionen dem Autor ihre Sammlungen an geschliffenen Steinen zur Verfügung gestellt. Ganz besonders danken möchte ich den fol-

genden Herren, ohne deren Hilfe die Arbeit nicht zustande gekommen wäre:

Dr. Ed. Gübelin, Meggen
J. Krauer, Oberhittnau
G. Rüdlinger, Chur
B. Veigel, Lutry

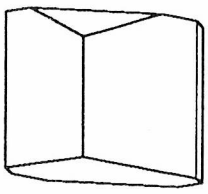
Wichtige optische und kristallographische Bestimmungen verdanke ich PD Dr. Th. Armbruster, Bern, manche Anregungen und zwei Farbbilder Prof. M. Weibel, Zürich.

Technische Hinweise zu den optischen Angaben

Die Lichtbrechungen n (kubische Kristalle), resp. nε und nω (doppelbrechende, einachsige Kristalle) oder nα, nβ und nγ (doppelbrechende, zweiachsige Kristalle) beziehen sich durchwegs auf gelbes Licht (= D-Linie im Spektrum des Sonnenlichts, Wellenlänge = 589.3 nm). Mit dem Zeichen △ wird die Doppelbrechung (für gelbes Licht) angegeben. Die Dispersion, ein Mass für die Aufspaltung des weissen Lichts in die einzelnen Spektralfarben (beim Eintritt in einen Edelstein), gibt den Unterschied der Lichtbrechung für rotes (= B-Linie im Spektrum des Sonnenlichts, 687 nm) und blaues Licht (= G-Linie, 430.8 nm) an. Die Fluoreszenz der Edelsteine wurde mit langwelligem (365.8 nm) und kurzwelligem (= 253.7 nm), ultraviolettem Licht geprüft. Die Angaben entsprechen damit der allgemeinen Konvention in der Gemmologie.

Bei allen kleinen Schwarzweiss-Aufnahmen ist die wahre Grösse der Bildbreite (= Spaltenbreite) angegeben.

Adular (Taf. 1)



Farbe: porzellanweiss, farblos – dann z. T. schwacher weisser Schimmer
Glanz: Glasglanz, auf Basispinakoid (001) perlmuttartiger Glasglanz
Härte: 6
Dichte: 1.46–2.58
Spaltbarkeit: vollkommen nach (001) und (010)
Bruch: uneben, muschelig
Kristallsystem: triklin, pseudomonoklin
Kristalle: pseudo-rhomboedrisch, wenn verzwillingt z. T. prismatisch. Vielfach sägeartige Aggregate
Zwillinge: häufig, nach dem Bavenoer- und/oder Manebacher-Gesetz
Chemische Zusammensetzung: $KAlSi_3O_8$, stets mit einem gewissen Anteil von $NaAlSi_3O_8$ (Albit) und $BaAl_2Si_2O_8$ (Celsian); Anteile an $CaAl_2Si_2O_8$ (Anorthit) praktisch fehlend
Optik: anisotrop, zweiachsig-negativ
nα = 1.519
nβ = 1.523
nγ = 1.525
△ = 0.006
Dispersion = 0.012
Kein Pleochroismus
Keine Fluoreszenz
Alpine Vorkommen: freistehende Kristalle in Mineralzerrklüften

Adular ist keine selbständige Mineralart, sondern die hydrothermal entstandene Varietät des Kalifeldspats. Der Name stammt von Pater E. Pini (Mailand), der 1783 Feldspäte aus alpinen Mineralzerrklüften des Gott-

hardgebietes so benannte. Den Namen leitete er ab von Mons Adula, der antiken Bezeichnung für die Gebirgskette vom Gotthard bis zur Adula. Adular ist damit der älteste Name für ein Mineral, das erstmals von einer schweizerischen Fundstelle beschrieben und in die mineralogische Literatur eingeführt worden ist.

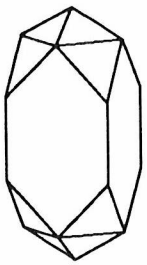
In den Schweizer Alpen werden zwei verschiedene Erscheinungsformen von Adular unterschieden: 1. *Maderaner Habitus.* Die Kristalle sind weiss, porzellanartig, oft verzwillingt, von Chlorit bedeckt und pseudorhomboedrisch ausgebildet mit vorherrschendem Vertikalprisma (110), das seitlich durch scharfe Kanten begrenzt ist. Die Adulare enthalten einen Anteil von 2.5 bis 6 Mol% Albit. 2. *Fibbia Habitus.* Die Kristalle sind durchscheinend bis durchsichtig, das Vertikalprisma (110) wird oft vom seitlichen Pinakoid (010) abgestumpft. Zuweilen ist ein schwacher bis deutlicher Schimmer beobachtbar; der Albit-Anteil kann bis 17 Mol% betragen. Der Adular ist meist verzwillingt und dann oft dicksäulig ausgebildet. In den Schweizeralpen ist der Maderaner Habitus im Norden, der Fibbia Habitus im Süden verbreitet, wobei Übergänge vom einen zum andern existieren. Der zuweilen vorkommende Schimmer ist auf Entmischungslamellen von Albit (Dicke um 100 nm) zurückzuführen (Angaben nach Nissen 1967, Weibel 1957 und 1961).

Da nur Adular vom Fibbia Habitus durchsichtig sein kann, beschränkt sich die gemmologische Verarbeitung auf diese Varietät. Trotz dieser Einschränkung gibt es in den Schweizeralpen aber eine grosse Anzahl von Regionen, wo solcher Adular vorkommt: Im Aarmassiv (von West nach Ost) z. B. Burg am Fieschergletscher, Münstigertal, beide im Goms VS, Rhonegletscher VS, Furka VS/UR, Grosstal im Urserental UR, Val Val und Val Giuv im Tavetsch GR; im Gotthardmassiv z. B. im Aeginental, Goms VS, Fibbia TI, Cavradischlucht im untersten Val Curnera, Tavetsch GR, Val Casatscha, Medel GR, zudem im Penninikum z. B. im Binntal VS und im obersten Val Bavona TI. 1957 stellte man im Schweizer Heimatwerk Zürich fest, dass Adular, neben Quarz, Lazulith, Fluorit und Beryll, zu den wenigen schleifwürdigen, einheimischen Mineralien gehöre (Gross 1957). Tatsächlich wurde und wird Adular aber relativ selten zu Schmucksteinen verarbeitet. Dies hat seinen Grund darin, dass absolut durchsichtige Adulare höchst selten sind. Dem Autor sind zwei Beispiele bekannt, wo fast einschlussfreie Adulare gefunden worden sind, die nachträglich z. T. fazettiert werden konnten: Bäregg an der Grimsel BE (ausgestellt im Naturhistorischen Museum Bern; Steine bis zu 4.2 Karat) und Hämatitfundstelle in der Cavradischlucht GR. Die einzelnen fluiden Einschlüsse sind zweiphasig (wässerige Lösung und Gasblase) und stark «gezackt». Da es bei der Ausheilung der fluidbesetzten Risse immer wieder zur Abschnürung von kleinern Einschlüssen kam («necking down»), ist das Volumenverhältnis Flüssigkeit zu Gasblase heute uneinheitlich (nebenstehendes Bild). Es sei noch darauf hingewiesen, dass fazettierte Adulare einen ganz besonderen Reiz besitzen, der auf einen eigenartigen Glanz zurückzuführen ist, der lebhafter ist, als man aufgrund der niederen Lichtbrechung erwarten würde. Schuld daran sind wohl die submikroskopischen Entmischungslamellen.

Adular, Bäregg, 570 µm
fluide Einschlüsse

Adulare mit starkem Schimmer werden andernorts in grossen Mengen zu sogenannten Mondsteinen verschliffen. Die Schliff-Form ist dabei das Cabochon. Die wichtigsten Herkunftsländer sind Sri Lanka (hier aus sekundären Lagerstätten), Australien, Burma, Brasilien, Indien, Madagaskar, Tansania und die USA. Der Schimmer ist meist bläulich-weiss und die Adulare selbst sind zuweilen leicht bräunlich gefärbt. Eigentliche Mondsteine mit starkem Schimmer gibt es in der Schweiz (wahrscheinlich) nicht.

Anatas

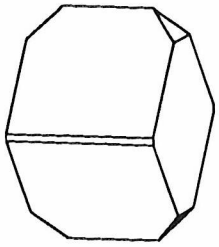


Farbe: honiggelb bis braungelb; meist dunkelblau bis schwarz, zuweilen rot bis orangerot; grün, blau und braun gefleckt
Glanz: wenn durchsichtig Diamantglanz, dunkle Kristalle mit halbmetallischem Glanz
Härte: 5½–6
Dichte: 3.89–3.95
Spaltbarkeit: vollkommen nach der häufigsten Fläche = Dipyramide 2. Stellung (101)
Bruch: spröde
Kristallsystem: tetragonal (ditetragonal-dipyramidal)
Kristalle: meist Dipyramide 2. Stellung, spitzpyramidal; im Binntal z. T. mit vielen Zusatzflächen
Chemische Zusammensetzung: TiO_2, gleich wie Rutil und Brookit (Polymorphie). Vor allem mit Spuren von Niob und Eisen
Optik: anisotrop, einachsig – negativ
$n\varepsilon = 2.493$
$n\omega = 2.554$
$\Delta = -0.061$
Sehr hohe Dispersion
Pleochroismus deutlich: gelblich-orange
Keine Fluoreszenz
Alpine Vorkommen: freistehende Kristalle in Mineralzerrklüften

Anatas ist ein typisches alpines Zerrkluftmineral. Als Haüy (1801) die Art erstmals beschrieb und in die Literatur einführte, standen ihm Kristalle aus einer alpinen Kluft von St. Christoph bei Bourg d'Oisans, Isère, zur Verfügung. De Saussure nannte die gleiche Art Oktaedrit (acht Flächen); dieser Name setzte sich aber nicht durch. – Anatas ist eine Mineralart, die nur ganz selten fazettiert wird, da die wenigsten Kristalle genügend gross und genügend transparent sind. Als potentielle Fundregionen für verarbeitbare Anatase gibt Webster (1983) Isère (Frankreich), das Binntal (Schweiz), den Ural (USSR), Minas Gerais (Brasilien) und einige Fundstellen in den USA an.

In seltener Schönheit und Grösse (bis 5 cm lang) hat man die Anatase in der Zone vom Lercheltini (Gorb, Spissen, Riggi, Kohlergraben) im Binntal VS gefunden. Die Einzigartigkeit der honiggelben bis braunen Kristalle von prismatischem Habitus war schuld, dass Kenngott 1864 sie zunächst als neue Art mit dem Namen «Wiserin» beschrieb, bis Klein 10 Jahre später die Identität von «Wiserin» und Anatas nachwies (Stalder et al. 1978). Doch nur ganz wenige dieser Kristalle sind so gut durchsichtig, dass eine Verarbeitung erwogen werden könnte. Auch wenn dies der Fall sein sollte, haben Wissenschaftler und Sammler grösste Hemmungen, einen perfekten Kristall auf der Schleifscheibe bearbeiten zu lassen. – Die einzigen geschliffenen Anatase, die der Autor gesehen hat, stammen aus einem Fund von Norbert Burgener, Fiesch, aus dem Kohlergraben: Ein isolierter, durchsichtiger Kristall war gebrochen, deshalb konnte Bruno Veigel ihn verarbeiten. Er stellte zwei runde fazettierte Steine von je 0.35 Karat her, die einen sehr hohen Glanz und ein überaus starkes Feuer (= Funkeln in verschiedenen Farben) besitzen.

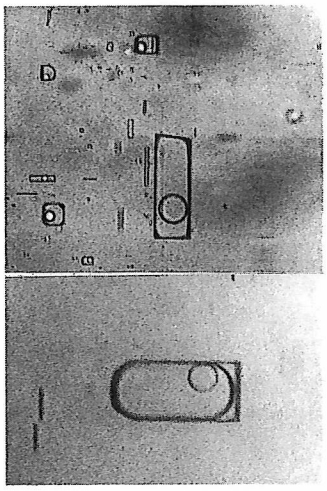
Anhydrit (Taf. 1)



Farbe: weiss, bläulich, leicht rötlich; lila-violett (Simplontunnel)
Glanz: Glasglanz, Perlmutterglanz auf (001)
Härte: 3½
Dichte: 2.9 bis 3.0
Spaltbarkeit: vollkommen nach den drei Pinakoiden, d. h. nach drei senkrecht aufeinander stehenden Richtungen
Bruch: spröd
Kristallsystem: orthorhombisch (orthorhombisch-dipyramidal)
Kristalle: meist flache Prismen
Chemische Zusammensetzung: $CaSO_4$ (Gips = $CaSO_4.2H_2O$)
Optik: anisotrop, zweiachsig-positiv
$n\alpha = 1.569$
$n\beta = 1.575$
$n\gamma = 1.613$
$\triangle = +0.044$
Pleochroismus deutlich: farblos–violett
Keine Fluoreszenz
Alpine Vorkommen: freistehende Kristalle in Mineralzerrklüften des Simplontunnels; derb und grobkristallin auf Salzlagerstätten (Bex VD, Leissigen BE)

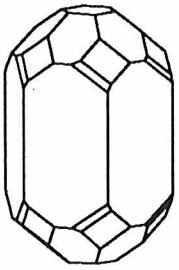
Anhydrit wird kaum je fazettiert; die Mineralart ist deshalb in den Lehrbüchern über Edel- und Schmucksteine normalerweise nicht berücksichtigt. Dass Anhydrit hier aufgenommen worden ist, hat seinen Grund darin, dass die Mineralart auf einer schweizerischen Fundstelle in einer ganz besonders schönen Ausbildung vorkommt.

Anhydrit, weltweit vor allem als gesteinsbildendes Mineral von Salzlagerstätten bekannt, kommt zuweilen auch als alpines Zerrkluftmineral vor. Es kann sogar festgestellt werden, dass Anhydrit oft die erste Mineralart war, die in bestimmten Klüften ausgeschieden wurde. Bei absinkenden Temperaturen wurde er aber oft wieder unstabil und aufgelöst. Deshalb kommen in vielen Klüften nur noch Negativ-Formen von Anhydrit vor, vorzugsweise im Bergkristall, so z. B. im Val Giuv GR, der Göscheneralp UR, im Goms VS und im Binntal VS. Anhydrit, der durch die Kluftlösungen nicht aufgelöst wurde, wird heute durch einsickerndes Oberflächenwasser in Gips umgewandelt oder ebenfalls aufgelöst. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass die schönen Anhydritkristalle, die eingangs angesprochen wurden, in einem grossen Tunnel, d. h. dem Simplontunnel VS/Italien, gefunden worden sind (1898–1905). Das Besondere dieser flachprismatischen Kristalle ist die lila-violette Färbung und die Grösse (bis 7 cm lang). Verschiedene Autoren glauben, dass die Simplon-Anhydrite weltweit wohl die schönsten Kristalle dieser Mineralart darstellen. Schon früh (Spezia 1904) fielen die fluiden Einschlüsse der Anhydrit-Kristalle auf. Diese bestehen einerseits aus einer wässerigen Lösung (nebenstehendes Bild, oben: mit 5–8 Äquivalent-Gewichts-Prozent NaCl), andererseits vorwiegend aus CO_2 (nebenstehendes Bild, unten: gasförmige CO_2-Blase in flüssigem CO_2, das Dichten zwischen 0.55 und 0.85 g/cm³ aufweist (Stalder 1984). Es ist erstaunlich, dass in dem vollkommen spaltbaren Mineral fluide Einschlüsse mit sehr unterschiedlichen Innendrucken über Jahrmillionen erhalten geblieben sind. Der auf Tafel 1 abgebildete, fazettierte Anhydrit besitzt kaum Einschlüsse. Mit seiner intensiven Färbung und mit seiner Grösse (9.4 Karat) ist er ein Unikat.



Anhydrit, Simplon, 330/110 µm
fluide Einschlüsse

Apatit (Taf. 2)



Farbe: farblos, blauviolett (Val Casatscha, Val Medel, GR; Gotthard, Fibbia, TI; Obergoms, VS und anderswo); rosa (Intschi/Ried, UR und anderswo); grün, gelb (Kemmleten bei Hospental, UR; Alpe Devero, Val Antigorio, Italien; Val Fedoz, Engadin, GR und anderswo)
Glanz: Glasglanz, fettig auf den Bruchflächen
Härte: 5
Dichte: 3.175 (Val Casatscha); 3.21 (Kemmleten)
Spaltbarkeit: nach (0001) und (10$\bar{1}$0) wechselnd deutlich
Bruch: muschelig, spröd
Kristallsystem: hexagonal (hexagonal-dipyramidal)
Kristalle: isometrisch, kurz- bis langsäulig, auch tafelig (senkrecht zur c-Achse), meist vielflächig
Chemische Zusammensetzung: Fluorapatit, $Ca_5(PO_4)_3F$. Die grün-gelben «Spargelsteine» sind Hydroxylapatite $Ca_5(PO_4)_3(OH)$ mit einem gewissen Anteil an Fluorapatit
Optik: anisotrop, einachsig-negativ

$n\varepsilon$ =	1.6344	1.6413
$n\omega$ =	1.6372	1.6452
$\triangle$ =	-0.0028	-0.0039
	Val Casatscha (Gübelin 1967)	Kemmleten (Burri et al. 1935)

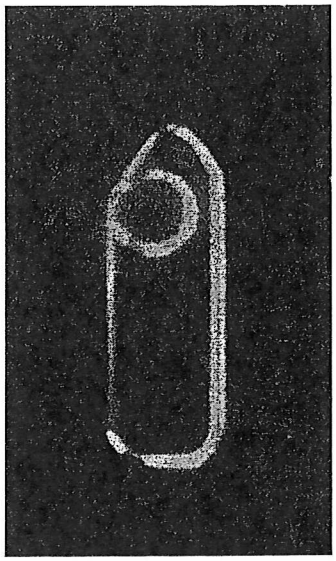
Dispersion: 0.016
Pleochroismus: schwach bezüglich der angegebenen Farben
Fluoreszenz: meist keine. Spargelstein leicht violett (uv-lang) und lila (uv-kurz)
Alpine Vorkommen: Freistehende Kristalle in Mineral-Zerrklüften, «Spargelstein» in Talk eingebettet

Apatit wird heute als Gruppenname verstanden. In den alpinen Mineral-Zerrklüften werden vorwiegend Fluorapatite mit einem geringen Anteil an Hydroxylapatit gefunden. Von der Kemmleten bei Hospental haben Burri et al. 1935 erstmals den Hydroxylapatit beschrieben. Später hat sich gezeigt, dass dieser nicht «rein» ist, sondern einen ansehnlichen Anteil an Fluorapatit (ca. 23 Mol%) enthält (berechnet nach Mitchell et al. 1943). Trotzdem ist die Kemmleten die Typlokalität für Hydroxylapatit. Andere Apatit-Arten spielen weder gemmologisch noch als schweizerische Mineralvorkommen eine Rolle.

Apatit ist ein häufiges Mineral, das zudem in vielen verschiedenen Farbnuancen auftritt. Trotzdem sind durchsichtige Kristalle selten. Fazettiert werden goldgelbe, grüne und blaue Varietäten, zu Katzenaugen-Cabochons verarbeitet gelbe und grüne Steine aus Brasilien. Farbloser Apatit ist wenig attraktiv und wird deshalb kaum verschliffen.

In den alpinen Mineral-Zerrklüften ist Apatit ein verbreitetes Mineral. Am häufigsten findet man kleine, farblose, vielflächige Kriställchen. Grössere und farbige Kristalle treten selten auf, doch wenn vorhanden, sind sie oft durchsichtig und wunderschön. Unglücklicherweise sind die blauvioletten und rosa Apatite nicht lichtbeständig: Eine Fazettierung ist deshalb problematisch. Lichtbeständig sind dagegen die gelben bis gelbgrünen Hydroxyl-Apatite, die auch Spargelsteine genannt werden; sie sind auf den alpinen Fundstellen selten durchsichtig. Aus dem ganzen alpinen Raum ist Apatit deshalb ein überaus selten verarbeiteter Stein.

Ein Apatitfund mit ungewöhnlich schönen, klaren Kristallen (bis zu 25 mm Länge) von «hervorragender Edelsteinvarietät» glückte 1953 dem Strahler Giusep Venzin im *Val Casatscha,* Medel GR. Nach der morphologischen Beschreibung der Apatite dieses Fundes durch Parker (1954) folgte 1967 eine gemmologische durch Gübelin. Charakteristisch für die Casat-



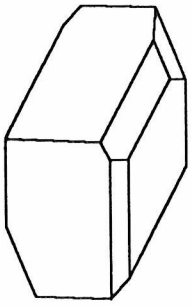
Apatit, Casatscha, 140 µm negativer Kristall (Gübelin 1967)

scha-Apatite sind die zweiphasigen fluiden Einschlüsse in der Form negativer Kristalle: wässerige Lösung und Gasblase, bis 150 µm gross. Der abgebildete primäre fluide Einschluss hat die Form eines (negativen) Kristalls mit spitzem Kopf und stumpfem Fuss (aus Gübelin 1967). Solche Einschlüsse sind wahrscheinlich primärer Entstehung: später gebildete Einschlüsse sind ebenfalls zweiphasig, jedoch recht unregelmässig geformt. Es sind z. T. grössere Hohlräume, die durch gebogene Kanäle miteinander verbunden sind. Die fazettierten Steine erreichen Grössen bis zu 21 Karat (Coll. Gübelin). Leider sind auch diese amethystfarbenen Apatite nicht lichtbeständig.

Farblose Fluorapatite einer andern Fundstelle im Val Casatscha (Finder Paul Flepp, Danis), die vor allem dicktafelige Kristalle enthielt, hat vor kurzem Bruno Veigel, Lutry, fazettiert. Von dem überaus reichen Fund besassen nur ganz wenig Kristalle eine zum Fazettieren genügend gute Durchsichtigkeit.

Ums Jahr 1968 konnte das Schweizer Heimatwerk von Zürich vom Strahler und Bergführer Reto Giovanoli (190–1973) von Bondo, Bergell, gelbliche «Spargelsteine» aus dem *Val Fedoz* erwerben. Die flächenarmen Rohapatite waren durchscheinend bis durchsichtig und von Talk und Calcit begleitet. Einen Teil der Apatite liess das Heimatwerk fazettieren oder zu Cabochons verarbeiten (Grössen bis ca. 1.5 Karat). Die schönsten Belege von Val-Fedoz-Apatiten können heute in der Ciäsa Granda in Stampa, Bergell, bewundert werden.

Axinit (Taf. 2 und 14)



Farbe: nelkenbraun, braunrosa, braunviolett
Glanz: starker Glasglanz
Härte: 6½–7
Dichte: 3.25–3.30
Spaltbarkeit: ziemlich deutlich nach (100)
Bruch: muschelig, splitterig
Kristallsystem: triklin (triklin-pinakoidal), Typus eines triklinen Minerals
Chemische Zusammensetzung: $Ca_2FeAl_2BSi_4O_{15}(OH)$, komplexes Borsilikat, Soro- (od. Gruppen-) Silikat. Ca und Fe können teilweise durch Mn oder/und Mg ersetzt sein
Optik: anisotrop, zweiachsig-negativ
$n\alpha$ = 1.671–1.677
$n\gamma$ = 1.680–1.687
$\triangle$ = –0.009 bis –0.011
Dispersion: keine
Pleochroismus sehr deutlich: olivbraun – rotbraun – gelbbraun
Fluoreszenz: keine
Alpine Vorkommen: freistehende Kristalle in Mineralzerrklüften

Heute wird Axinit als Gruppenname verstanden (wie Granat, Turmalin). Die angegebene Formel entspricht dem Ferro-Axinit, der einzigen Art, die als alpines Edelsteinmineral eine Rolle spielt. Tinzenit $(Ca,Mn,Fe)_3BSi_4O_{15}(OH)$ ist ein manganhaltiger Axinit, der erstmals von der Alp Parsettens, Oberhalbstein GR beschrieben worden ist. Der Name Axinit ist vom griechischen Wort für Beil (axine), abgeleitet, weil die Mineralart auffallend scharfkantige Kristalle bildet.

Axinit ist ein eher selten verarbeitetes Mineral. Bis 1964 galten die alpinen Funde von St. Christoph bei Bourg d'Oisans, Isère, Frankreich, als die schönsten und reichsten dieser Mineralart. Von dieser Fundregion wurde

die Art 1797 von Haüy erstmals beschrieben. Axinit ist damit eine der wenigen Mineralarten, die aus einer alpinen Mineralkluft in die wissenschaftliche Literatur eingeführt worden ist. 1964 wurde in der Mina La Olivia bei Laguna Hanson, Niederkalifornien ein unerwartet schöner und reicher Axinitfund gemacht. In der Folge gelangte eine grössere Anzahl von geschliffenen Axiniten in den Handel (Sinkankas 1976).

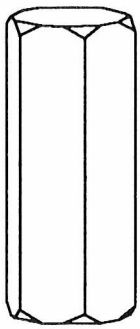
Als alpines Kluftmineral ist Axinit in den Schweizeralpen recht weit verbreitet. Es kommt in eher basischen Gesteinen vor (Ca-reich) und an Orten, wo in den Kluftlösungen auch Bor vorhanden war (meist aus metamorphen Sedimenten stammend). Die ergiebigsten Axinitklüfte, die von Wanger schon 1833 erwähnt wurden, liegen am Piz Vallatscha und am Piz Miez im Val Medel, GR. Heute kennt man in der Schweiz an die 20 verschiedene Fundregionen, wo Axinit nachgewiesen werden konnte. Vergesellschaftet ist Axinit meist mit Adular, Albit, Quarz, Calcit, Epidot, sowie Chlorit und Aktinolith (Amiant). Verarbeitet wurden die meist nur durchscheinenden und oft mit Chlorit und/oder Amiant verwachsenen Axinite nicht, oder kaum.

1988 erfolgte am Catogne bei Sembrancher im Unterwallis ein neuer Axinitfund. Die Fundstelle liegt in altkristallinen, basischen Gesteinen des Mont-Blanc-Massivs, unweit des Kontaktes zum aufliegenden Sedimentmantel. Die Kristalle (bis 18 cm lang!) werden begleitet von Datholith (auch ein Bor-Silikat), Calcit und Aktinolith (Amiant). Alle Axinit-Kristalle sind durchwachsen von mehr oder weniger (protogenetischem) Amiant. Ist es weniger, eignen sich gewisse Kristalle sehr gut zum Fazettieren. Neben Amiant enthalten die Axinite unregelmässig geformte (oft gezackte) zweiphasige Einschlüsse: wässerige Lösung und Gasblase. Viele dieser fluiden Einschlüsse sind nur schlecht verheilt; das Verhältnis Flüssigkeit zu Gasblase ist uneinheitlich (vergleiche nebenstehende Aufnahme).

Auch in den italienischen Alpen, vor allem im Piemont, sind verschiedentlich Axinit-Kristalle gefunden worden. Gramaccioli schreibt (1978) zum Beispiel, dass man in Bergone im Susatal vor kurzem prachtvolle Axinitvorkommen entdeckt hat.

Axinit, Catogne, 290 µm
fluide Einschlüsse

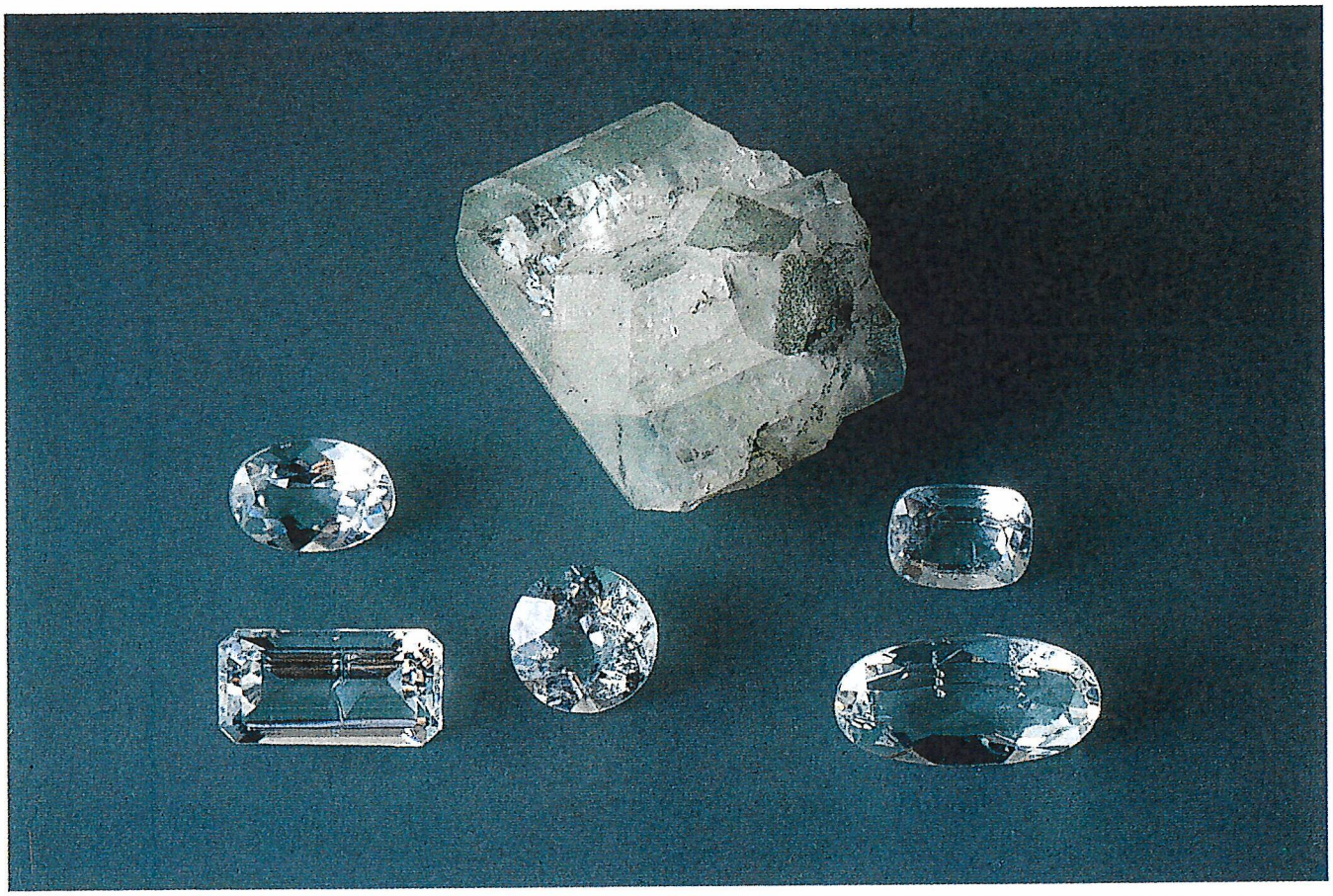
Beryll (Taf. 3 und 4)

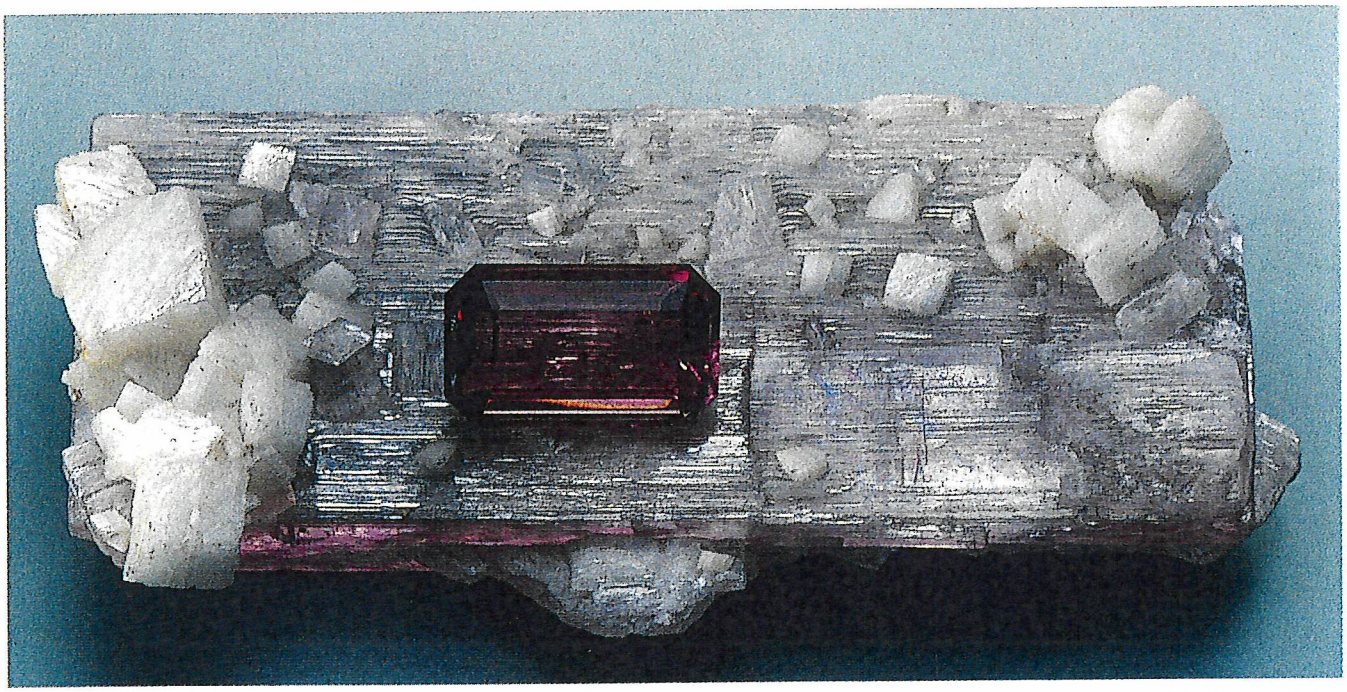


Farbe: gelblichweiss, grau, hellgelblich, grün. Aquamarin: blau, hellblau, blaugrün (eisenhaltig). Smaragd: hell- bis dunkelgrün (chrom- und/oder vanadiumhaltig)
Dichte: 2.65–2.75
Härte: 7½–8
Spaltbarkeit: keine
Bruch: kleinmuschelig, uneben, spröde
Kristallsystem: hexagonal (dihexagonal-dipyramidal)
Kristalle: sechsseitige Prismen, dicksäulig bis stengelig, sogar nadelig
Chemische Zusammensetzung: $Al_2Be_3[Si_6O_{18}]$, Ringsilikat
Häufigste Spurenelemente: Fe (zweiwertiges Fe verursacht die blaue, das dreiwertige die gelbe Farbe), Mg, Ca, Mn; Na; Cr und V (verursachen die grüne Farbe)
Optik: anisotrop, einachsig-negativ
$n\varepsilon$ = 1.569 bis 1.598 (für alpine Berylle nach Hänni 1980)
$n\omega$ = 1.573 bis 1.607
Δ = –0.004 bis –0.009 farblos bis intensiv blau (bis 6% FeO)
Dispersion = 0.014
Pleochroismus: in gefärbten Beryllen sehr deutlich – farblos/blau
Keine Fluoreszenz
Alpine Vorkommen: in Pegmatiten (gesteinsbildend und freistehend in miarolithischen Hohlräumen); in Albitit (hellgrün); freistehende Kristalle in Mineralzerrklüften

Tafel 1

Planche 1





Oben: Adularkristall, Fibbiahabitus vom Münstigergletscher, Goms VS. Fazettierte Adulare von der Bäregg, Grimsel BE (bis 4.2 ct). Foto P. V.; Coll. NMBE.

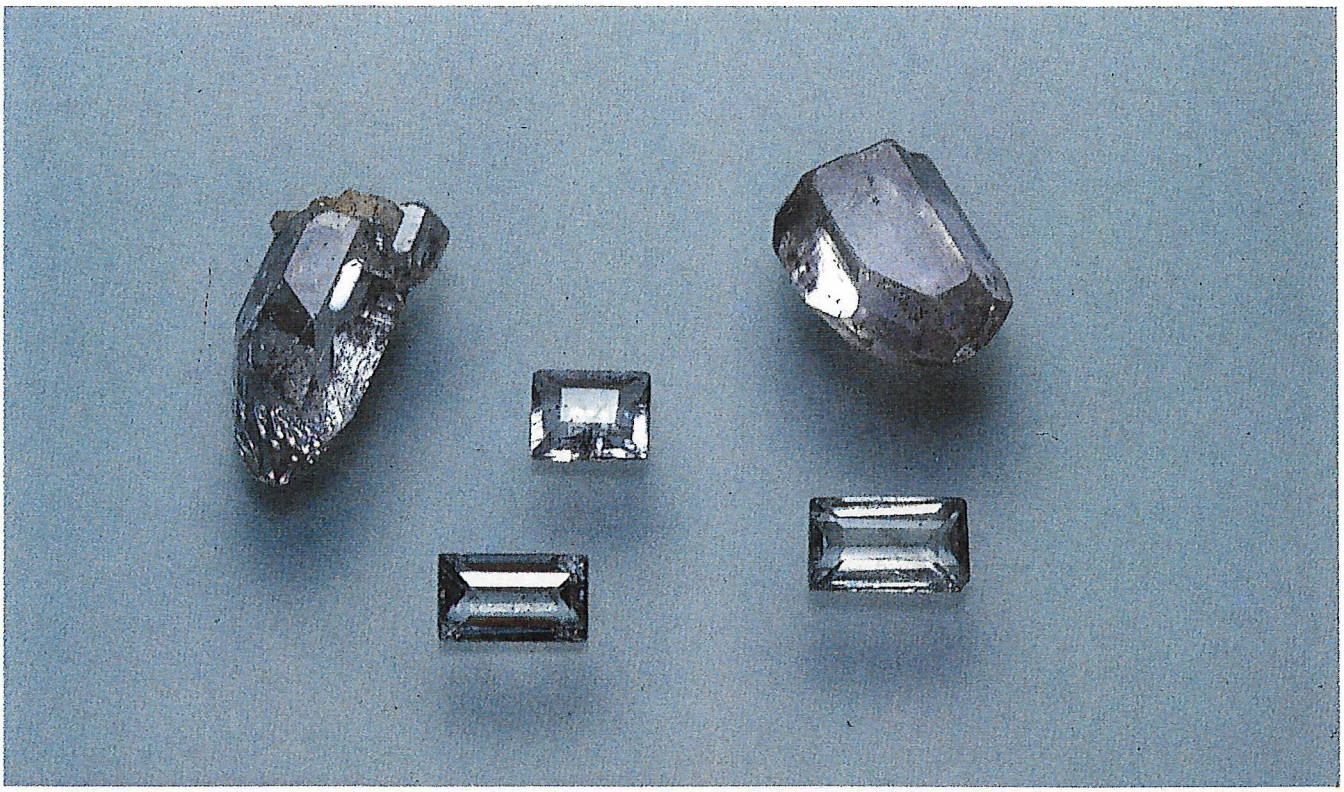
Unten: Anhydrit von Ankerit überkrustet, mit fazettiertem Anhydrit (9.4 ct). Simplontunnel VS. Foto P. V.; Coll. NMBE / Ed. Gübelin.

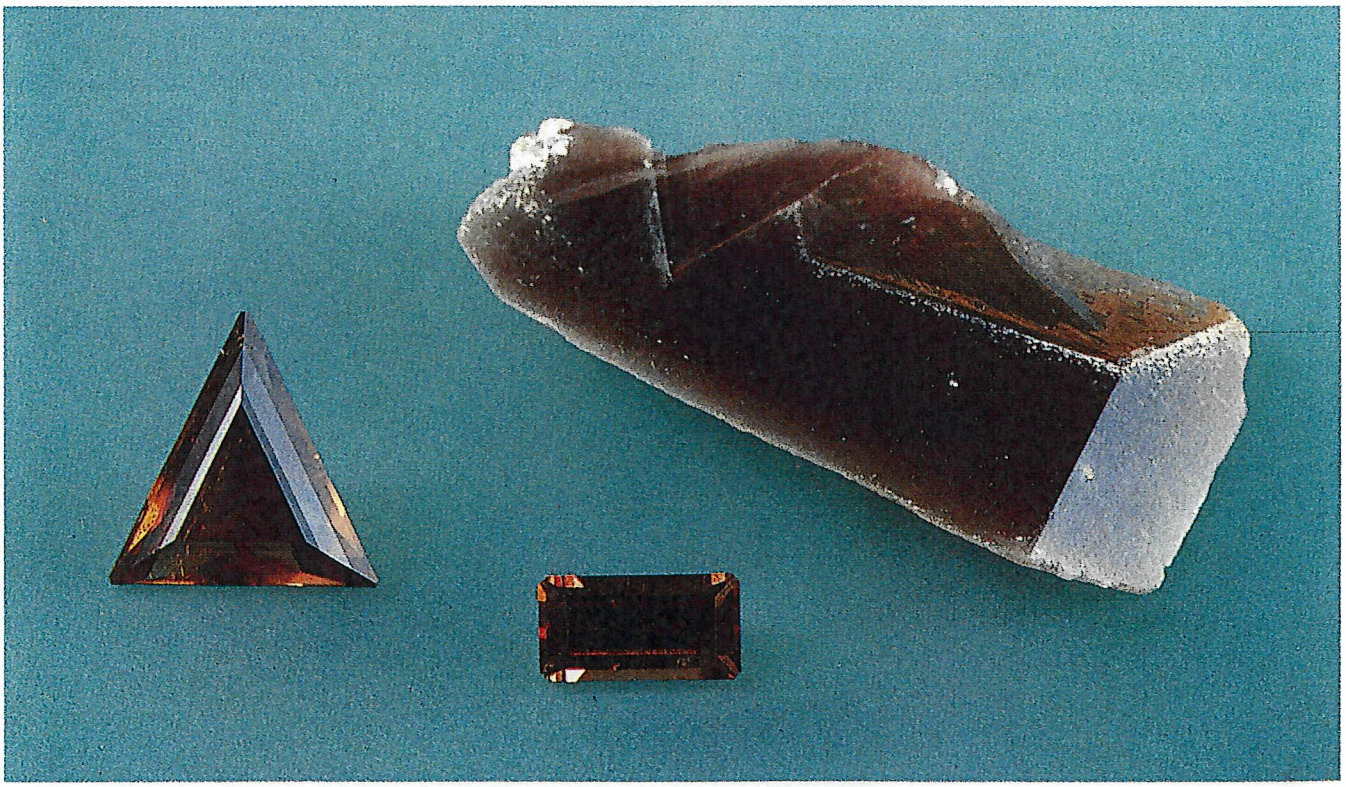
Haut: Cristal d'adulaire, habitus Fibbia du Münstigergletscher, vallée de Conches VS. Adulaires facettées de la Bäregg, Grimsel BE (jusqu'à 4.2 ct). Photo P. V.; coll. MHNB.

Bas: Anhydrite avec encroutement d'ankérite, avec anhydrite facettée (9.4 ct). Tunnel du Simplon VS. Photo P. V.; coll. MHNB / Ed. Gübelin.

Tafel 2

Planche 2





Oben: Apatitkristalle und fazettierte Apatite (bis 1.3 ct); Val Casatscha, Medel GR. Foto P. V.; Coll. NMBE.

Unten: Axinitkristall und fazettierte Axinite (1.6 und 4.5 ct); Catogne, Sembrancher VS. Foto P. V.; Coll. NMBE.

Haut: Cristal d'apatite et apatites facettées (jusqu'à 1.3 ct); Val Casatscha, Medel GR. Photo P. V.; coll. MHNB.

Bas: Cristal d'axinite et axinites facettées (1.6 et 4.5 ct); Catogne, Sembrancher VS. Photo P. V.; coll. MHNB.

Durchsichtige und mehr oder weniger intensiv gefärbte Berylle gehören zu den klassischen Edelsteinen. Smaragd ist neben Diamant, Rubin und Saphir sogar eine der vier meistgehandelten Arten im Edelsteingeschäft.

Die Schweiz gilt international nicht als Produktionsland für Beryll. Trotzdem kennt man in den Schweizeralpen (und den südlich angrenzenden italienischen Alpen) heute eine grössere Anzahl von Fundstellen. Leider fehlen den meisten der geborgenen Berylle aber wesentliche Eigenschaften bezüglich Grösse, Farbe, Durchsichtigkeit, um sie als wahre Edelsteine bezeichnen zu können.

Beryll ist in der Schweiz erst relativ spät entdeckt worden. Kenngott (1866) z. B. kannte noch keinen einzigen Fundort. Alle heute in Museen aufbewahrten Berylle gehen (vermutlich) auf Funde nach 1900 zurück. – Für das Gebiet des benachbarten Italien gilt diese Aussage nicht: Im Val Vigezzo hat man bei Craveggia (Piano dei Lavonchi) «gegen Ende des letzten Jahrhunderts prachtvolle blaue, fast durchsichtige Berylle gesammelt» (Gramaccioli 1978) – und dies ist nur eines von mehreren Beispielen. Wissenschaftlich haben sich mit den Beryllen aus der Schweiz vor allem Hügi (1956), Hügi und Röwe (1970), sowie Hänni (1980) abgegeben. Viele der folgenden Angaben sind diesen drei Arbeiten entnommen.

Beryll aus alpinen Zerrklüften

Beryll ist in alpinen Zerrklüften des Aar- und Gotthardmassivs, vor allem aber im Penninikum, mehrfach gefunden worden. Das Nebengestein ist normalerweise ein *Granit,* Aplit oder ein Gneis granitischer Zusammensetzung. Die Beryllkristalle sind oft nur sehr klein entwickelt, stengelig bis nadelig und völlig farblos: Im Gotthardmassiv, z. B. Val Curnera, Tavetsch GR; Alpe Froda im Val Canaria TI und am Gotthardpass TI. Entsprechende Beispiele aus dem Penninikum sind Acquarossa im Val Blenio TI; Chiggogna im Val Leventina TI und im Simplontunnel VS. Andere Kristalle sind schwach bis deutlich blau gefärbt, etwas grösser und eher säulig ausgebildet, z. T. durchscheinend, aber nie durchsichtig. Als Beispiele aus dem Aarmassiv sind verschiedene Funde im Val Strem, Tavetsch GR und in der Region Grimselpass–Sidelhorn BE/VS anzuführen. Ähnliche Funde aus dem Penninikum kennt man z. B. von einer Region südwestlich von Vals GR (Koenigsberger 1907) und vom Scherbadung, Binntal VS/I. An keiner Fundstelle erreichte Beryll Edelsteinqualität. Der bis heute wohl schönste und grösste Kristall aus einer alpinen Zerrkluft wurde unmittelbar südlich des Gotthardpasses (Stalder 1967) gefunden.

Im Gegensatz zu all den oben erwähnten Funden, die aus granitischen Gesteinen stammen, stehen nadelige bis stengelige Beryllkristalle (und gesteinsbildende Beryllkörner) aus penninischem *Triasdolomit:* Fianell, Val Ferrera GR; Crevola d'Ossola, Val Antigorio, Italien und Feldbach, Binntal VS. Zum Teil sind die Kristalle farblos, z. T. aber schön blau gefärbt. – Im Binntal hat man an zwei Stellen (Feldbach und Freiche) Beryll sogar in *Bündnerschiefer*-Klüften gefunden.

In alpinen Klüften tritt zuweilen auch der dem Beryll sehr nahe verwandte *Bazzit* auf. In seinem Kristallgitter ist Aluminium durch das seltene Element Scandium ersetzt; ansonsten unterscheiden sich Beryll und Bazzit nicht. Damit ist Bazzit auch ein potentieller Edelstein. Da aber noch nie grössere Bazzitkristalle gefunden wurden – die grössten Kristalle stammen wohl aus dem Furkabasistunnel (bis 7 mm lang, aber nur 1 mm dick) – kann auf eine eingehendere Beschreibung von Bazzit verzichtet werden.

Beryll aus Pegmatit
Beryllführende Pegmatite besitzen im Bergell und Misox, im mittleren Tessin nördlich der Insubrischen Linie und in den angrenzenden italienischen Gebieten eine gewisse Verbreitung.

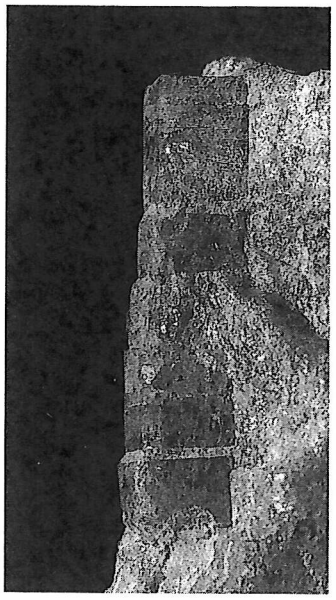
Die Pegmatite des Bergeller Massivs
Das Bergeller Massiv ist das einzige Kristallinmassiv der Schweizeralpen, das aus jungen magmatischen Gesteinen (Granit, Granodiorit, Tonalit) besteht; es entstand vor rund 30 Millionen Jahren gegen Ende der alpinen Gebirgsbildung. Der nördliche Teil liegt in der Schweiz, auf der linken Talseite des Bergells, der grössere Teil südlich davon in Italien. Entlang (aber nur nördlich) der Insubrischen Linie erstrecken sich schmale, steilstehende Gesteinszüge des Bergellermassivs über das Tal der Mera hinweg weit nach Westen bis gegen Giubiasco im Tessin. Die Gesteine des Bergellermassivs sind mehrfach von Pegmatiten durchschlagen. Diese entstanden aus Restschmelzen der Bergeller-Intrusion und sind angereichert mit leicht flüchtigen, seltenen Bestandteilen, wie z. B. Beryllium. Die Pegmatite kommen aber nicht nur im Bergeller Massiv vor, sondern auch in den kristallinen Schiefern auf der Westseite des Massivs. Die Mächtigkeit der Pegmatite beträgt 1 bis 7 m, die Gänge können bis 90 m lang sein (Ghizzoni 1983). Nach Lareida (1973) sind drei Arten von Pegmatiten zu unterscheiden:

1. Relativ feinkörnige Pegmatite. Von Auge sind keine seltenen Mineralien zu erkennen.

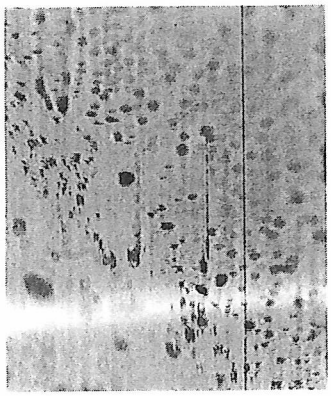
2. Einfache Pegmatite. Die Gänge sind zuweilen mächtig, sie bestehen aus grossen Individuen von Kalifeldspat, Quarz und Muskovit. Vereinzelt treten Turmalin (Schörl), Granat (Spessartin/Almandin) und auch Beryll auf. Dieser Beryll ist im allgemeinen blassblau, von Rissen durchzogen und undurchsichtig.

3. Differenzierte Pegmatite. Von aussen nach innen weisen die Gänge einen deutlichen Zonarbau auf: Die schmale Kontaktzone ist aus schuppigem resp. feinkörnigem Muskovit, Quarz und Feldspat aufgebaut. Die Aussenzone besteht im wesentlichen aus einer schriftgranitischen Verwachsung von Quarz und Feldspat. In der folgenden Zwischenzone kommen grobkörnige Feldspäte vor. Die Innenzone mit leicht bräunlichem Quarz enthält die schönsten Kristalle von Beryll und Turmalin. Meist ist auch ein feinkristallines Band von Granat vorhanden. Zuweilen treten in dieser Zone auch Columbit, Bismuthinit, Hämatit und Magnetit auf. Rudolf Staub, Professor an der ETH in Zürich, war der erste, der die Bergeller Berylle beschrieb (1923). Als kartierender Geologe fand er 1917 erstmals in den Moränen des Fornogletschers «leuchtend blaue Kristalle», die sich in der Folge als Berylle erwiesen. Etwas später wurde er auch am Casnilepass, auf dem Albignagletscher und in der Bondasca fündig. Systematisch suchte er dann auch anstehende Berylle, die er schliesslich an vielen Stellen des Bergells entdecken konnte: Monte del Forno, Torrone Orientale, Passo Casnile, Punta Pioda, Passo Cacciabella, Westgrat des Cengalo und Westsporn des Pizzo Trubinasca. – Das Suchen von Beryll im anstehenden Fels ist wegen des harten Gesteins und der z. T. überaus exponierten Lage vieler Fundstellen in den Kletterbergen des Bergells weniger erfolgversprechend als in Sturz- und Moräneblöcken. – Wohl der erfolgreichste Sammler von Beryll (auf Schweizerseite) war der Bergführer Reto Giovanoli aus Bondo (1910–1973). In der Ciäsa Granda in Stampa, Bergell, ist ein Teil seines Fundgutes ausgestellt.

Die Berylle sind sehr unterschiedlich ausgebildet: Von kaum sichtbarer bis zu Dezimeter-Grösse, opak bis völlig durchsichtig. Hellblau ist die vorherrschende Farbe, doch gibt es auch blaugrüne und gelbe bis farblose Kri-



Beryll in Pegmatit-Quarz, 3.5 cm, Bondasca



Beryll mit Kanälen und fluiden Einschlüssen, 0.5 mm, Bondasca

stalle. Die Berylle treten meist in Einzelkristallen auf, seltener in radialstrahliger Aggregierung (= «Beryllsonnen»). Die schönsten Berylle kommen in den differenzierten Pegmatiten vor, es sind relativ dunkel gefärbte Aquamarine. Staub (1923) war von diesen bis anhin «unbekannten Mineralschätzen der Alpen» begeistert. Er schrieb vom «prachtvollen Vorkommen am Cengalo», von «den herrlich entwickelten hexagonalen Säulen» und stellte fest, dass in den «Beryllsonnen» die schönsten Kristalle auftreten. Die Morphologie der Aquamarinkristalle hat Lareida (1973) untersucht: Neben dem Prisma erster Stellung und der Basis konnte er zuweilen auch je eine Dipyramide erster und zweiter Stellung nachweisen. Der Grund, dass die Bergeller-Aquamarine nicht öfters verarbeitet, d. h. fazettiert worden sind, liegt u.a. daran, dass sie (nach Lareida 1973) höchstens eine Länge von 20 mm und eine Dicke von 4 mm erreichen. Im Val Codera, in der Umgebung des Bivacco Vaninetti, sind allerdings grössere Kristalle gefunden worden. Von hier hat z. B. Ghizzoni (1983) einen prachtvollen Aquamarin von etwas über 30 mm Länge und 15 mm Durchmesser abgebildet.

Als gute Beryll-Fundstelle erwiesen sich lange grosse, von Pegmatiten durchschlagene Granitblöcke im Val Bondasca (Tafel 3), die 1969 oder kurz zuvor abgestürzt waren. Drei Schwarzweiss-Abbildungen dieses Kapitels betreffen Bondasca-Kristalle dieser Stelle: Sie stammen aus den Funden der Gebrüder Mario und Gottfried Rüdlinger (Zürich und Chur). Das erste Bild zeigt einen Beryll, der nach seiner Entstehung in mehrere Teile zerrissen und durch Quarz wieder verkittet wurde (heute Coll. Ruth Weber, Paspels). Solche Vorgänge führten leider dazu, dass viele Berylle durch eine grosse Zahl von Rissen undurchsichtig geworden sind. – Primäre und sekundäre fluide Einschlüsse sind normalerweise zweiphasig: Gasblase in wässeriger Salzlösung. Bondasca-Berylle sind immer von feinsten Wachstumskanälen durchzogen, die parallel zur Stengelachse (= c-Achse) des Kristalls verlaufen. Basalrisse können ein Verheilungsmuster aufweisen, das ebenfalls parallel zur c-Achse orientiert ist (aus Beryll von Verdabbio, Misox; Coll. Ruth Weber, Paspels; Kristall abgebildet von Offermann 1985.) An festen Einschlüssen enthalten die Berylle zuweilen Almandin/Spessartin-Mischkristalle (gleicher Kristall von Ruth Weber) und Turmalin (Schörl, Tafel 4) gefunden werden.

Vermutlich hat man auf der italienischen Seite des Bergeller Massivs mehr Beryll gefunden als auf Schweizer Seite. Im Val Codera unterscheidet Ghizzoni (1983) nicht weniger als 14 Fundgebiete mit Beryll. Das reichste von allen in der Umgebung des Bivacco Vaninetti scheint lückenlos in die Bondasca hinüberzuziehen. Auch im oberen Val Masino und westlich von Chiareggio, im obersten Val Malenco (Ostseite des Monte del Forno), kommt Beryll vor.

Beryll, Bondasca, 370 µm fluide Einschlüsse

Junge Pegmatite im Penninikum

(Vergl. auch Taddei 1938, 1940; Simonetti 1973)

Die Insubrische Linie trennt das Penninikum (im Norden) von den Südalpen. Sie verläuft vom Nordende des Comersees über den Ioriopass in die Magadinoebene; unmittelbar nördlich von Ascona biegt sie langsam, dann immer stärker, nach Süden um und überquert bei Vogogna (13 km südlich Domodossola) das Tal des Toce. – In den alten granitischen und steil stehenden Gneisen des Penninikums, nördlich der Insubrischen Linien, besitzen junge Pegmatite eine regelmässige Verbreitung. Das Alter der Pegmatite entspricht jenem im Bergellermassiv, d. h. auch diese Pegmatite entstanden am Ende der alpinen Gebirgsbildung. Auch die Mineralführung ist ähnlich, neben Quarz, Feldspat, Muskovit und Biotit fallen dem Sammler vor

allem schwarze Turmalinkristalle (Schörl), roter Granat (Almandin/Spessartin) und blauer Beryll auf. Der Beryll ist allerdings meist opak gelblich bis bläulich oder grünlich, und nur stellenweise durchscheinend bis durchsichtig. Im Pegmatit von Montescheno, der im zentralen Teil des Ganges 4–5 Vol.% Beryll aufwies, sind (trübe) Kristalle von bis zu 12 kg Gewicht gefunden worden. Montescheno liegt im Val Antrona, südwestlich Domodossola. Der Gang erfuhr vor Jahren sogar einen bergmännischen Abbau, allerdings auf Hellglimmer.

Die wichtigsten Fundgebiete in der Schweiz liegen im untersten Teil des *Misox* GR, in der *Riviera* zwischen Bellinzona und Biasca TI, im *Val Verzasca* (Vogorno-Lavertezzo) und in der Umgebung von *Locarno* (Gordola, Ponte Brolla). In der Fachliteratur sind viele Funde erwähnt, aber kaum ausführlich beschrieben worden. Im folgenden soll auf einige davon eingegangen werden, wobei sich die Aufzählung nach ihrer geographischen Verbreitung von Ost nach West richtet.

Piano di Verdabbio GR (Gross 1969, Kaspar 1972). Wohl der grösste Beryllfund der Region glückte 1968 Fritz Kaspar aus Zürich. In den Wänden über Piano di Verdabbio konnte er aus einer «Quarzplatte» von 5 × 5 m eine grosse Anzahl von Beryllen bergen, die bis 20 cm lang waren. Nach der Beschreibung von Kaspar war die «Quarzplatte» wohl ein Teil eines stark zonierten Pegmatits. Die Funde gelangten anschliessend ans Schweizer Heimatwerk in Zürich. Gross war begeistert: «Vollkommene Edelsteine durchspiessen das Muttergestein.» Die meisten Beryllkristalle waren durchscheinend und besassen «einen klaren Kern von blassem Meerblau». Viele der Berylle hat Jürg Krauer in der Folge zu Cabochons und fazettierten Steinen verschliffen. Eine Anzahl von Beryllstufen hat das Heimatwerk auch als mineralogische Sammlungsobjekte verkauft.

Castaneda im untersten Val Calanca GR. Nach Kündig (1926) konnten in den zahlreichen Pegmatiten dieser Gegend Berylle in Form von hellblauem, wasserklarem Aquamarin in schönen hexagonalen Prismen von bis zu 3 cm Länge gefunden werden.

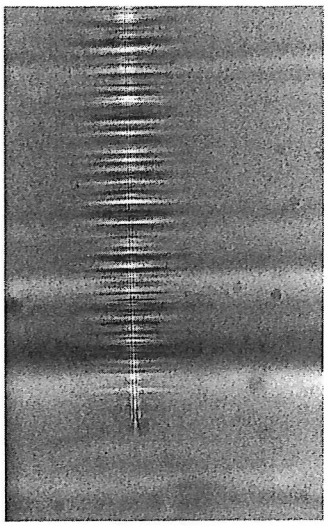
Claro, Riviera TI. Nach Parker (1940) sind im Val del Molino, unter dem Hügel des Klosters, Pegmatite aufgeschlossen, die sich durch einen besonders reichen Gehalt an Beryll auszeichnen. Das Mineral zeigt gelbliche bis bläuliche Farbe und ist im allgemeinen nur von durchscheinender oder trüber Beschaffenheit. Später (Parker 1973) wurde der Fund eines 20 cm langen Berylls durch M. Pacciorini und eines Kristalls von 5 cm Länge durch F. Campana (Toroni 1987) verzeichnet.

Ponte Brolla bei Locarno TI. Beryll- und Turmalin-führende Pegmatite stehen am Südhang des Castello an (Parker 1973). Kündig (1926) hat die Funde erwähnt; 1964 gelangten im Schweizer Heimatwerk neue Berylle aus der Gegend zum Verkauf (Hügi und Röwe, 1970).

Val Vigezzo. Zahlreich sind die Beryllfunde im Val Vigezzo. Aber auch hier gehören Aquamarine (bis 5 cm Länge) zu den Seltenheiten. Am Piano dei Lavonchi bei Craveggia hat man, vor allem gegen Ende des letzten Jahrhunderts, prachtvolle blaue, fast durchsichtige Berylle gesammelt (von hier wurde 1889 der erste Columbit der Alpen bestimmt. Mattioli 1979). Weitere Fundstellen sind Eglio, ebenfalls nahe Craveggia, sowie Valle Antoliva und Rio Graia auf der Südseite des Val Vigezzo. In den Beryll-Pegmatiten werden neben Columbit noch eine ganze Reihe anderer, z. T. seltener Mineralien gefunden, so z. B. Almandin, Turmalin, Zirkon, Euxenit und Uranmineralien (Mattioli 1979, mit genauen Fundverzeichnissen).

Valle d'Ossola und Val Antrona. Beryll ist aus dem Valle d'Ossola, östlich und südlich von Domodossola, schon sehr lange bekannt, von Pallanzeno z. B. seit 1871. Ein klassischer Fundort ist der Steinbruch Grignaschi

Beryll, Misox, 0.9 mm
Almandin-Einschlüsse
Coll. R. Weber, Paspels



Beryll, Misox, 0.5 mm
verheilter Basalriss

nördlich Cosasca, wo gelegentlich 1–3 cm grosse, schön blaue und durchsichtige Kristalle gesammelt werden konnten. Ein anderer Fundpunkt liegt südlich von Beura, wo die Nebengesteine der Pegmatite auch alpine Kluftmineralien enthalten. Der Pegmatit von I Mondei bei Montescheno im Val Antrona hat zwar die grössten Berylle geliefert (s. oben), aber nicht die schönsten. Merkwürdig sind winzige, langsäulige und durchsichtige Beryllkristalle, die in Hohlräumen grösserer Berylle vorkommen (Gramaccioli 1978).

1944 hat Lugeon einen Beryll aus der Region des *Grossen St. Bernhards* erwähnt: «un beau cristal bleuté de béryl en prisme de 35 mm de longueur et de 4 mm de diamètre.» Der Fund lag damals schon 30 Jahre zurück, der Finder, der polnische Geologe F. Rabowski, hatte das Unikat einem Pegmatit in den Casanna-Schiefern am Col de Barasson (2649 m) entnehmen können.

Beryll aus Albitit

Oberhalb Gagnone-Orcesco im Val Vigezzo I ist in einem Steinbruch auf der Alpe Rosso ein ganz besonderer Pegmatit aufgeschlossen. Es handelt sich um ein Ganggestein, das fast nur aus Albit besteht und deshalb als Albitit bezeichnet wird. Ein zweiter Albitit kommt unweit davon am Pizzo Marcio vor. Beide Fundstellen haben eine grosse Anzahl seltener Mineralien geliefert; zwei Arten wurden erstmals von hier beschrieben: Roggianit, ein wasserhaltiges Natrium-Calcium-Alumosilikat (Passaglia 1969) und Vigezzit, ein komplexes Oxid mit Seltenen Erden, Titan und Niob/Tantal (Graeser et al. 1979). Beryllium ist Bestandteil von fünf verschiedenen Mineralarten: Beryll, Chrysoberyll, Bavenit, Bertrandit und Bityit. Dabei ist Beryll sicher das schönste und auffälligste Mineral aus den zwei Albititen. Die Kristalle erreichen z.T. beachtliche Grössen (bis ca. 4 cm Länge), sie sind durchscheinend und von smaragdgrüner Farbe. Verständlicherweise hat man sie deshalb als Smaragde bezeichnet. Hänni (1980) konnte allerdings nur Spuren von Chrom nachweisen. Die optischen Daten dieser «Smaragde» stimmen aber recht gut mit jenen aus dem Habachtal, Salzburg A überein: $n_\varepsilon = 1.584$; $n_\omega = 1.592$; $\triangle = -0.008$.

Beryll aus Pegmatiten der Ost- und Südalpen (Italien)

Pegmatite von Sondalo, Veltlin (Ostalpin)

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts haben namhafte Forscher wie Link, Bugnatelli, Pietro Sigismund und auch der Dorfpfarrer Don Zaccaria die Gegend von Sondalo sehr sorgfältig untersucht. Von besonderem Interesse waren dabei die Pegmatite in den beiden linken Nebentälern der Adda, Val Scala und Val Dombastone. Die Pegmatite haben damals sehr schöne Beryll-, Chrysoberyll- und Dumortierit-Stufen geliefert, z.T. zusammen mit vielen andern Mineralien zusammen (Gramaccioli 1978).

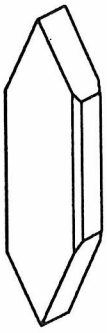
Pegmatite von Piona bei Colico (Südalpin)

Südwestlich von Colico am Comersee liegt eine kleine Halbinsel mit der Abtei von Piona auf dem äussersten Sporn. Die Halbinsel selbst und die NW-Flanke des Monte Legnoncino im unmittelbaren Hinterland sind von einer Anzahl von Pegmatiten durchzogen. Am Laghetto di Piona wurde einer der Pegmatite zu Beginn des 20. Jahrhunderts auf Feldspat abgebaut, ein zweiter bei Malpensata (= Cava della Croce) während des 2. Weltkrieges auf Glimmer. Schliesslich erfolgte in den 1950er Jahren auf der Alpe Sommafiume eine Probeschürfung zur Abklärung der dortigen Pegmatit-Mineralogie. In den drei Pegmatiten kamen einige seltene und einige sehr schöne Mineralien vor. So wurde vor allem Beryll in bläulichen Kristallen

von beträchtlicher Grösse und hervorragender Ausbildung gefunden (Malpensata, Alpe Sommafiume) und ebenso Chrysoberyll in prächtigen Kristallen von mehreren cm Länge (Laghetto di Piona). Andere Mineralien waren z. B. Zirkon, Graftonit, Tapiolit und Uranmineralien (Gramaccioli 1978).

Beryll aus Quarzader
1981 hat A. Gorsatt, Binn, aus einem Quarzgang des Binntals Berylle von einer selten intensiven blauen Farbe gefunden. Die dicht eingeschlossenen Prismen weisen Längen bis zu 15 cm auf. Die Kristalle sind durchscheinend, in kleinen Partien sogar durchsichtig. Fluide Einschlüsse der Kristalle enthalten oft eine wässerige Lösung, flüssiges und gasförmiges CO_2.

Chrysoberyll (Taf. 6)

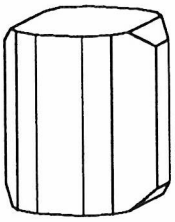


Farbe: weiss, grünlich, hellgrün. *Alexandrit:* smaragdgrün mit Farbumschlag, d. h. violett im künstlichen Licht
Dichte: 3.70–3.72
Härte: 8½
Spaltbarkeit: unvollkommen
Bruch: schwach muschelig
Kristallsystem: orthorhombisch (rhombisch-dipyramidal)
Kristalle: prismatische Säulen, tafelig, meist in V-förmig verwachsenen Zwillingen
Chemische Zusammensetzung: Al_2BeO_4, Doppeloxid, verzerrtes Spinellgitter
Alexandrit = chromhaltig
Optik: anisotrop, zweiachsig-positiv
$n\alpha = 1.747$
$n\gamma = 1.756$
$\triangle = +0.009$ (= mittlere Werte)
Dispersion = 0.015
Pleochroismus sehr schwach
Keine Fluoreszenz
Alpine Vorkommen: in Pegmatiten und Albititen. Als Kluftmineral in Triasdolomit (?)

Chrysoberyll ist in seiner schönsten Ausbildung ein klassischer und hoch geschätzter Edelstein. In der Schweiz und dem benachbarten Italien sind einige Chrysoberyll-Funde bekannt. Sie wurden aber wohl noch nie verschliffen. Dabei werden die Funde aus den Pegmatiten von Sondalo im Veltlin I und von der Halbinsel Piano am Comersee I als «prächtige Kristalle von mehreren cm Länge» (Gramaccioli 1978) beschrieben. Chrysoberylle aus dem Val Dombastone bei Sondalo zählen sogar zu den klassischen Funden dieser Mineralart und wurden in der Literatur mehrfach abgebildet (Gramaccioli 1978). Aber die Grösse der Kristalle wird nicht durch eine entsprechend schöne Farbe und gute Durchsichtigkeit ergänzt. – In der Schweiz sind bis anhin nur Chrysoberyll-Einzelfunde zu verzeichnen: Ein hellgrüner, schlecht ausgebildeter Kristall, 9×3 mm gross, aus einem Pegmatit, neben Beryll und Granat von der Albigna GR (Frey und Nungässer 1972); zwei hellgrüne kleine Kristalle, 4–5 mm lang, aus einem Pegmatit von der Mündung der Calanca in die Moësa GR (Simonetti 1973) und ein Alexandrit-ähnlicher Kristall aus dem Dolomit vom Campolungo TI. Dieser Stein ist 1920 in einer alten Sammlung, mit der Fundbezeichnung Campolungo, im Naturhistorischen Museum von Milano entdeckt und bestimmt worden (Artini 1920). – Tafelartige Kristalle (bis 10 mm Durchmes-

ser) von hellgrüner Farbe und durchscheinender Beschaffenheit können im Albitit am Pizzo Marcio im Val Vigezzo I gefunden werden. (Die genannten Fundorte sind alle im Kapitel «Beryll» näher beschrieben.)

Cordierit (Taf. 5)



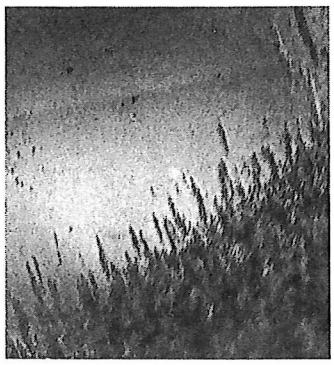
Farbe: hellblau, violettblau, veilchenblau, graublau
Glanz: fettiger Glasglanz
Härte: 7–7½
Dichte: 2.58–2.66
Spaltbarkeit: wenig deutlich nach (010)
Bruch: muschelig, uneben, spröde
Kristallsystem: orthorhombisch (orthorhombisch-dipyramidal)
Chemische Zusammensetzung: $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$
Optik: anisotrop zweiachsig, negativ und positiv
$n\alpha$ = 1.530–1.560; (1.540)
$n\beta$ = 1.535–1.574; (1.545)
$n\gamma$ = 1.538–1.578; (1.550)
$\triangle$ = ± 0.008 bis -0.018 (-0.010)
Die Werte in Klammer betreffen die Cordierite vom Val Misox
(Messung von Armbruster 1991 auf dem Spindeltisch)
Dispersion: 0.017
Pleochroismus: sehr stark, gelb – hellblau-dunkelviolett-blau
Fluoreszenz: keine
Alpine Vorkommen: gesteinsbildend, entstanden durch die alpine Metamorphose

Cordierit ist früher zuweilen mit Saphir verwechselt worden, er wurde deshalb auch «Wasser-Saphir» genannt. Ein wichtiges Bestimmungsmerkmal ist der überaus starke Pleochroismus. Diese Eigenschaft hat dem Mineral den heute nicht mehr gebräuchlichen Namen Dichroit eingetragen. In der Gemmologie wird das Mineral meist als Iolith bezeichnet (nach dem griechischen Wort für violett). Schleifwürdige Steine stammen vorwiegend aus Sri Lanka, Burma, Madagaskar und Indien.

In den Alpen ist Cordierit mehrfach nachgewiesen. Doch erst in den letzten Jahrzehnten wurde die Mineralart auch in den Schweizeralpen entdeckt. 1967 fand E. Wenk (1968) bei Kartierungsarbeiten in einer 10 m mächtigen Linse von Kyanit-Glimmerschiefern (in einer Gneis-Amphibolit-Serie) des Verzasca-Tales gesteinsbildenden, farblosen Cordierit. 1980 berichtete Irouschek über neue Cordierit-Funde aus der Soiano-Decke, z. T. mit schwach grünbläulichen Eigenfarben: Alpe Sponda (gemeinsam mit Kyanit) und auf der Westseite des Cima Gagnone, z. B. Miregn (hier mit fibrolithischem Sillimanit). Von Armbruster und Irouschek (1983) wurden diese Cordierite geochemisch, kristallographisch und optisch genau untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass die Alpe-Sponda-Cordierite hohe Gehalte an Na_2O (bis 1.5 Gew.%), BeO (bis 0.8 Gew.%), aber auch FeO (bis 6.8 Gew.%) enthalten. In den Miregn-Cordieriten sind diese Werte viel kleiner (FeO = 3.5–4.4 Gew.%) und damit näher einem «normalen» Cordierit. Die Alpe-Sponda-Cordierite besitzen einen höhern Gasanteil (2.0–2.3 Gew.%), wobei das Gas vorwiegend aus H_2O besteht (CO_2-Anteil in beiden Gruppen um 0.3 Gew.%). Die Cordierite aus der Somano-Decke sind alle so klein, dass an eine gemmologische Verarbeitung nicht zu denken ist.

Der neuste Fund von Cordierit (1987 J. Krauer und H. R. Schweiter) stammt aus dem Val de Rebolgin, Misox (Adula-Decke). Das Nebengestein

besteht aus einem Amphibolit, der in Glimmerschiefern und Gneisen (z. T. mit fast farblosem Kyanit) vorkommt. Im gebrochenen Stein fallen die z. T. recht intensiv blauen Cordierite sofort auf. Da J. Krauer (Oberhittnau) selbst Edelsteinschleifer ist, versuchte er sofort, das blaue Material zu fazettieren. Heute liegen über 20 geschliffene Steine vor (bis 0.6 ct), z. T. fast einschlussfreie, z. T. aber auch solche mit Phyllosilikatfahnen (= beginnende «Pinitisierung», Abbildung nebenstehend). Nach den kristallographischen und optischen Bestimmungen von Armbruster (1991) entsprechen die Misox-Cordierite den Miregn-Cordieriten, einzig der CO_2-Anteil dürfte etwas höher sein (= grösserer Achsenwinkel). Im übrigen sind die neuen Funde bezüglich Qualität und Grösse sowie Vorkommen (ebenfalls aus einem Amphibolit) mit jenem aus dem Val Codera, Italien, zu vergleichen (Ghizzoni 1983). Die Codera-Cordierite sind z. T. noch vom höchst seltenen Mineral Sapphirin begleitet, auch einem Mg-Al-Silikat.

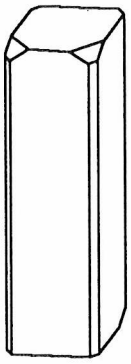


Cordierit, Misox, 630 µm
beginnende Pinitisierung

Maurizio und Weibel (1982) stellen fest, dass Cordierit in den tonerdereichen Gesteinen der gesamten Umrandung des Bergeller-Massivs vorkommt. Aus dem Val Trubinasca werden «bläuliche Knollen» von bis zu 5 cm Durchmesser angegeben. Grünlichgraue idiomorphe Kristalle sind unterhalb des Gletscherendes im Fornotal gefunden worden. Leider sind diese Cordierite schon weitgehend pinitisiert, d. h. in ein Phyllosilikat umgewandelt.

Gramaccioli (1978) rühmt «prächtige braune oder grünliche, pseudohexagonale Cordierit-Kristalle» von bis zu 4 cm Länge aus dem Val di Creda, NE von Brissago. Die Cordierite kommen hier in einem Pegmatit (zusammen mit Apatit und Graphit) vor. – Über eine gemmologische Bearbeitung dieser Cordierite ist nichts bekannt geworden.

Diopsid (Taf. 6)



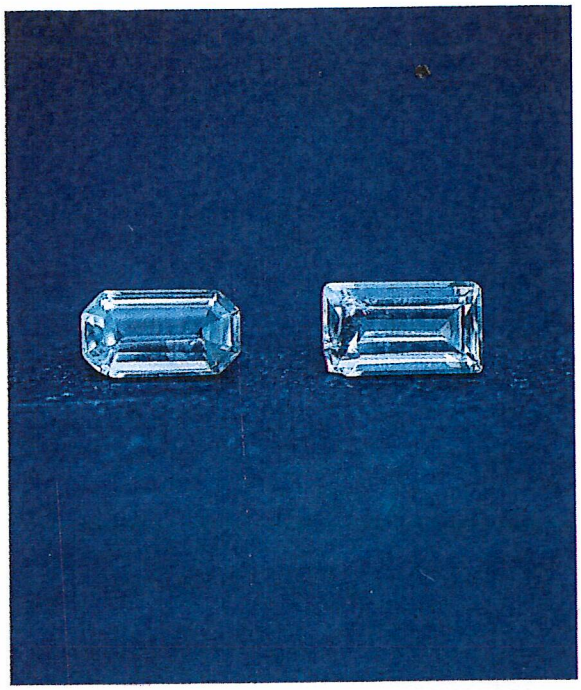
Farbe: hellgrün, dunkelgrün, blau; smaragdgrün (Chromdiopsid); violett (Violan)
Glanz: Glasglanz. Cr-Diopsid mit Katzenaugeneffekt
Härte: 5½
Dichte: 3.29 (Fe- und Cr-Gehalte erhöhen diesen Wert)
Spaltbarkeit: Gut nach dem Prisma (110), das parallel der c-Achse verläuft (Winkel zwischen Spaltflächen = 92°50′)
Bruch: spröde, z. T. blätterige Absonderungen
Kristallsystem: orthorhombisch (orthorhombisch-dipyramidal)
Kristalle: kurz- bis langprismatisch
Chemische Zusammensetzung: $CaMgSi_2O_6$, bildet Mischkristalle mit Hedenbergit $CaFeSi_2O_6$, z. T. Al-, Na- und Cr-führend
Die violetten Violane enthalten Mangan
Optik: anisotrop, zweiachsig-positiv

$n\alpha$ =	1.670	1.702
$n\beta$ =	1.687	1.715
$n\gamma$ =	1.700	1.726
$\triangle$ =	+0.030	+0.024
	Fe-arm	Cr-Diopsid

Keine Dispersion
Sehr schwacher Pleochroismus
Cr-Absorptionslinien im Grün (505 und 508 nm) und Blau (490 nm)
Keine Fluoreszenz
Alpine Vorkommen: freistehende Kristalle in Mineralzerrklüften (von Rodingiten) und gesteinsbildend in Ultramafitit

Tafel 3

Planche 3

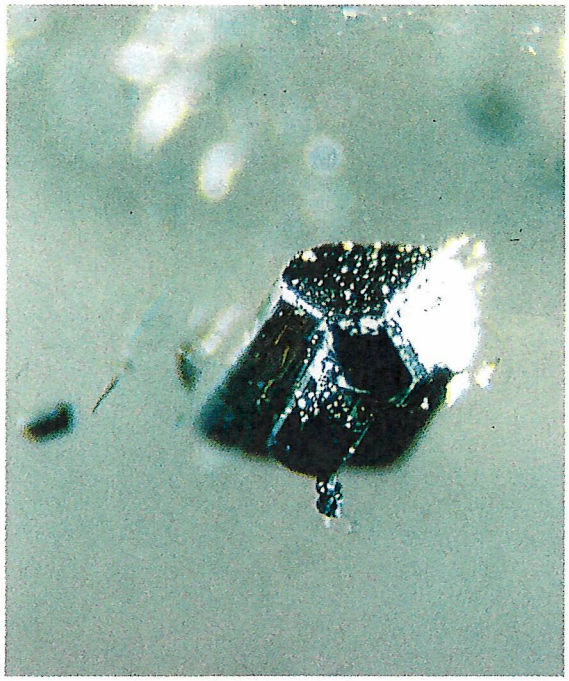


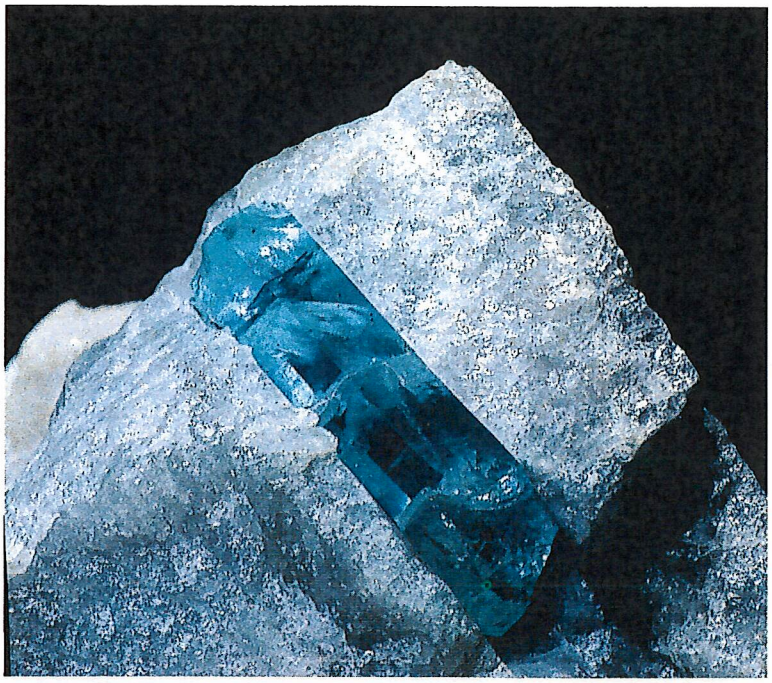
Oben links: Beryll in Pegmatit mit vier Beryll-Cabochons (0.7 bis 2 ct) aus dem Val Bondasca GR. Foto P.V.; Coll. NMBE.
Oben rechts: Zwei fazettierte Aquamarine aus dem Val Bondasca GR (0.66 und 0.72 ct). Foto Std.; Coll. G. Rüdlinger.
Unten: Lumbardui, Val Bondasca, Bergell GR. Der grosse von Pegmatiten durchzogene Granitblock gehört zu einer Felssturzmasse von 1968. Foto M. Rüdlinger (1969).

Haut, gauche: Béryl dans pegmatite avec quatre cabochons de béryl (0.7 à 2 ct). Val Bondasca GR. Photo P. V.; coll. MHNB.
Haut, droite: Deux aiguemarines facettées du Val Bondasca GR (0.66 et 0.72 ct). Photo Std.; coll. G. Rüdlinger.
Bas: Lumbardui, Val Bondasca, Bregaglia GR. Le gros bloc de granite traversé par des pegmatites fait partie d'un éboulement de 1968. Photo M. Rüdlinger (1969).

Tafel 4

Planche 4





Oben links: Turmalinkriställchen in Aquamarin (Bildbreite 1 mm). Val Bondasca. Foto M. Hügi; Coll. G. Rüdlinger.

Oben rechts: Aquamarinkristall (20 mm lang) in Pegmatit. Val Bondasca. Foto und Coll. G. Rüdlinger.

Unten: Arbeit an einem Pegmatitgang am Monte Forno, Bergell GR. Foto G. Rüdlinger.

Haut, gauche: Petit cristal de tourmaline dans aiguemarine (largeur de l'image 1 mm). V. Bondasca. Photo M. Hügi; coll. G. Rüdlinger.

Haut, droite: Cristal d'aiguemarine (longueur 20 mm) dans pegmatite. V. Bondasca. Photo et coll. G. Rüdlinger.

Bas: Travail sur un filon de pegmatite au Monte Forno, Bregaglia GR. Photo G. Rüdlinger.

Diopsid, Zermatt, 470 µm
fluide Einschlüsse

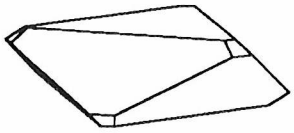
Diopsid ist eine Mineralart, die häufig, und in verschiedenen geologischen Umgebungen, vorkommt. Durchsichtige Kristalle sind aber selten. Zu ihnen gehören zum Beispiel die hellgrünen Diopside aus alpinen Mineralzerrklüften des Val d'Ala (Mussa Alpe) im Piemont, die schon im letzten Jahrhundert weltberühmt geworden sind. Gramaccioli (1978) glaubt, dass es sich dabei sogar um die schönsten Diopside ihrer Art handelt. Die Klüfte treten in Rodingit-Linsen und -Gängen auf, die ihrerseits an grössere Serpentinit-Körper gebunden sind. Die Mineral-Paragenese in diesen Klüften, die mit etwas bescheideneren Kristallen über das ganze Alpengebiet hinweg vorkommt, umfasst die Mineralarten Diopsid, Grossular, Vesuvian, Epidot (alles potentielle Edelsteine) sowie Apatit, Klinochlor u. a. m. Die hellgrünen bis gelben Kluft-Diopside enthalten alle etwas Eisen; weisse resp. farblos-durchsichtige Kristalle sind eisenfrei.

Bemerkenswerte Kluft-Diopside hat man ausser im Val d'Ala z. B. im Susatal, Piemont, in der Umgebung von St. Vincent und Champoluc im Aostatal oder in der Region Zermatt-Saas Fee, Wallis, gefunden. Weitaus die meisten fazettierten Diopside stammen aber aus dem Val d'Ala.

Im Sommer 1854 brachte Bernhard Studer (1794–1887) aus einer Mineralkluft von der Zermatter Seite des «Saasgrates» (Name auf Landeskarte nicht angegeben) bis zu 4,5 cm lange Diopsidkristalle mit (Studer 1855). Ein Kristall wurde damals analysiert; das Fundgut ist noch heute im Naturhistorischen Museum Bern ausgestellt. Bis heute gehören diese hellgrauen-grünlichgelben, durchsichtigen Kristalle zu den grössten und schönsten, die man in der Schweiz gefunden hat. Die Kristalle enthalten zweiphasige fluide Einschlüsse (wässerige Lösung und dunkle Gasblase, siehe nebenstehende Abbildung). – Flache, durchsichtige und durchscheinende Diopsidkristalle konnten etwa 1977 in einem Kraftwerkstollen der Grande Dixence in der südlichen Umgebung von Zermatt (angeblich unter den Lichenbrettern) gewonnen werden. Die gelben Kristalle (bis 5 cm lang) waren mit Calcit und Aktinolithasbest vergesellschaftet und stammen (vermutlich) aus einer Serpentinit-Kluft (Graeser et al. 1978). Von den Kristallen wurden einige fazettiert und zu Cabochons verschliffen. Neben zweiphasigen fluiden Einschlüssen enthalten die Steine auch feine Aktinolithfaser-Einschlüsse.

Der Ultramafititkörper an der Alpe Arami bei Bellinzona TI besteht im wesentlichen aus einem Granat-Olivinfels (Beschreibung siehe Kapitel Granat-Pyrop), der auch Ortho- und Klinopyroxene enthält. Der Klinopyroxen, ein etwas Aluminium-, Natrium- und Chrom-haltiger Diopsid, ist vor einiger Zeit von Yamaguchi et al. (1978) ausführlich beschrieben worden. In dieser Arbeit wird vor allem die innige Verwachsung des Pyroxens mit feinsten, parallel zur Stengelachse verlaufenden Amphibolen besprochen. Vor kurzem hat nun Jürg Krauer (Oberhittnau) festgestellt, dass die Chromdiopside z. T. in recht grossen gesteinsbildenden Körnern auftreten. Als Cabochon verschliffenes Fundgut zeigt einen sehr schönen Katzenaugeneffekt.

Dolomit (Taf. 7)

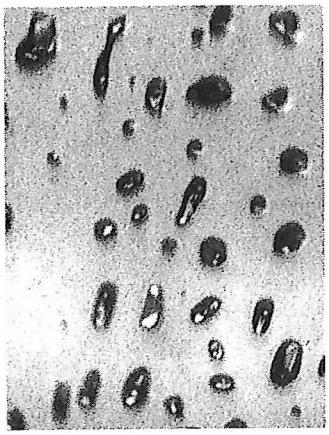


Farbe: farblos, weiss, grün (= Taraspit), bräunlich
Glanz: Glasglanz (z. T. Perlmutterglanz)
Härte: 3½–4
Dichte: 2.85–2.95 (2.87 Campolungo)
Spaltbarkeit: vollkommen nach dem Rhomboeder $(10\bar{1}1)$
Bruch: muschelig, spröd
Kristallsystem: Trigonal (rhomboedrisch)
Kristalle: Das $(10\bar{1}1)$-Rhomboeder, das dem Spaltrhomboeder entspricht, ist die weitaus häufigste und oft einzige Form. An den Kristallen aus dem Triasdolomit (Campolungo TI, Lengenbach VS) kommen oft verschiedene Rhomboeder und regelmässig das Basispinakoid vor, Zwillingsbildungen nach $(10\bar{1}0)$ und (0001) nicht selten
Chemische Zusammensetzung: $CaMg(CO_3)_2$. Leicht Ni-haltige Dolomite sind grünlich (= Taraspit). Die meisten Dolomite enthalten etwas Eisen
Optik: anisotrop, einachsig-negativ
n_ε = 1.501 (Campolungo, alle Werte nach Gübelin 1939)
n_ω = 1.680
Δ = -0.179 (sehr hoch)
Dispersion = 0.022
Fluoreszenz: keine. Taraspit: schwach, «schmutzig», gelbgrün bis grüngelb (uv-kurz und -lang)
Alpine Vorkommen: freistehende Kristalle in Mineralzerrklüften (in Dolomit-Gestein). Sinterbildung (Taraspit)

Dolomit ist ein Mineral, das in der Gemmologie kaum eine Rolle spielt. Zwar werden von Ergua bei Pamplona in Spanien und von Brumado in Brasilien zuweilen farblos-durchsichtige Kristalle fazettiert. Auch aus den Schweizeralpen kennt man zwei Arten von Dolomitvorkommen, die in der vorliegenden Zusammenstellung nicht fehlen dürfen: Gebänderte, junge Dolomitausscheidungen auf (resp. in) Serpentinit (= «Taraspit») und durchsichtige Dolomitkristalle aus alpinen Mineralklüften.

Kluftdolomite aus triassischem Dolomitgestein

Dolomit ist an sich eine häufige Mineralart in alpinen Zerrklüften, doch nur an zwei Stellen sind durchscheinende bis völlig durchsichtige Kristalle gefunden worden, so an der *Alpe Cadonighino TI* und am Lengenbach im Binntal VS. – Das erste Vorkommen beschrieb Gübelin (1939) wie folgt: «Die nahezu idiomorphen Kristalle ... finden sich entweder im Muttergestein eingewachsen oder in drusigen Hohlräumen. Meist sind sie von beträchtlicher Grösse (Durchmesser von einigen Millimetern bis zu mehreren Zentimetern schwankend). Die Kristalle pflegen selten ringsum gut ausgebildet zu sein: die entwickelten Partien sind jedoch scharf umgrenzt und bilden grosse und schöne Flächen. Bis vor wenigen Jahren sind die grossen Dolomitkristalle noch recht zahlreich gefunden worden. Heute (1939!) sind sie ziemlich selten.» Morphologisch zeichnen sich die Cadonighino-Kristalle durch ihre zuweilen vorkommende Vielflächigkeit und Verzwillingung nach der Basis (0001) aus. Chemisch sind sie sehr rein; ein Eisengehalt konnte gar nicht nachgewiesen werden (Gübelin 1939). Die Dolomitkristalle aus der *Lengenbach-Grube,* Binntal VS sind zuweilen auch durchsichtig und vielflächig ausgebildet; chemisch sind sie ebenfalls sehr rein. Weibel (1964) konnte in einem Lengenbacher Kristall neben den Hauptkomponenten nur 0,08 Gew.% $FeCO_3$, 0,09% $MnCO_3$ und 0,015% $SrCO_3$ nachweisen. Verzwillingt sind die Kristalle nach $(10\bar{1}0)$, nicht nach (0001) wie an der



Dolomit, Lengenbach,
0.25 mm
fluide Einschlüsse

Alpe Cadonighino. Die Verzwillingung von zwei oder mehr Subindividuen kann am besten daran erkannt werden, dass ihre dreieckigen Basisflächen jeweils um 180° gegeneinander gedreht vorkommen. Leider sind die meisten durchsichtigen Kristalle nur klein. Im Laufe der über 30jährigen Ausbeutungskampagne der Arbeitsgemeinschaft Lengenbach konnten etwa 4–5 mal schleifwürdige Kristalle (bis 4 cm Durchmesser) gefunden werden. Diese weisen z.T. «Fahnen» zweiphasiger Einschlüsse auf (siehe Abbildung).

Taraspit: Grüner Sinterdolomit aus dem Unterengadin

Der Name «Taraspit» stammt vermutlich von J. Papon, der 1857 lichtgrüne, grobkristalline Mineralaggregate aus der Umgebung von Tarasp so benannte (nach Stapff 1893). Verschiedene Autoren haben im Laufe der Zeit auf dieses Vorkommen hingewiesen. Theobald (1858) erwähnte mehrfach den Serpentinitkörper rechts des Inn zwischen Tarasp und Schuls. «In diesem Serpentinit findet sich ein gelblich-grüner Bitterspath in knolligen, krystallinischen Massen.» Damit hat er wohl den «Taraspit» gemeint. Sehr gut wurde das Mineral 1866 von Kenngott charakterisiert. «Dolomit. Bei Tarasp in Graubündten, blass apfelgrüne, ziemlich dicke stalaktitische Überzüge auf Serpentin, welche grosse Ähnlichkeit mit Aragonit oder Kalkspath haben und mikrokrystallinisch faserig, den äusseren Flächen entsprechende mehr oder minder dickschalige Absonderung zeigen.» C. von John (1891) bestimmte an zwei Taraspitproben 0.14 und 0.24% NiO.

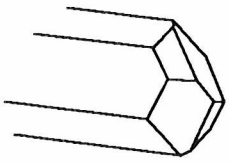
«Zu Beginn der 1890er Jahre liess ein Kurgast von Tarasp, Herr R. Braun aus Berlin, eine Schürfung durchführen, um die Möglichkeit einer Verwendung des Taraspits als Ornamentstein abzuklären. Dabei wurden mehrere, bis höchstens 30–40 cm mächtige Taraspitgänge aufgeschlossen. Dem Material der Schürfung widmete Stapff (bekannt als Geologe beim Bau der Gotthardbahn) eine etwas ausführlichere Publikation» (de Quervain 1976).

Neue Angaben über den Taraspit verdanken wir de Quervain (1976). Er verglich den Taraspit mit den bekannten Onyxmarmoren, d.h. gebänderten, meist gefärbten Sinterkalken, die häufig aus Aragonit bestehen. Eine Mikrosondenanalyse ergab 0.08% NiO und 1.5% FeO. Die Grünfärbung setzte er mit dem Nickelgehalt in Beziehung. Er stellte auch fest, dass sich die Bänderung der Taraspite durch ein Alternieren von gelb- bis apfelgrünen, durchsichtigen und weisslichen, undurchsichtigen Anteilen ergibt. Die weisslichen Lagen sind von sehr unterschiedlicher Breite (0.05 bis mehrere Millimeter) und sie liegen quer zur Längserstreckung der einzelnen Dolomit-Kristalliten, die jeweils beide Farbvarietäten enthalten. Die Kontaktlinien der beiden Farben folgen den Hauptrhomboederflächen der Kristalliten, d.h. der Fläche (1011), die den Spaltflächen und (wohl) auch den Wachstumsflächen des Dolomits entspricht. De Quervain stellt die Frage, ob die Taraspite als Bestandteile von Gängen innerhalb des Serpentinits (nach Stapff), oder als Ausscheidungen an der Oberfläche desselben (nach Kenngott) austreten. Oberhänsli (1981) stellte fest, dass die Nickelgehalte, unabhängig davon, ob sie in den grünen oder weissen Schichten gemessen werden, 0.1 bis 0.3 Gew.% NiO betragen. Sehr viel stärker als der Nickel-, variiert der Eisengehalt, nämlich von 0.75 bis zu 6.02 Gew.% FeO. Es scheint, dass der Eisengehalt über einem bestimmten Schwellenwert ($\approx$ 2% FeO) den Grüneffekt des Nickels auslöschen kann und damit die weisse Farbe bedingt. Es sei noch nachgetragen, dass zwar viele Taraspite aus langgestreckten, dicht aneinander gefügten Kristalliten, die senkrecht zur Anwachsstelle orientiert sind, bestehen, dass daneben aber auch eher körnige Taraspitgefüge existieren. An der alten Schürfstelle bei Chants südlich Vul-

pera haben Ende der 1970er Jahre verschiedene Strahler (G. Rüdlinger, W. Cabalzar, H. Baumhauer u. a.) erneut einige 100 kg Taraspit gewinnen können. Sie haben dabei beobachtet, dass der Taraspit gangförmig auftritt und vermutlich im Rhythmus der Spaltenöffnung von den Kluftwänden her gegen die Mitte der sich erweiternden Gangspalte gewachsen ist (Rüdlinger 1991).

Stapff betonte seinerzeit die Schönheit des polierten Taraspits. Er erachtete das Rohmaterial als geeignet zum Herstellen von kunstgewerblichen Kleinobjekten, auch an Mosaikplättchen für Tische dachte er. Wieviel Taraspit Ende des letzten Jahrhunderts und 80 Jahre später tatsächlich verarbeitet wurde, ist schwer zu sagen – einige Tonnen Rohmaterial dürften es jedenfalls gewesen sein.

Epidot (Taf. 9)



Farbe: grün, graugrün, olivgrün, dunkelolivgrün bis fast schwarz mit Stich ins Braune
Glanz: Glasglanz
Härte: 6½
Dichte: 3.35–3.5 (je nach Fe-Gehalt)
Spaltbarkeit: vollkommen nach (001), weniger vollkommen nach (100)
Bruch: muschelig, splitterig
Kristallsystem: monoklin (monoklin-prismatisch)
Kristalle: meist langprismatisch, nach der b-Achse gestreckt, zuweilen etwas abgeplattet, oft vielflächige Endbegrenzung (mit oder ohne seitlichem Pinakoid)
Chemische Zusammensetzung: $Ca_2(Al,Fe^{3+})_3(SiO_4)_3(OH)$ bildet mit dem eisenfreien Klinozoisit = $Ca_2Al_3(SiO_4)_3(OH)$ eine Mischkristallreihe. Je nach Eisengehalt ändern dabei die meisten physikalischen Eigenschaften
Optik: anisotrop, zweiachsig-negativ

$n\alpha$ =	1.731–1.738	1.720
$n\beta$ =	1.849–1.758	
$n\gamma$ =	1.761–1.773	1.753
$\triangle$ =	–0.031 bis –0.036	–0.033
	Knappenwand	Pollux
	Untersulzbachtal	bei Zermatt
	Salzburg, A	Wallis, CH
	(Bank u. Henn 1990)	

Dispersion = 0.030
Pleochroismus sehr deutlich: a = grün, b und c = braun
Alpine Vorkommen: freistehende Kristalle in Mineralzerrklüften.
(In vielen Gesteinen gesteinsbildend)

Bank und Henn (1990) weisen darauf hin, dass wegen des starken Pleochroismus die Schlifforientierung so gewählt werden kann, dass wahlweise grüne oder braune fazettierte Steine entstehen (= Farbe auf der Tafel).

Der Name Epidot geht auf Haüy (1801) zurück, der damit ein grünes stengeliges Mineral von Bourg d'Oisans, Dauphiné, Frankreich (und von Arendal, Norwegen) so bezeichnete und dieses gleichzeitig von Aktinolith und «Schörl» unterschied. Epidot ist eine der wenigen Mineralarten, die erstmals aus alpinen Mineralklüften beschrieben worden sind. In der Tat ist er ein in den Mineralklüften der Alpen überaus verbreitetes Mineral. Grössere Kristalle sind an basische bis ultrabasische Nebengesteine (Amphibolite, Rodingite, Serpentinite) gebunden. Aber auch in Gesteinen granitischer

bis granodioritischer Zusammensetzung (Granit, Gneis . . .) tritt Epidot als Kluftmineral häufig auf, wenn auch nur in kleinen bis kleinsten Kristallen.

Trotz seiner relativ grossen Härte (6½) und seinen wohlgeformten Kristallen ist Epidot ein eher selten verarbeitetes Mineral. Dies hat zwei Gründe: Erstens sind die reinsten Kristalle (z. B. viele von der Knappenwand, Salzburg A) meist so dunkel, dass sie im fazettierten Zustand praktisch schwarz erscheinen. Zweitens sind einschlussarme, hellere Epidote überaus selten. Wenn aber vorhanden, fallen die Kristalle durch ihren überraschend starken Pleochroismus auf (= Farbänderung beim Drehen eines Kristalls).

In den Alpen hat ein Epidotvorkommen so viele schöne Mineralien geliefert, dass alle andern dagegen etwas in den Hintergrund treten. Es handelt sich um die Fundstelle an der Knappenwand im Untersulzbachtal, Pinzgau, Salzburg. 1990 haben die Österreichische Geologische und die Österreichische Mineralogische Gesellschaft in Neukirchen am Grossglockner sogar eine internationale Tagung «125 Jahre Knappenwand» durchgeführt, mit einer in ihrer Art erstmaligen Ausstellung «Epidot». Damit sollte der Entdeckung des berühmtesten Epidotvorkommens der Erde vor 125 Jahren gedacht werden. Die Fundstelle ist heute erschöpft, sie hat aber innerhalb der 125 Jahre (vor allem um 1880) viele herrlich schöne Epidot-Kristalle geliefert, die ihren Weg in alle grossen Museen der Welt gefunden haben. Die Epidote mit ihren Begleitmineralien Amiant, Apatit, Albit, Calcit usw. entstammen alpinen Zerrklüften. Das Nebengestein ist eine mächtige Linse innerhalb der paläozoischen Habachformation am Nordrand des Tauernfensters. Die Gesteine werden heute als Relikt eines «Inselbogen-Vulkanismus» mit einer Vielzahl an basischen, intermediären bis sauren Vulkaniten angesehen (Seemann et al. 1990).

Wie die Bestimmungen von Bank und Henn (1990) ergeben haben, streuen die optischen Eigenschaften der Knappenwand-Epidote verhältnismässig stark (vergl. Einleitung dieses Kapitels). Der grösste Teil der aus den Alpen verschliffenen Epidote stammt von der Knappenwand. Zwar ist die Fundstelle Knappenwand heute erschöpft; in den basischen Gesteinen der langgestreckten Habachformation können aber immer noch Epidote gefunden werden, oft zusammen mit einem diopsidischen Augit.

In den Schweizeralpen sind Epidotfundstellen verbreitet. Die grössten und meisten Epidote wurden in amphibolitischen Linsen und Lagen der altkristallinen Gesteine in Syenit oder Diorit des Aarmassivs gefunden. Begleitmineralien sind vor allem Bergkristall, Aktinolith (= Amiant) und Adular. Die wichtigsten Fundstellen liegen (von West nach Ost) im Lötschental VS (Speca 1987), an der Kammegg bei Guttannen BE (hier Kristalle bis über 20 cm Länge), im Sellener Tobel, Etzlital UR, im Val Giuv GR, auf der Alp Cavrein, im Val Russein GR und im Val Punteglias GR (Schüpbach 1989). Von all den angegebenen Orten sind nur ganz ausnahmsweise Kristalle verschliffen worden. – Das Gotthardmassiv ist eher arm an Epidoten. Dagegen sind aus dem Penninikum wiederum viele Fundstellen bekannt: (1) Im Tessin und Misox, nördlich der Insubrischen Linie sind kleine Mineralklüfte in Gneisen verbreitet. Hier ist Epidot vor allem mit Prehnit und einer ganzen Serie von Zeolith-Mineralien vergesellschaftet. Epidot bildet z. T. sehr schöne (für eine Verarbeitung aber zu kleine!) durchsichtige, garbenförmige Aggregate. Die reichste derartige Fundstelle liegt in Arvigo, im Val Calanca GR. – (2) Gemmologisch am interessantesten sind die Epidotfundstellen in den Ophiolithen (= Grüngesteine, Teile einer einstigen ozeanischen Kruste) der Region von Zermatt. Dabei ist vor allem der Pollux zu erwähnen (Grenzberg CH/I), wo Epidot mit Analcim zusammen vorkommt. Die Kristalle erreichen Grössen von einigen Zentimetern und sind zuweilen gut durchscheinend bis durchsichtig. Derartige Kristalle sind

Epidot, Pollux, 300 µm
fluide Einschlüsse

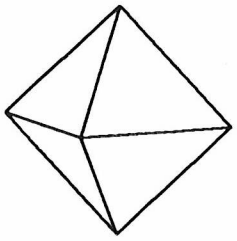
in den letzten Jahren verschiedentlich fazettiert worden (Weibel 1990). Sie enthalten jeweils fluide Einschlüsse in der Form negativer Kristalle (Inhalt = wässerige Lösung und Gasblase) und interne, langgestreckte Wachstumsstrukturen (siehe Abbildung).

Auch in den italienischen Alpen ist Epidot verbreitet. Gramaccioli (1978) erwähnt verschiedene Fundstellen, doch nur von einer «erst kürzlich entdeckten» im Valle Antrona beschreibt er sehr schöne, formenreiche, einschlussfreie Kristalle, die zu Schmucksteinen verarbeitet worden sind.

Ausseralpin werden Epidote von Edelsteinqualität aus Mexiko, Mocambique, Norwegen (?) und den USA (Prince of Wales Island, Alaska und Acorn Mine, Greenhorn Mts, Kern Co., Kalifornien) angegeben. Erst vor kurzem kamen sehr schöne Epidotkristalle von Tormik, Stak Nala, Pakistan auf den Markt.

Epidot ist eine Mineralart, die nur bei niederen Partialdrucken von CO_2 entstehen kann. Dies belegen auch die fluiden Einschlüsse in den Epidotkristallen, die stets CO_2-arm sind (Beispiel Pollux). Stalder und Rykart (1980) und Mullis (1983) haben nachgewiesen, dass durch ein Einströmen von CO_2-haltigen Lösungen in eine epidotbesetzte Kluft die Mineralart Epidot aufgelöst wird, und dass diese z. B. im Quarz Negativformen hinterlassen kann.

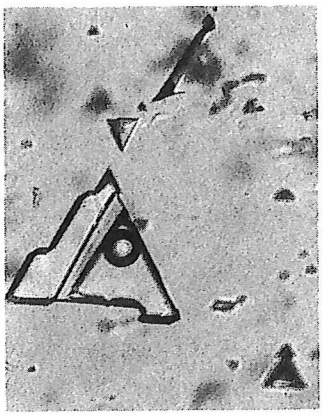
Fluorit (Taf. 8 und 9)



Farbe: farblos, hellrosa bis rot, grün, blau, blauviolett, braungelb
Glanz: «feuchter» Glasglanz
Härte: 4
Dichte: 3.18
Spaltbarkeit: vollkommen nach dem Oktaeder (111)
Bruch: glatt bis muschelig, spröde
Kristallsystem: kubisch (kubisch-hexakisoktaedrisch)
Kristalle: Oktaeder, Kuboktaeder, Würfel
Chemische Zusammensetzung: CaF_2
Spurenelemente, gekoppelt mit natürlicher radioaktiver Bestrahlung, erzeugen verschiedene Farben (Farbzentren)
Optik: isotrop – einfach brechend
n = 1.434, niedrigste Lichtbrechung aller Schmuck- und Edelsteine
Dispersion: 0.007 (sehr gering)
Pleochroismus: nicht vorhanden
Absorption und Fluoreszenz: je nach Farbe verschieden
Alpine Vorkommen: freistehende Kristalle in Mineralzerrklüften und auf hydrothermalen Gängen

Fluorit wird heute häufiger verarbeitet als früher. Dabei ist Fluorit mit seiner überaus tiefen Lichtbrechung und der schwachen Dispersion als farbloser Stein unscheinbar. Mit der Härte 4 und der vollkommenen Spaltbarkeit ist er zudem als Teil eines Schmuckstücks ungeeignet. Was Fluorit bei Sammlern aber trotzdem beliebt macht, ist die Vielfalt der vorkommenden Farben, die in durchsichtigen Steinen sehr schön und rein zur Geltung kommen können.

Aus den Schweizeralpen sind vor allem zwei Farbvarietäten von Fluorit bekannt: rosarote und grüne. Es werden aber auch blaugrüne, violette und



Fluorit, Göscheneralp, 310 µm
fluide Einschlüsse

blaue Kristalle gefunden; im Jura kommen nur gelblichbraune Fluorite vor.

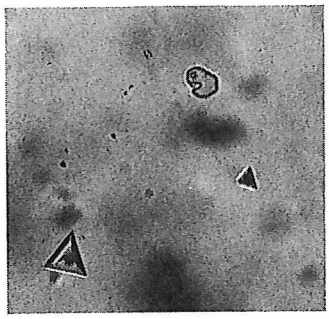
Fluorit ist ein relativ leicht lösliches Mineral. Kristalle, die aus oberflächennahen Klüften stammen, sind deshalb stets mehr oder weniger korrodiert. Glänzende Kristalle werden (fast) nur in Unter-Tage-Bauten gefunden.

Rosarote Fluorite

Rosarote Fluorite gehören zu den gesuchtesten Kluftmineralien aus den Alpen. Ihr Vorkommen ist an Granite oder granitische Gneise gebunden; ihre grösste Verbreitung besitzen sie im Aar- und im Mont-Blanc-Massiv, wo sie stets mit Bergkristall oder Rauchquarz, sowie mit Calcit und Chlorit vergesellschaftet sind. Aber nur in ca. 18% aller Granitklüfte mit Quarz, Calcit und Chlorit kommen umgekehrt auch Fluorite vor (Angabe von Koenigsberger in Niggli et al. 1940). Bekannte Fundbezirke im Aarmassiv sind u. a. (von West nach Ost): Wasenhorn VS, Galmihörner VS, Zinggenstockkette BE, Grimsel BE, Bächligletscher BE, Galenstock UR, Tiefengletscher UR, Winterstock UR, Göscheneralp UR, Bächistock UR und Fellital UR. Im Mont Blanc-Massiv liegen die wichtigsten Fluoritvorkommen in Frankreich in der östlichen Umgebung von Chamonix (Glacier d'Argentière, Mer de Glace, Glacier du Tour), doch auch auf Schweizer Seite sind zuweilen rosa Fluorite entdeckt worden, so z. B. in der Umgebung der Cabane de Trient. – Eher selten werden rosa Fluorite im Gotthardmassiv (z. B. Piz Rondadura) und im Penninikum (z. B. Frunthorn bei Vals GR und Beura bei Domodossola I) gefunden.

Die rote Farbe der Fluorite variiert zwischen hellrosa und dunkelkarmin; die Ausbildungsform der Kristalle ist durchwegs das Oktaeder. Zuweilen besitzt ein Fluorit-Kristall nur einen rosaroten Kern, der von einer grünen, grünlichen oder farblosen Randpartie überwachsen ist. Solche Kristalle können auch als Kuboktaeder ausgebildet sein. Nach Bill et al. (1967) ist die rote Farbe eine Strahlungsverfärbung, die an einen (YO_2)-Gehalt gebunden ist. Wie auf Grund paramagnetischer Resonanzmessungen geschlossen werden konnte, ersetzt das Yttrium im Fluoritgitter ein Calcium; es ist immer von zwei Sauerstoff in Dreieckstellung begleitet, die je ein Fluor vertreten. Eine solche Gitterstörung wird durch radioaktive Strahlung zu einem roten Farbzentrum (mit einem paramagnetischen Verhalten). Synthesen *von* roten Fluoriten (Bill et al. 1967) und Untersuchungen fluider Einschlüsse *in* natürlichen rosa Kristallen haben gezeigt, dass diese Fluorit-Varietät nur bei relativ hohen Temperaturen (um 400° C) entsteht, resp. entstand.

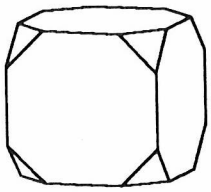
Oft sind die rosaroten Fluorite von Chlorit (= Klinochlor) überwachsen; dieser bildet zudem vielfach syngenetische Einschlüsse im Fluorit. – Die meisten fluiden Einschlüsse besitzen eine überaus charakteristische Form (Gübelin und Koivula 1986): Es sind negative Tetraeder mit einer zweiphasigen Füllung, d. h. mit einer wässerigen Lösung und einer kleinen, CO_2-armen Gasblase. Die Form des negativen Tetraeders entspricht den vier möglichen Spaltrichtungen im Fluorit. Die fluiden Einschlüsse sind grösstenteils primärer Natur, und es scheint, dass sie nie fehlen (siehe Abbildungen). Jüngere, sekundäre fluide Einschlüsse besitzen recht zufällige Formen. Sie kommen eher selten vor. Die meisten rosa Fluorite fluoreszieren weder im lang- noch im kurzwelligen uv-Licht. Eine Ausnahme bilden die Fluorite aus dem Druckschacht des KW Göschenen UR, die eine blauviolette Fluoreszenz aufweisen (uv-lang stark, uv-kurz schwach). – Die natürliche rosarote Farbe ist (entgegen anderslautenden Angaben) lichtbeständig.



Fluorit, Grimsel, 310 µm
zwei fluide Einschlüsse,
ein Chloritblättchen

Grüne Fluorite

Neben den rosaroten kommen in den alpinen Mineralklüften zuweilen auch grüne, violette, blaue und farblose Fluorite vor. Sie können als Oktaeder, Kuboktaeder oder (am häufigsten) als Würfel ausgebildet sein. – Nicht zu den eigentlichen alpinen Zerrkluftmineralien sind grüne Fluorite zu zählen, die in jüngern steilstehenden Gangsystemen auftreten. Die Gänge bestehen aus derbem Quarz, Calcit oder Fluorit – oder mehreren dieser Mineralien. Schön geformte Kristalle von Fluorit (oder von Begleitmineralien) lassen sich dort finden, wo entlang der Gänge grössere, offene Kluftspalten existieren. Zwei solche fluoritführende Gangsysteme sind schon sehr lange bekannt (Oltscherenalp BE und Dürrschrennenhöhle AI); sie wurden während Jahrzehnten ausgebeutet und Teile des Fundgutes sind auch verarbeitet worden. Letzteres ist auch von einer Fundstelle zu sagen, die erst vor rund 20 Jahren am Nufenenpass entdeckt worden ist. Die Fluorite der drei Fundstellen sollen im folgenden kurz beschrieben werden.

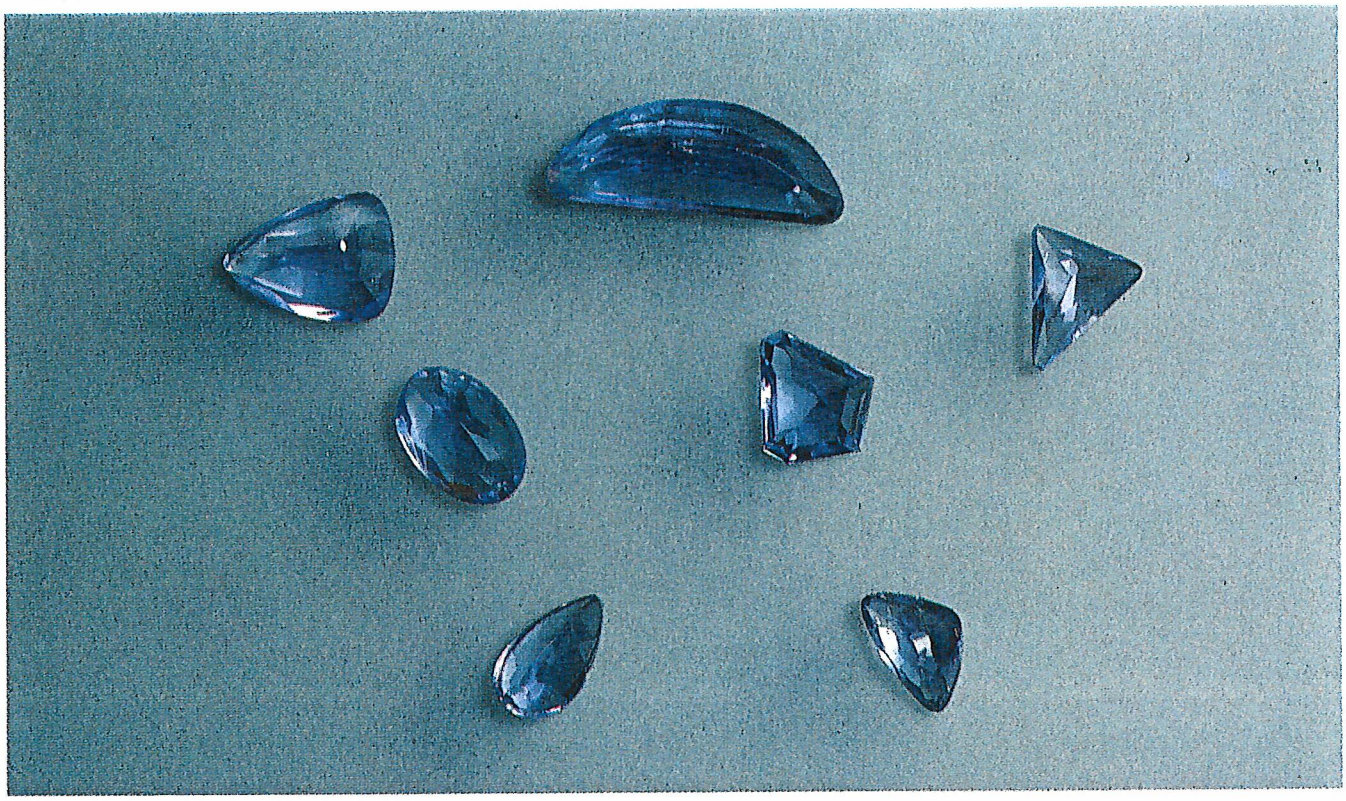


Oltscherenalp BE

In der Umgebung von Brienz wurden schon im 18. Jahrhundert grüne Fluorite gefunden, dies belegt u.a. eine grüne Fluoritprobe in der 1784 abgeschlossenen Sammlung von Louis von Tscharner (Stalder 1984). Die weitere Beschreibung sei Parker (1953) überlassen, der sich selbst auf von Fellenberg (1890) stützte: «Der grösste und bedeutendste Fund wurde aber im Jahre 1830 gemacht, als am Südfusse der Oltschiburg gegen die Oltscherenalp, südlich Brienzwiler, zunächst einzelne Proben von farblosem, ausgezeichnet durchsichtigem (für Quarz gehaltenem) Fluorit gefunden wurden und nachträglich auch das anstehende Vorkommen festgestellt werden konnte. Es erwies sich als sehr ergiebig; in einer mit Lehm gefüllten Kluft konnte Fluorit mit einem Gesamtgewicht von etwa 200 Zentner (ca. 10 Tonnen) ausgebeutet werden. Einzelne Kristallmassen erreichten das Gewicht von zwei Zentner und waren zum Teil von vollkommen wasserklarer Beschaffenheit, die meisten jedoch trüb, grau oder grünlich. Als im Jahre 1886 die Bedeutung von wasserklarem Fluorit für optische Zwecke durch Prof. Ernst Abbe (1840–1905) in Jena erkannt worden war, wurden intensive Nachforschungen angestellt, was zur Feststellung neuer, bemerkenswerter Vorkommen führte. Von diesen gelangten viele, oft ausgezeichnete Proben in den Handel, worunter Kristalle von auffallend schöner Grünfärbung (tiefes Dunkelgrün, zartes Apfelgrün, lichtes Eisblau usw.); daneben, wenn auch untergeordnet, farbloses, klares Material, das anscheinend aber nur selten die optische Qualität der ältesten Funde erreichte.» Sporadisch wurde auch im 20. Jahrhundert an der Oltscherenalp Fluorit und Calcit gefördert.

Der Fluorit ist durchwegs als Würfel (bis 17 cm) ausgebildet und meistens stark korrodiert. Die Vorkommen liegen im Malm-Kalk der Wildhorndecke. – Die Geschichte der Fluoritausbeute ist vor kurzem von Schmalz (1985) zusammengestellt worden. Anlässlich des 100. Todestages von Carl Zeiss (1816–1888) erinnerte man sich bei den Zeiss-Werken in Oberkochen (Westdeutschland) der Beschaffung farblosen Fluorits an der Oltscherenalp. Eine Filmequipe wurde 1989 ausgeschickt, um den Fundort und die Kristalle (im Naturhistorischen Museum Bern) zu dokumentieren. Mehrfach wurde grüner Fluorit von der Oltscherenalp auch fazettiert. Wie die rosaroten, so enthalten auch die grünen Fluorite regelmässig primäre fluide, zweiphasige Einschlüsse, doch sind die negativen Kristalle keine Tetraeder sondern Würfel, resp. Formen mit rechten Winkeln und (ca.) parallel verlaufenden Begrenzungen (siehe Abbildung). Andere Einschlüsse wurden nicht beobachtet. Im uv-Licht erscheinen die Fluorite blauviolett (uv-

Fluorit, Oltschi, 310 µm
fluide Einschlüsse



Oben: Fazettierte Cordierite aus dem Val de Rebolgin, Misox GR (0.10 bis 0.58 ct). Foto P. V.; Coll. J. Krauer / NMBE.

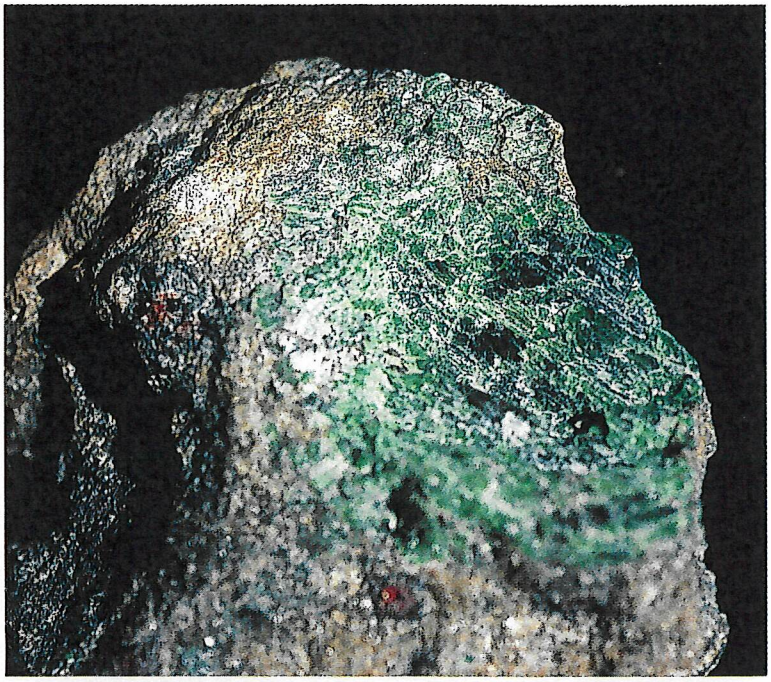
Unten: Cordierit in Amphibolit aus dem Val de Rebolgin (Bildbreite 4.5 cm). Foto Std.; Coll. J. Krauer.

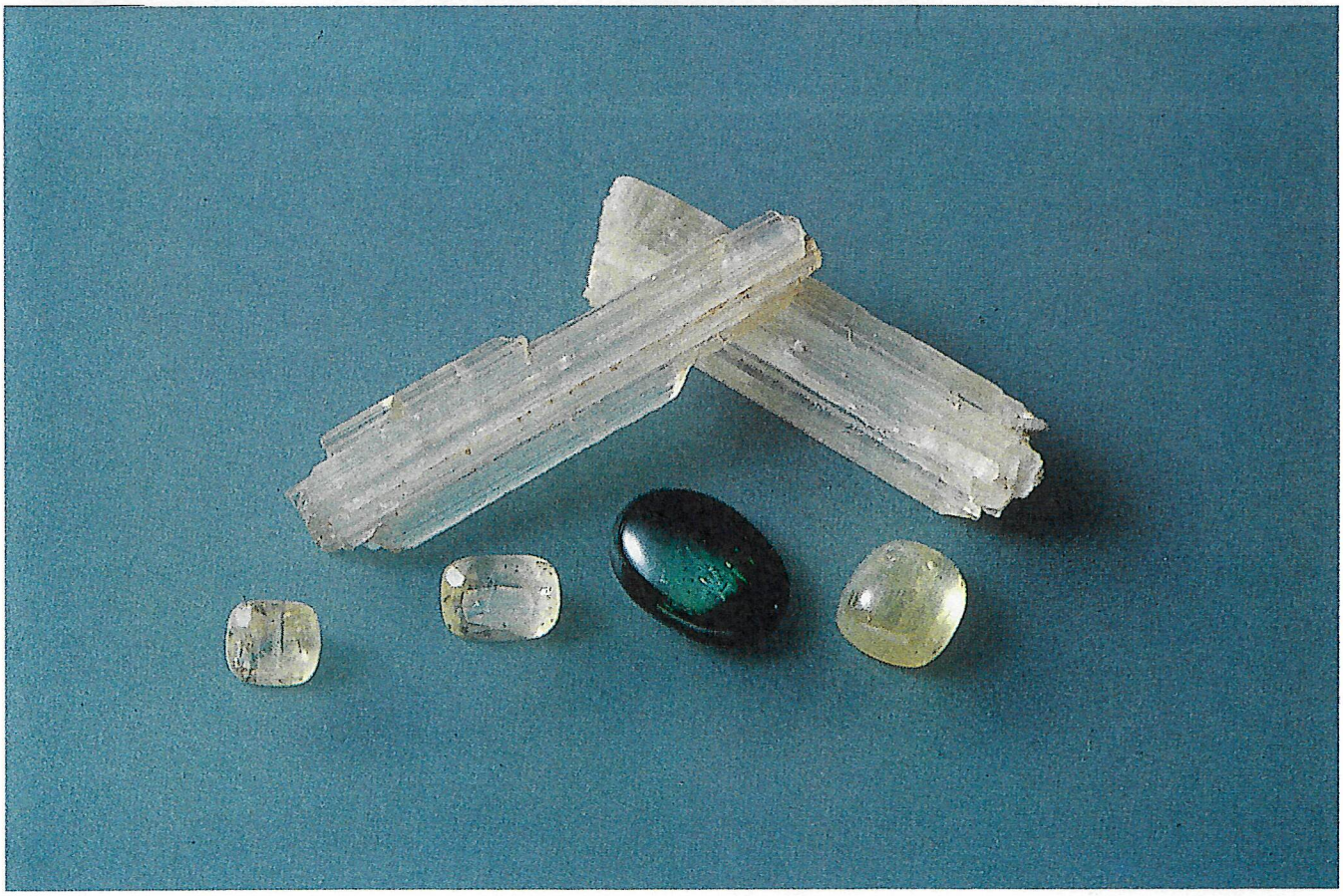
Haut: Cordiérites facettées du Val de Rebolgin, Mesolcina GR (0.10 à 0.58 ct). Photo P. V.; coll. J. Krauer / MHNB.

Bas: Cordiérite dans amphibolite du Val de Rebolgin (largeur de l'image 4.5 cm). Photo Std.; coll. J. Krauer.

Tafel 6

Planche 6





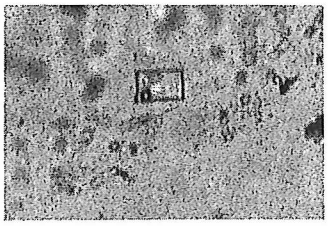
Oben links: Verzwillingter Chrysoberyll in Pegmatit. Croppo di Trontano bei Domodossola, Italien (Bildbreite 4 mm). Foto P. V.; Coll. NMBE.
Oben rechts: Chromdiopsid in Granat-Olivinfels von der Alpe Arami, Gorduno TI (Bildbreite 6 cm). Foto Std.; Coll. J. Krauer.
Unten: Diopsidkristalle vom «Saasgrat», geschl. helle Diopside (0.75 bis 1.5 ct) von Zermatt und ein Chromdiopsid mit Katzenaugeneffekt (2.17 ct) von der Alpe Arami. Foto P. V.; Coll. NMBE / J. Krauer.

Haut, gauche: Macle de Chrysoberyl dans pegmatite. Croppo di Trontano près Domodossola, Italie (largeur de l'image 4 mm). Photo P. V.; coll. MHNB.
Haut, droite: Diopside-chrome dans roche à grenats et olivine d'Alpe Arami, Gorduno TI (largeur de l'image 6 cm). Photo Std.; coll. J. Krauer.
Bas: Cristaux de diopsides du «Saasgrat», diopsides clairs taillés (0.75 à 1.5 ct) de Zermatt et un diopside-chrome avec effet œil-de-chat (2.17 ct) d'Alpe Arami. Photo P. V.; coll. MHNB / J. Krauer.

lang stark, uv-kurz schwach). Bemerkenswert ist die Thermolumineszenz dieser Kristalle, die nach Kenngott (1866) schon Scheuchzer beobachtet hatte.

Dürrschrennenhöhle AI
Die Höhle ist von 1850 bis vor einigen Jahren immer wieder von Strahlern bearbeitet worden. Heute steht sie unter Naturschutz; Fluorit darf keiner mehr gewonnen werden. Im 18.5 m hohen, 23 m langen und 7.7 m breiten Hohlraum konnte der Fluorit in eigentlichen «Drusen im Gestein» und (meist) derb als Füllung senkrechter Spalten gefunden werden. Die würfeligen Kristalle weisen Kantenlängen bis 11.5 cm auf. Morphologisch wurden auch Rhombendodekaeder- und Oktaeder-Flächen nachgewiesen. Die Kristalle sind vorzugsweise grün, d. h. blaugrün, grasgrün, graugrün z. T. sogar violett bis weinrot (nach Parker 1973). Grösstenteils sind die Kristalle nur durchscheinend, sie sind deshalb z. T. zu Cabochons verarbeitet worden. Ausnahmsweise wurden einige durchsichtige Fluorite auch fazettiert. Diese enthalten normalerweise unregelmässig geformte, langgestreckte 2-phasige fluide Einschlüsse. Diese sind nicht primärer, sondern sekundärer resp. pseudosekundärer Natur. Die Fluoreszenz entspricht etwa jener der Fluorite von der Oltscherenalp, ist bei einigen Proben aber sehr schwach.

Nufenenpass VS
Auf Fluorit-Vorkommen in der Umgebung des Hammer VS hat 1972 erstmals Reichen aufmerksam gemacht. Er hatte dort mehrfach blassgrünen Fluorit in oktaedrischer Ausbildung auf «Artischockenquarzen» angetroffen. Später berichteten Rykart et al. (1983), dass auch Walter Frei in der Region, d. h. auf der Nordwestseite des Mittaghorns, Fluorit gefunden habe. Diese Kristalle waren ebenfalls «Artischockenquarzen» aufgewachsen. Erstaunlicherweise erreichten die stark korrodierten, kuboktaedrischen Fluorit-Kristalle Durchmesser bis zu 6 cm. Die Farbe wechselte zwischen hellgrün und einem kräftigen blaustichigen Grün. Sogar violette Farbtöne waren vertreten. Partien dieser Kristalle sind gut durchsichtig und eignen sich zum Fazettieren. Blauviolette Fluoreszenz, stark im uv-lang, schwach im uv-kurz.

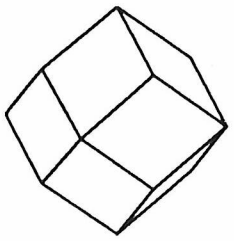


Fluorit, Vordertal, 260 µm primärer würfeliger, fluider Einschluss

Fluorit, Vordertal, 300 µm sekundäre fluide Einschlüsse

Weitere Fluoritvorkommen
Von all den übrigen Fluorit-Vorkommen der Schweiz ist vermutlich nur noch Material aus dem Vordertal verarbeitet worden. Die Fundstelle bei der Alp Vordertal, oberhalb Filzbach GL, wurde 1960 anlässlich von Sprengarbeiten entdeckt. Der Fluorit (derb und Kristalle) fand sich einerseits in einer Gangspalte mit tonig-limonitischer Füllung, andererseits in Drusen des kalkigen Nebengesteins (= Oehrlikalk, untere Kreide). Die Fluoritkristalle, Würfel mit durch das Rhombendodekaeder abgestumpften Kanten, erreichen Grössen bis zu 2.5 cm. Die Farbgebung ist zoniert, sie variiert von hell- zu dunkelviolett. Der Fluorit enthält zweiphasige fluide Einschlüsse, wobei nur wenig negative Formen erkennbar sind (siehe Abbildungen). Im langwelligen uv-Licht ist eine schwache ultramarinblaue Fluoreszenz zu erkennen, keine Fluoreszenz erzeugt dagegen das kurzwellige uv-Licht. Beim Erhitzen von Kristallsplittern kann eine intensive hellgrüne Thermolumineszenz beobachtet werden (Zusammenstellung nach de Quervain in Parker et al. 1973 und Rykart 1971).

Granat



Granat ist eine ganze Mineralgruppe mit der allgemeinen chemischen Formel $A_3B_2(SiO_4)_3$, wobei A = Ca, Fe (zweiwertig), Mg, und Mn sein kann, B = Al, Fe (dreiwertig), Cr u. a. m. . . . Die einzelnen Granate sind farblos, rot, orange, gelb, grün oder schwarz und besitzen einen Glasglanz. Die Härte variiert zwischen 6½ und 7½, die Dichte zwischen 3.6 und 4.2. Die Spaltbarkeit nach dem Rhombendodekaeder (110) ist sehr unvollkommen, der Bruch muschelig und/oder splittrig. Die Granate kristallisieren in der symmetriereichsten Klasse des kubischen Kristallsystems, sie sind deshalb optisch isotrop (zuweilen anomal anisotrop). Die zwei weitaus wichtigsten Kristallformen sind das Rhombendodekaeder (zuweilen auch Granatoeder genannt) und das Deltoidikositetraeder (begrenzt von 24 Drachenvierecken). Keine Fluoreszenz. Die Kristalle sind fast immer von isometrischem Habitus, selten sind sie etwas länglich verzerrt. Im folgenden sind nur die Granate aufgeführt, die in den Alpen vorkommen und die auch schon verarbeitet worden sind. Die physikalischen Daten sind für die gemmologisch wichtigsten Mischkristalle angegeben.

Pyrop $Mg_3Al_22(SiO_4)$, stets eisen- und calciumhaltig

Farbe: rot mit Stich ins Bräunliche (eisenhaltig), rubinrot (chromhaltig).
Farblos wenn chemisch rein
Härte: 7–7½
Dichte: 3.65–3.80 (3.53 chemisch rein)
Optik: n = 1.73–1.75 (1.71 chemisch rein)
Dispersion 0.022
Absorptionsbande bei 520–620 nm (durch Cr)
Alpines Vorkommen: gesteinsbildend in Granat-Olivinfels

In einer Region von ca. 70 km² nahe der Stadt Trebnice in Nordböhmen (CSFR) wird Pyrop vulkanischer Entstehung gefunden. Muttergesteine sind vulkanische Breccien und Tuffe, vor allem aber Lockersedimente (Alluvionen), die aus ersteren hervorgegangen sind. Das Vorkommen wird erwähnt, weil es eine der ganz wenigen Edelstein-Lagerstätten in Europa darstellt, die seit Jahrhunderten abgebaut werden kann, und die zudem eine beachtliche örtliche edelsteinverarbeitende Industrie entstehen liess (Höhepunkt 19. Jahrhundert).

In den Alpen ist Pyrop weitgehend auf den Ultramafitit-Körper der Alpe Arami bei Bellinzona beschränkt. Als erster beschrieb Prof. U. Grubenmann (1908) von der ETH Zürich den gelbgrünen körnigen Olivinfels, der stellenweise erbsen- bis haselnussgrosse Granaten von leuchtend rubinroter bis blutroter Farbe einschliesst. Doch der eigentliche Finder war der Postbeamte Ernesto Mancini von Gorduno. Nach der Entdeckung eines Gerölls (1904) kämpfte sich Mancini durch schwierigstes Gelände bachaufwärts bis zur Alpe Arami, zur Stelle des anstehenden Granat-Olivinfelsens. Seither gilt dieser, zusammen mit seinen Rahmengesteinen, als eines der interessantesten Gesteine der Schweiz. Der Grund dafür liegt darin, dass die Alpe-Arami-Gesteine einst in mindestens 50 km Tiefe versenkt worden sind, und dass später, beim Wiederauftauchen, Anpassungen an niedrigere Temperaturen und Drucke das Gestein nochmals mehrfach verändert haben. An der geochemischen und petrographischen Untersuchung beteiligten sich in den letzten 20 Jahren gleichermassen europäische, amerikanische und japanische Fachgelehrte (z. B. Rost et al. 1974, Ernst 1977, Yamaguchi et al. 1978).

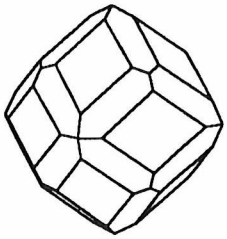
Granat-Olivinfels der Alpe Arami ist mehrfach geschnitten und poliert worden. Das Ergebnis ist aber jeweils eher unbefriedigend, weil die Granate von vielen kleinen Rissen durchzogen sind und partiell ausbrechen. Es ist auch versucht worden, durchsichtige Partien von Pyrop zu fazettieren; das Ergebnis ist z. T. sehr gut – doch grössere Steine als etwa 0.15 Karat zu erhalten, ist nicht möglich. Von den Pyropen der Alpe Arami können Farbreihen zusammengestellt werden: Je mehr Chrom sie besitzen, desto leuchtender rubinrot sind sie. Innerhalb des ganzen Granat-Olivinfelsens variiert der Gehalt des Cr_2O_3 von 0.2 bis 2.3 Gew.%, wobei in einer einzelnen Gesteinsprobe die Variation etwa 1 Gew.% beträgt. – Der Eisengehalt ist immer beträchtlich: 8.5 bis 12.2 Gew.% FeO. (Rost et al. 1974).

Almandin $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$
Spessartin $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$

Farbe: rot mit Stich ins Violette (Alm), orange bis rotbraun (Sp)
Härte: 7½ (Alm), 7–7½ (Sp)
Dichte: 3.95–4.25 (Alm); 4.12–4.20 (Sp)
Optik: n = 1.78–1.81 (Alm); 1.795–1.815 (Sp)
Dispersion: 0.024 (Alm); 0.027 (Sp)
Alpine Vorkommen: in Pegmatiten (= Mischkristalle sowohl mit Alm- als auch Sp-Vormacht); als Produkt der alpinen Metamorphose in kristallinen Schiefern und Gneisen (meist mit starker Alm-Vormacht)

Die beiden Granat-Arten sind hier zusammengefasst, weil sie mit einfachen physikalischen Methoden nicht unterschieden werden können und weil sie fast immer Mischkristalle bilden. Die schönsten, freistehenden Kristalle werden in den Pegmatiten des Bergeller-Massivs gefunden (z. B. Val Codera Italien). Die scharfkantigen eisenhaltigen Spessartine besitzen Durchmesser bis über 2 cm, sie sind aber höchstens durchscheinend und eignen sich nicht zum Verarbeiten. Dasselbe gilt für die mehr oder weniger manganhaltigen Almandine aus den Pegmatiten des Misox, des Tessins und des Val Vigezzo I (Nyffeler 1970, vergl. Kapitel Beryll). – Noch weniger eignen sich für gemmologische Zwecke die in den kristallinen Schiefern überaus verbreiteten Almandine. Immerhin sei aber festgestellt, dass früher im Zillertal, Tirol A, solche Almandine zu Schmucksteinen verschliffen wurden. «Noch heute kann man Spuren von Granatmühlen entdecken, kleinen Werkstätten, in denen die Kristalle mittels Wasserkraft vom Muttergestein getrennt wurden» (Gramaccioli 1978).

Andradit $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$ (Taf. 10 und 14)



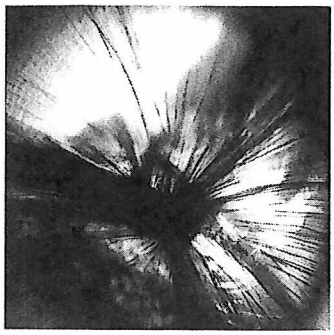
Farbe: braungrün, gelbgrün; Demantoid ist chromhaltig und smaragdgrün, Melanit titanhaltig und schwarz
Härte: 6½
Dichte: 3.82–3.84
Glanz: Glasglanz; Demantoid mit Diamantglanz (daher Name)
Optik: n = 1.87–1.89
Dispersion für beste Demantoide bis 0.057 (damit stärkeres «Feuer» als Diamant, durch Körperfarbe allerdings weitgehend maskiert)
Absorption: starkes Band bei 443 nm (durch Eisen bedingt) und bei 620 nm (durch Cr)
Alpine Vorkommen: in Mineralzerrklüften von Serpentinit, dabei ist Demantoid meist in «Asbest» eingebettet (und vermutlich auch dort entstanden)

Demantoid ist ein hochgeschätzter Edelstein. Er ist erst seit 1878 bekannt, als er in Alluvionen bei Nizhniy-Tagil im Ural entdeckt und kurz danach zu erstklassigem Schmuck verarbeitet worden ist.

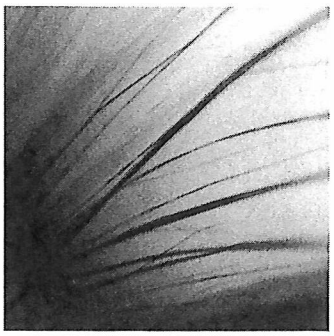
Die weitaus schönsten Demantoide der Alpen kommen im Val Malenco vor, einem Nebental des Veltlins I. Vom italienischen Mineralogen Taramelli erstmals beachtet, von Prof. Cossa 1880 näher untersucht, haben hervorragend schöne Stufen 1894 auf einer Gewerbeausstellung von Mailand das lebhafte Interesse mancher Sammler erweckt. Allen voran war es Pietro Sigismund, der sich bei seiner Sammeltätigkeit nun vor allem dem Val Malenco zuwandte. Wohl die schönsten Demantoidstufen stammen aus den alten Asbestgruben von «Sferlun», die auf Anraten von Sigismund von Ing. Luigi Magistretti 1947 für einen Granat-Abbau wieder geöffnet wurden (Gramaccioli 1978). Ganz allgemein erfolgten die Demantoidfunde im wesentlichen in den verschiedenen Asbestgruben rings um den Ort Campo Franscia im Val Campo Moro (Bedognè 1990). Um 1970 wurden durch den Bau eines Stausees oberhalb Campo Franscia zudem zahlreiche neue Fundstellen erschlossen und von einheimischen Strahlern ausgebeutet (Amthauer et al. 1974). Der Name «Franscia» erinnert vermutlich an Franzosen, die vor über 100 Jahren hier mit dem Asbestabbau begonnen haben. Die Andradite des Val Malenco sind recht unterschiedlich gefärbt: Helle, grünlichgelbe Kristalle enthalten nur 0.025 bis 0.04 Gew.% Cr_2O_3, grüne Kristalle 0.04 bis 1% und smaragdgrüne über 1% (bis 1.3%; nach Amthauer et al. 1974). Smaragdgrün sind auch die reinen Chromgranate (= $Ca_3Cr_2Si_3O_{12}$ Uwarowit), die im Val Malenco in Kriställchen bis zu 2 mm Durchmesser ebenfalls gefunden werden. In den letzten Jahren sind gute Granat-Funde leider selten geworden. Es sei noch vermerkt, dass die ganze Mineraliensammlung von Pietro Sigismund mit den vielen hervorragend schönen Val-Malenco-Granaten nach dem Tod des Sammlers von der ETH in Zürich angekauft worden ist.

Die Malenco-Demantoide sind die einzigen hochwertigen alpinen Edelsteine, die, in fazettierter Form, mehr oder weniger regelmässig auf dem Edelsteinmarkt angeboten werden. Ein Charakteristikum sind ihre Einschlüsse von «Asbest»-Büscheln (auch «horse-tail-inclusions» genannt, vergleiche seitliche Abbildungen und Taf. 14), die zudem oft von einem ebenfalls eingeschlossenen Chromit-Korn ausgehen (Gübelin und Koivula, 1986). In der Literatur wird angegeben, dass es sich dabei um Hornblende-Asbest handle, was eher unwahrscheinlich ist, da die Malenco-Demantoide alle in Chrysotil-Asbest eingebettet gefunden werden. – Schöne Demantoide werden auch in der Umgebung von Zermatt VS (Rimpfischwäng), im Binntal VS (Geisspfad), im Aostatal I (St. Vincent, Emarese) sowie im Val d'Ala I (Rock Neir) gefunden. Ihre Qualität reicht aber nie annähernd an die beste aus dem Val Malenco heran.

Melanit, die ebenholzfarbene bis schwarze, titanhaltige Varietät des Andradits wird, wie der Demantoid, ebenfalls in den Ophiolithen gefunden. Schöne dodekaedrische Kristalle sind bekannt aus der Region Zermatt-Saas Fee (bis 2 cm Durchmesser), aus dem Val Malenco sowie dem Val d'Ala. Alpiner Melanit ist wohl nie verschliffen worden.

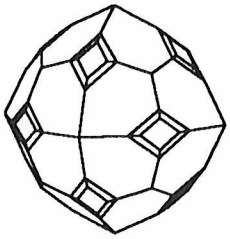


Demantoid, Malenco,
1.15 mm
Asbest-Einschlüsse



Demantoid, Malenco,
580 µm
Asbest-Einschlüsse

Grossular $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$

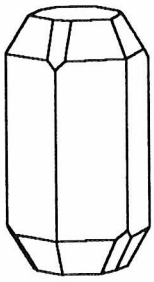


Farbe: farblos (chemisch rein); Hessonit – bernsteingelb bis orangerot, eisenhaltig
Härte: 7¼
Dichte: ca. 3.65
Optik: n = 1.742–1.748 (1.735 chemisch rein)
Dispersion = 0.027
Alpine Vorkommen: freistehende Kristalle in alpinen Zerrklüften von Rodingiten (an Serpentinit gebunden); in Klüften an Kontakten zwischen magmatischen Gesteinen und Kalken

Die schönsten Hessonite sind in Rodingiten zu finden (vergl. Diopsid, Epidot, Vesuvian), wo neben opaken und durchscheinenden zuweilen auch durchsichtige Kristalle vorkommen. Weltberühmt sind die prachtvollen Stufen aus dem Val d'Ala I, die neben Hessonit auch Diopsid und Klinochlor enthalten. Daneben ist aber eine grössere Zahl weiterer Fundorte resp. Fundregionen (Val d'Aosta, Val Malenco) bekannt. In der Schweiz ist vor allem die Region Zermatt–Saas Fee zu nennen (Gnehm 1970), mit Rodingit-Fundstellen am Theodulhorn, Kleinmatterhorn, Pollux, auf den Lichenbrettern, am Rimpfischhorn, Strahlhorn und in den Nordwänden des Breithorns. In jüngerer Zeit kamen die Funde am Felskinn und im Täschtal dazu.

Als Kontaktmineral ist Hessonit in der Schweiz, z. B. vom Piz Tagliola, Tavetsch GR (bekannt seit Beginn des 19. Jahrhunderts), von Leis, Vals GR, vom Val del Molino bei Claro TI und vom Monte Forno, Bergell GR bekannt. Von alpinen Fundstellen sind kaum Grossulare verschliffen worden.

Korund (Rubin, Saphir) (Taf. 11 und 12)



Farbe: rot (Rubin); blau, blauviolett (Saphir), farblos
Glanz: Glasglanz
Härte: 9
Dichte: 3.97–4.05
Spaltbarkeit: keine, Teilbarkeit nach der Basis
Bruch: kleinmuschelig, uneben, splitterig
Kristallsystem: trigonal (trigonal-skalenoedrisch)
Kristalle: pseudohexagonale Kristalle von tonnenförmigem Habitus, auch reine Prismen
Chemische Zusammensetzung: Al_2O_3; mit Chrom (= Rubin); die blaue Farbe (Saphir) entsteht durch Ladungsübergänge («charge transfer») zwischen eingebauten Eisen- und Titan-Ionen
Optik: anisotrop, einachsig – negativ

$n\varepsilon$ =	1.764 (Rubin)	1.763 (Saphir, blau)
$n\omega$ =	1.772	1.770–1.772
$\triangle$ =	–0.008	–0.008

Dispersion: 0.018
Pleochroismus: purpurrot/gelb (Rubin) dunkelblau/hellblau (Saphir, blau)
Absorption Rubin: viele Linien (z. B. deutliche Doppellinie bei 694/693 nm) und breite Banden (z. B. 610–500 nm)
Fluoreszenz: je nach Cr- und Fe-Gehalt recht verschieden (Hinweise im Text)
Alpine Vorkommen: gesteinsbildend in Amphibolit und Dolomit (hier auch freistehend in Drusen)

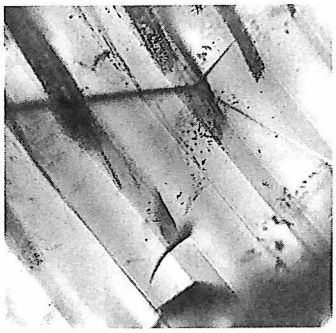
Rubin und Saphir sind klassische Edelsteine. In der wissenschaftlichen und kommerziellen Gemmologie nehmen sie eine ganz zentrale Stellung ein. Heute produktive Lagerstätten hochwertiger Rubine liegen in Burma, Thailand, Sri Lanka und Tansania, solche für Saphir in Australien, Burma, Sri Lanka und Thailand, früher auch in Kaschmir (Indien) und in Kambodscha. Weitere, kleinere Lagerstätten gibt es in verschiedenen Ländern Ostafrikas, aber auch in den USA und in Brasilien.

Im alpinen Raum ist die Mineralart Korund mehrfach nachgewiesen worden, doch nie in gemmologischer Spitzenqualität. Immerhin kennt man aus den Schweizeralpen zwei Arten von Rubinvorkommen, die zeitweise eine hohe Beachtung fanden, und die zum Teil Anlass gaben zur Herstellung von Schmucksteinen: Cabochons und kleine Gesteinsplättchen.

Rubin in Amphibolit: Valle d'Arbedo TI und Val Traversagna GR

Lavizzari (1859) und Kenngott (1866) erwähnten die Korunde aus der Umgebung von Bellinzona noch nicht. Entdeckt wurden sie von Rudolf Staub (1916) in Amphibolitgeröllen des Valle d'Arbedo. Der Autor beschrieb «erbsengrosse Körner von leuchtend rosaroter Farbe, auch kurze Stengel, in denen die Farbe mehr einem diskreten Violett» entspricht. Für Staub war der Korundfund eine Überraschung, trotzdem konnte er ihn gleich in einen geschichtlichen Zusammenhang bringen: «Die leuchtend roten Körner im Strahlsteinschiefer des hintern Val d'Arbedo sind also Rubine. Die Sage, dass die Herzöge von Mailand einst aus der Talschaft Gorduno kostbare Rubine bezogen hätten, scheint daher auf Tatsachen zu beruhen.» – Wie verschiedene Zeugnisse bekunden, waren es die Herzöge des Geschlechts der Sforzas, die um 1500 Edelsteine aus dem Tessin einführen liessen. Später wurde allerdings die Meinung vertreten, dass es sich dabei nicht um Rubine vom Val d'Arbedo, sondern um Pyrope von der Alpe Arami (oder andere Granate) gehandelt habe (Preiswerk 1920). Das Problem ist kaum durch ein Studium der Literatur zu lösen. Einzig die direkte Bestimmung von Preziosen aus dem Schatz der Sforzas könnte Klarheit schaffen. Anstehende, korundführende Amphibolite wies später Knoblauch anlässlich seiner systematischen Kartierungsarbeiten nach: An der Strasse im Val Taglio und unten im Valle d'Arbedo, hier durch den Bergsturz des Motto d'Arbino am 2. Oktober 1928 verschüttet. Auch die Amphibolite von Cadolcia (729.7/117.6) und vom N-Ende des Er di Redenet (732.6/118.6) enthalten Korund (Knoblauch und Reinhard 1939). Der zweite Fundort liegt nicht mehr im Valle d'Arbedo, sondern im Val Traversagna GR. Hier konnten, anlässlich der Kraftwerksbauten ums Jahr 1960, weitere Rubin-Amphibolite gewonnen werden. Vor kurzem sind im Val Traversagna unweit der von Knoblauch und Reinhard (1939) angegebenen Stellen neue leuchtend rote und auch blaue Korunde gefunden worden. Die Aussage stützt sich auf das vorgelegte Sammlungsgut von J. Krauer (1991). Dieser Edelsteinschleifer hat viele Proben selber gefunden, verschliffen und sogar fazettiert. Letztere sind allerdings nur klein (bis 0.15 ct), sie zeigen aber z.T. eine besonders schöne polysynthetische Verzwillingung (siehe nebenstehende Abbildung). Geologisch gesehen gehören alle Korund-Muttergesteine zum nördlichen Teil der Zone Bellinzona – Dascio, einem Gesteinskomplex der steilstehenden Tessiner «Wurzelzone». Die Korunde sind Produkte der alpinen Metamorphose, entstanden unter den Bedingungen der Amphibolitfazies (Sillimanit-Zone). Da die Korunde aller erwähnten Fundorte sehr ähnlich aussehen und eine gleichartige Genese besitzen, wird im folgenden nicht mehr auf die einzelnen Lokalitäten eingegangen.

Petrographisch sind die Korund-führenden Amphibolite vor kurzem neu bearbeitet worden (Hunstiger 1989). Die meisten unten angeführten Beob-



Korund, Traversagna, 770 µm
Zwillings-Lamellen

achtungen sind deshalb dieser Arbeit entnommen. Die Korundkristalle treten als Porphyroblasten auf, sie erreichen z. T. mehrere cm, sind meist rundlich-plattig und lassen keine bestimmte kristallographische Begrenzung erkennen. Die Färbung der Korunde ist uneinheitlich und oft zoniert; neben farblosen Kristallen kommen leicht rosa gefärbte bis rote und auch hellblaue vor. Gesucht sind natürlich vor allem die roten Kristalle, die eine starke Fluoreszenz aufweisen. Von Hunstiger (1989) wurden relativ helle Korunde analysiert, schreibt sie doch, dass die untersuchten Proben nicht fluoreszieren. Die Analysenergebnisse (0.2 bis 0.24% Fe_2O_3, weniger als 0.01% Cr_2O_3) sind deshalb bezüglich des Cr_2O_3-Gehaltes für die besten, d. h. rötesten Proben nicht repräsentativ. Neueste Mikrosonde-Analysen von Michael Hügi (1991) vom Mineralogisch-Petrographischen Institut Bern haben denn auch Chromgehalte bis zu 0.8 Gew.% Cr_2O_3 ergeben (Taf. 12). Die untersuchten Rubine besitzen eine starke karminrote Fluoreszenz im langwelligen uv-Licht (bedeutend schwächer im kurzwelligen uv-Licht).

Fälschlicherweise wurde in der älteren Literatur das Korund-Muttergestein immer als «Strahlsteinschiefer» bezeichnet. Das Hauptmineral des Amphibolits ist aber kein Strahlstein, sondern eine eisenarme pargasitische Hornblende (mit Al^{IV} = 0.79 bis 1.05 in der allgemeinen Amphibol-Formel nach Leake, 1978). Die Hornblende wird zuweilen von einem orthorhombischen Amphibol, d. h. von goldbraunem Gedrit (bis 15 mm lange Nadeln in büscheliger Anordnung) begleitet. Weitere gesteinsbildende Gemengteile sind Plagioklas (Bytownit), Phlogopit, Kyanit und Rutil, sowie retromorph gebildeter Margarit und Chlorit.

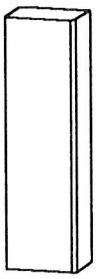
Rubin in Dolomit: Campolungo

Entdeckt wurde die Fundstelle 1813 am Passo Cadonighino (heute Vanit) im Campolungo-Gebiet auf der rechten Talseite der Leventina TI von den Gebrüdern Camossi aus Airolo. Rund zwanzig Jahre zuvor war durch de Bellevue (1792) erstmals auf die gewaltige Dolomit-Falte am Campolungo-Pass aufmerksam gemacht worden («Sur un marbre élastique du St. Gothard»). Etwa gleichzeitig wurde von de Saussure (1796) aus dem Campolungo-Dolomit (mit Fundortverwechslung) die neue Mineralart Tremolit beschrieben. Die weissen, grauen und grünen Tremolite galten sofort als sammlungswürdige Mineralien. So kam es, dass die Strahler und Mineralienhändler aus Airolo auch noch weitere attraktive Mineralien im Campolungo-Gebiet entdecken konnten: Korund und grüner Turmalin (siehe Kapitel Turmalin). In einem kleinen Areal von rund 250 m^2 kamen gesteinsbildende xenomorphe Korunde vor (die Fundstelle scheint heute erschöpft zu sein). Neben den dicht im Dolomitmarmor eingebetteten Korunden und Turmalinen wurden auch Kristalle gefunden, die gute kristallographische Flächen aufwiesen und in kleinen Hohlräumen (5 cm^3 oder etwas grösser) dem Gestein aufgewachsen waren. Plazidus a Spescha erwähnte 1815, dass sich diese Hohlräume in 10–20 cm folgen können (Zitat nach Koenigsberger in Niggli et al. 1940). Die Korunde zeigten meist eine rote Färbung, seltener das Blau des Saphirs. Sehr oft treten beide Farben sogar am gleichen Kristall auf. Grössere, gut gefärbte Kristalle galten als wertvolle Sammlungsobjekte. In den Jahren 1816 bis 1823 bot Kaplan Joh. B. Meyer von Hospental regelmässig Korunde vom Campolungo an (Briefwechsel Meyer-Lardy) und die verlangten Preise waren relativ hoch (doch nicht so hoch wie für die grünen durchsichtigen Turmaline). Die gefundenen Kristalle betrugen gelegentlich einige cm. Lavizzari berichtete 1859, dass in der Kollektion des Kaplans Meyer von Hospental ein Kristall von 7 cm Länge vorhanden sei. Die heute in den Museen aufbewahrten Rubine vom Campolungo sind kleiner, trotzdem aber sehr attraktiv, da sich das Rot sehr

schön vom schneeweissen, zuckerkörnigen Dolomit des Nebengesteins abhebt. Die Rubine vom Campolungo zeigen eine orangerote Fluoreszenz, stark im uv-lang, bedeutend schwächer im uv-kurz. Die Saphire fluoreszieren bedeutend weniger stark und karminrot mit dem gleichen relativen Unterschied von uv-lang zu uv-kurz. Nach den Kenntnissen des Autors sind Rubine (und/oder Saphire) vom Campolungo nie zu gemmologischen Objekten verarbeitet worden.

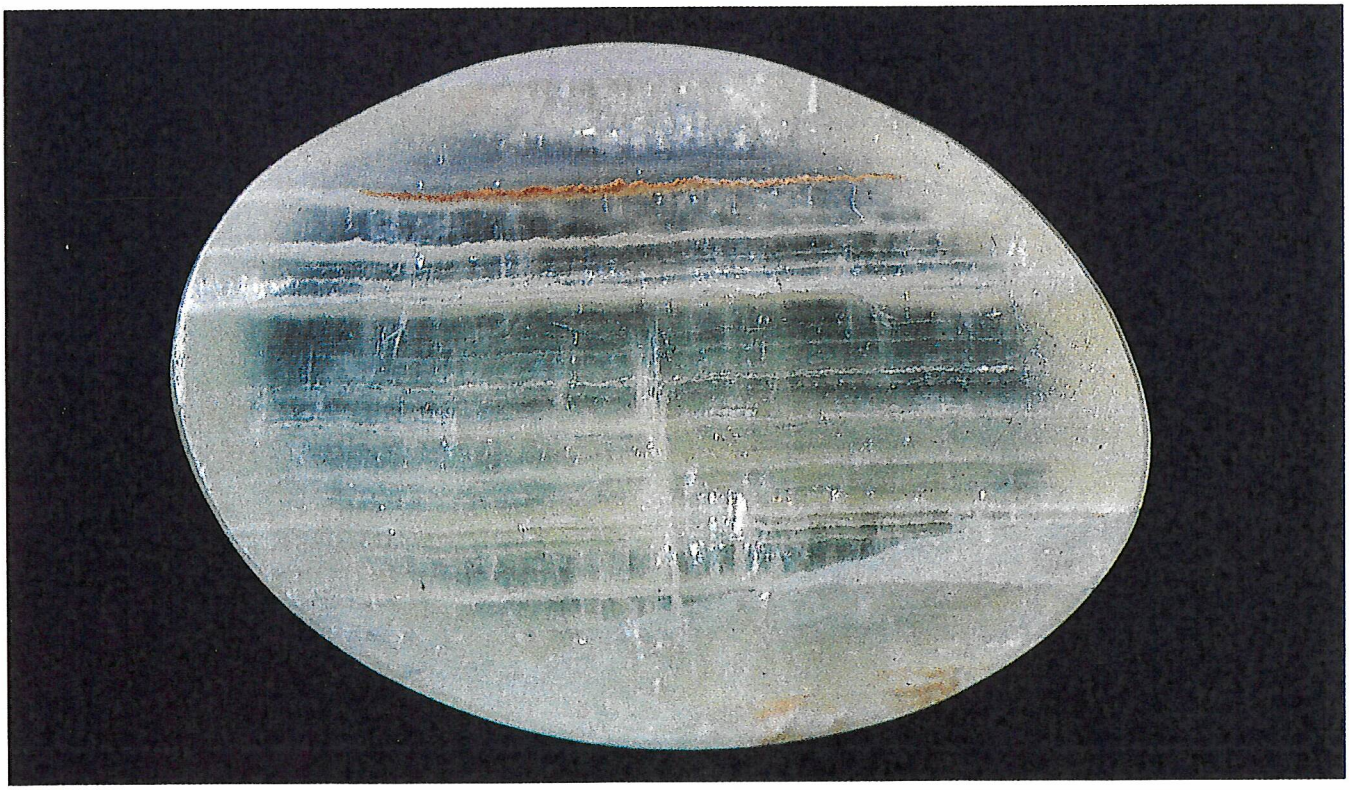
Die Trias-Dolomite des Campolungozuges gehören zur Stirnregion der Simano-Decke. Die Korundbildung erfolgte während der alpinen Metamorphose unter den Bedingungen der Amphibolit-Fazies (Kyanit-Zone). Die Korunde sind z. T. von retromorph gebildeten kleinen, zuweilen aber sehr schön ausgebildeten farblosen Diaspor-Kristallen begleitet. Die Mineralien aus dem Dolomit des Campolungo erfuhren 1939 durch Gübelin eine monographische Bearbeitung. Neuere petrographische Untersuchungen haben u. a. Trommsdorff (1966), Mercolli (1982) und Hunstiger (1990) durchgeführt.

Kyanit (syn. Disthen) (Taf. 13 und 14)



Farbe: blau bis farblos, blaugrün. Die Ursachen für die Färbungen sind bis heute (Kerrick 1990) umstritten. Das Kristallinnere ist immer stärker gefärbt als die Randpartien
Glanz: auf (100) Perlmutterglanz, sonst Glasglanz
Härte: entlang der langgestreckten Kristalle 4½, quer dazu 6 und 7. Von dieser Eigenschaft ist der heute veraltete Name Disthen, «zwei Härten», abgeleitet
Dichte: 3.65–3.69, gemmologische Qualität 3.68–3.69
Spaltbarkeit: vollkommen nach (100), deutlich nach (010)
Bruch: faserig, spröde
Kristallsystem: triklin (triklin-pinakoidal)
Kristalle meist breitstengelig, gestreckt nach der c-Achse, abgeflacht nach der a-Achse; prismenartig, meist ohne gute Endflächen. Häufig treten Zwillinge auf, die (nahezu) parallel (100) verwachsen sind. Eine orientierte Verwachsung mit Staurolith ist nicht selten
Chemische Zusammensetzung: Al_2SiO_5, gleich wie Andalusit und Sillimanit. Kyanit nimmt vergleichsweise wenig Spurenelemente auf. Von den Übergangselementen (= chromophore Elemente) können Ti, V, vor allem aber Cr und Fe (vorwiegend dreiwertig) in Gehalten über 0.1 Gew.% vorkommen. Jakob (1937, 1941) hat in Kyanit von der Alpe Sponda neben 0.33 bis 0.49% Fe_2O_3 auch Na (bis 0.87 Na_2O) und K (bis 0.19% K_2O) festgestellt, die jedoch auf Fremdeinschlüsse zurückgeführt werden müssen
Optik: anisotrop, zweiachsig-negativ
$n\alpha$ = 1.710–1.718 (1.713)
$n\beta$ = 1.719–1.724
$n\gamma$ = 1.724–1.734 (1.726)
$\triangle$ = –0.012 bis –0.016 (Alpe Sponda)
Dispersion: 0.020
Pleochroismus deutlich: farblos – violettblau – kobaltblau
Absorption: 446 und 433 nm (im Dunkelrot) und zwei Linien im Dunkelblau
Keine Fluoreszenz
Alpine Vorkommen: gesteinsbildend, in Quarzknauern sowie in Metapeliten und Glimmerschiefern

Die polymorphen Alumosilikate Kyanit, Andalusit und Sillimanit spielen in der Petrographie eine überragende Rolle. Ihre regionale Verbreitung (in Metapeliten) entspricht jeweils einem bestimmten P-T-Bildungsbereich



Oben: Dolomitkristall und fazettierte Dolomite (3.1 bis 5.0 ct) aus dem Lengenbach, Binntal VS. Foto P. V.; Coll. NMBE.

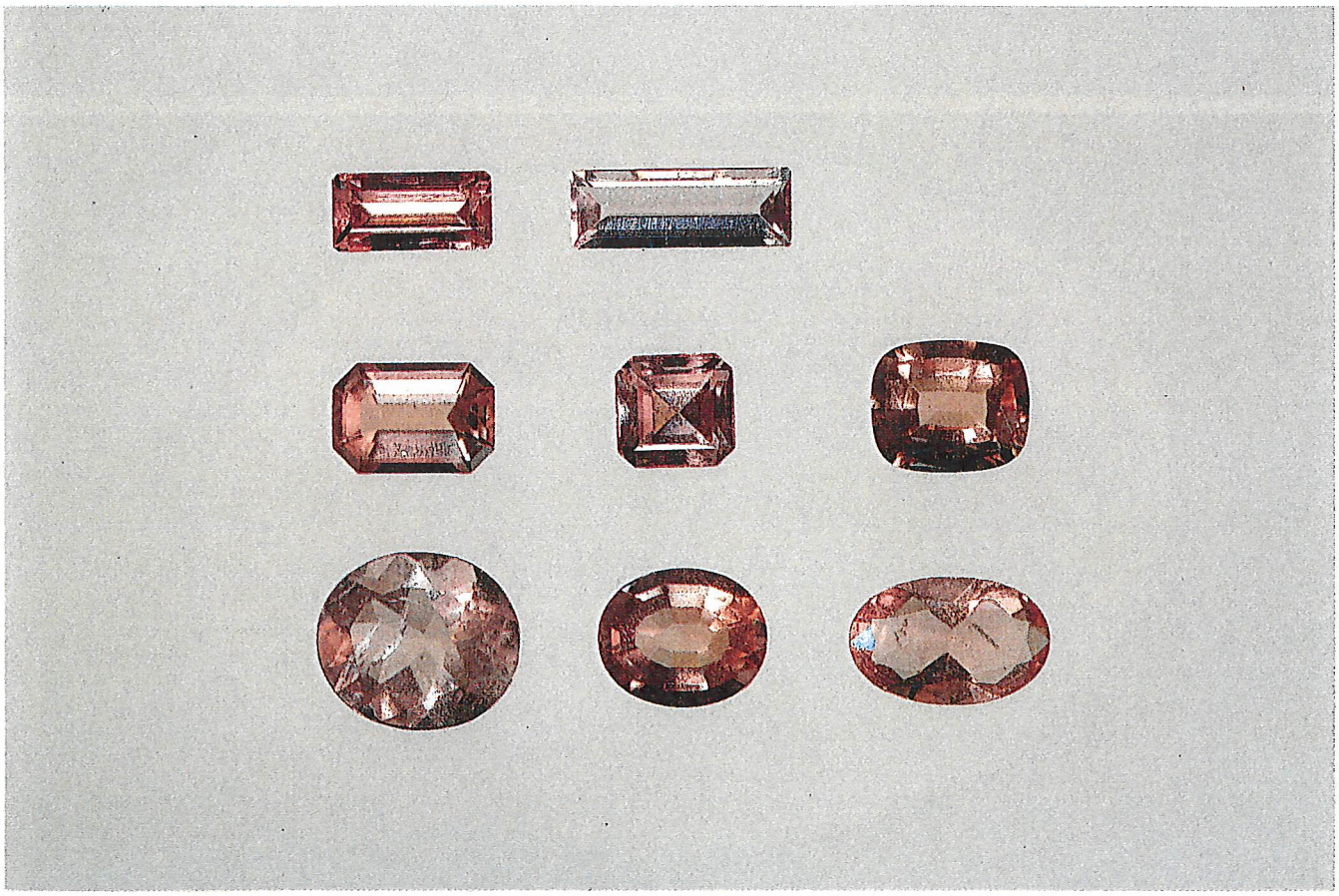
Unten: Taraspit-Cabochon (3.3 cm lang) von Chants, Tarasp GR. Foto und Coll. Std.

Haut: Cristal de dolomite et dolomites facettées (3.1 à 5.0 ct) du Lengenbach, Binntal VS. Photo P. V.; coll. MHNB.

Bas: Cabochon de taraspite (long. 3.3 cm) de Chants, Tarasp GR. Photo et coll. Std.

Tafel 8

Planche 8



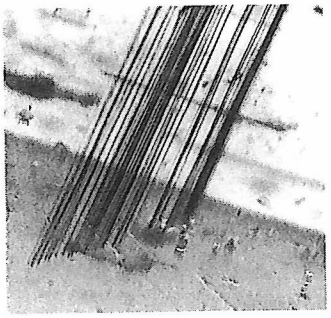
Oben: Fluorit von der Dürrschrennenhöhle AI (2.14 ct) und Fluorit vom Vordertal GL (2.18 ct). Foto P. V.; Coll. NMBE.

Unten: Rosa Fluorit aus Granitklüften der Alpen (7.2 bis 20.2 ct). Der leichte Grauschleier wird durch die primären fluiden (tetraedrischen) Einschlüsse verursacht. Fundorte: Göscheneralp UR – Grimsel BE – Chamonix, Frankreich. Foto S. Rebsamen; Coll. NMBE.

Haut: Fluorine de la Dürrschrennenhöhle AI (2.14 ct) et fluorine du Vordertal GL (2.18 ct). Photo P. V.; coll. MHNB.

Bas: Fluorine rose de fissure de granite des Alpes (7.2 à 20.2 ct). Le léger voile gris est dû aux inclusions fluides primaires, (tétraédriques). Gîte: Göscheneralp UR – Grimsel BE – Chamonix F. Photo S. Rebsamen; coll. MHNB.

(Kerrick 1990). Als gesteinsbildende Mineralarten sind die reinen Alumosilikate weit verbreitet. Ihre Ausbildung in Edelsteinqualität ist aber auf relativ wenig Regionen beschränkt. Schleifwürdiger Kyanit wird z. B. in Burma, in Kaschmir, in Indien (Patiala und Punjab), in Kenia gefunden – und auch in der Schweiz. Schon vor 200 Jahren wurde in der Fachliteratur auf die schönen Kyanit-Kristalle in der Leventina aufmerksam gemacht (de Mechel 1796). Zu Beginn des 19. Jahrhunderts gelangten die meisten Kyanite mit der Fundortsbezeichnung «St. Gotthard» in die Sammlungen. Tatsächlich stammten sie aber alle von Chironico (Gerölle), der Alpe Sponda und dem Pizzo Forno. Parker (1940) rühmte die «ausgezeichnete Klarheit bei saphir- bis grünlichblauer Farbe» mancher Kristalle. Arbeiten über deren Morphologie (Bauer 1878) folgten dann solche über die petrographische Bedeutung der Kyanite im Lepontin (z. B. Keller 1963, Klein 1976, Kerrick 1990). In den nördlichen Tessiner Alpen kommen Kyanite sowohl in mesozoischen Sedimenten als auch in sogenannten altkristallinen Gesteinen vor. Zudem treten sie sowohl gesteinsbildend als auch in Quarzknauern auf. Klein (1976) hat definiert, was man unter Knauern zu verstehen hat: «Als Knauern werden lokale dezimetergrosse Sammelkristallisationen innerhalb von glimmerreichen Gneisen und Schiefern bezeichnet, die sich (1.) durch eine Gebundenheit an bestimmte Muttergesteine, (2.) durch Makrokristalle und (3.) durch ganz spezifische Mineralphasen auszeichnen.» Die auffälligsten und schönsten Knauer-Mineralien sind Kyanit und Andalusit. Kyanite sind in der angesprochenen Region recht weit verbreitet. Entstanden sind sie unter dem Einfluss der tertiären alpinen Gesteinsmetamorphose unter den Druck- und Temperatur-Bedingungen der Amphibolit-Fazies. Schleifwürdige Kyanite aber hat man nur in den Knauern der altkristallinen Gesteine von Chironico, Alpe Sponda und Pizzo Forno gefunden. Auch wenn von verschiedenen Autoren die Durchsichtigkeit dieser Kyanite gelobt wird, kleine feste Einschlüsse enthalten (fast) alle:



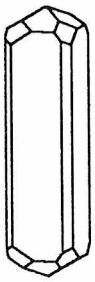
Kyanit, Forno, 750 µm
feste Einschlüsse

1. In der Richtung der Längserstreckung sind Phyllosilikate eingelagert. Nach den Analysen von Jakob (1937, 1941) dürften es Muskovit-Phengit und Paragonit sein.
2. Ungefähr in Richtung der b-Achse sind immer wieder kleine Büschel von feinsten Fasern vorhanden. Das Erscheinungsbild im Mikroskop sieht aus wie einzelne, feine «Besenstriche». Möglicherweise handelt es sich dabei um Fibrolith (= feinfaseriger Sillimanit). Diese Vermutung darf ausgesprochen werden, weil Irouschek (1985) und Kerrick (1990) nachgewiesen haben, dass fibrolithischer Sillimanit in diesem Teil der Leventina vorkommt.

Kyanit, Forno, 1.25 mm
Pyrrhotin-Einschlüsse

Die Kyanite können auch noch andere Einschlüsse enthalten; in einem einzelnen Kristall sind z. B. relativ grosse Pyrrhotin-Körner (völlig xenomorph) nachgewiesen worden. Seit etwa 20 Jahren werden in kleinen Mengen, aber recht systematisch, Tessiner-Kyanite fazettiert oder zu Cabochons verarbeitet. Die grössten Schliffe übersteigen 10 Karat wohl kaum. – Kyanit kann unter all den «Sammlersteinen» als eine Art bezeichnet werden, die in ganz charakteristischer Weise durch ein Schweizer Vorkommen belegt wird. Kyanit und Korund (Rubin) sind zudem die einzigen Edelsteinmineralien von einer gewissen Bedeutung – bezüglich einer Schweizer Herkunft – die ihre Entstehung der alpinen Gesteinsmetamorphose verdanken.

Skapolith (Taf. 15)



Farbe: bräunlichgelb
Glanz: Glasglanz
Härte: 6
Dichte: 2.57–2.74 (2.73 Lago Tremorgio)
Spaltbarkeit: vollkommen nach (100)
Bruch: muschelig, spröde
Kristallsystem: tetragonal (tetragonal-dipyramidal)
Kristalle: säulig bis stengelig, längsgestreift, abgerundete (korrodierte?) Endflächen
Chemische Zusammensetzung: Skapolithe sind Mischkristalle von Meionit $3CaAl_2Si_2O_8.CaCO_3$ und Marialit $3NaAlSi_3O_8.NaCl$
Lago Tremorgio: 70% Meionit/30% Marialit (nach Jakob et al. 1931)
Optik: anisotrop, einachsig – negativ

n_ε =	1.537 (Ma) bis	1.557 (Me)	(1.553)
n_ω =	1.539	1.596	(1.584)
$\triangle$ =	–0.002	–0.039	(–0.031)

(In Klammer: Skapolith vom Lago Tremorgio, nach Jakob et al. 1931, bestätigt durch neue Messungen)

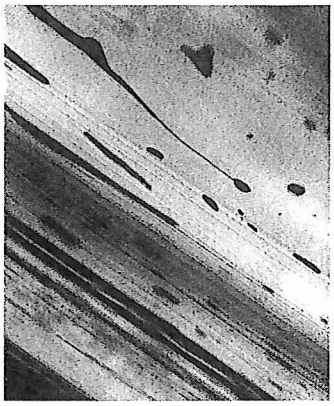
Dispersion:	0.017	(0.017)

Pleochroismus: farblos/gelblich
Fluoreszenz: uv-kurz = rosarot
uv-lang = rosarot, aber nur sehr schwach
Alpine Vorkommen: freiliegende Kristalle in Mineralzerrklüften

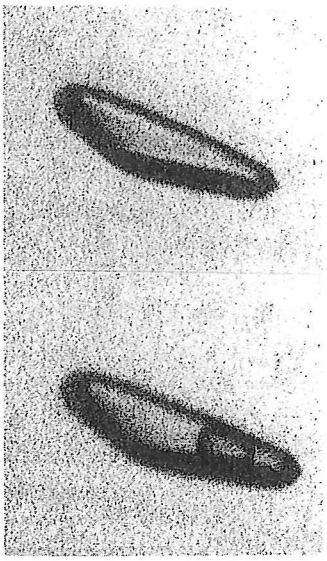
Skapolith ist als Edelstein erst verhältnismässig spät entdeckt und verarbeitet worden. Die ersten durchsichtigen gelben Steine wurden ums Jahr 1920 in Madagaskar gefunden und 10 Jahre später folgten jene aus dem Staate Espirito Santo in Brasilien. Um die gleiche Zeit wurde auch in der Schweiz Skapolith von Edelsteinqualität entdeckt, aber erst ein neuer Fund im Jahre 1966 gab Anlass zum Fazettieren der Steine. Skapolith ist in metamorphen Karbonatgesteinen der lepontinischen Alpen, d. h. vom Simplontunnel bis ins Bergell und von Airolo bis zur Insubrischen Linie, als gesteinsbildendes Mineral weit verbreitet (Trommsdorff 1966). Die Muttergesteine sind recht vielfältig: Calcit- und Dolomitmarmore, Bündnerschiefer und Kalksilikatfelse. Im gleichen Verbreitungsgebiet enthalten zuweilen auch alpine Mineralklüfte Skapolith. Vielfach sind die Kristalle allerdings teilweise oder vollständig in andere Mineralarten umgewandelt.

Nur am Lago Tremorgio, auf der rechten Seite der Leventina, hoch über Rodi, konnte bis anhin Skapolith von Edelsteinqualität gefunden werden. Der erste Fund erfolgte im Sommer 1930 durch Carlo Taddei (Taddei 1937 und Jakob et al. 1931). Am Ostufer des aufgestauten Lago Tremorgio, in einem Kalkphyllit der Bündnerschieferserie, an einer Stelle, die zeitweise vom Wasserspiegel erreicht wird, barg eine kleine alpine Kluft eine Anzahl loser Skapolithkristalle bis zu 67 mm Länge. In den Jahren 1966, 1969 und 1971 sind in der gleichen Region weitere entsprechende Klüfte gefunden und ausgebeutet worden (Gross 1967, Parker et al. 1973 und Rykart et al. 1975). Alle diese beschriebenen Funde entstammen kleinen Klüften mit Volumeninhalten um 1 dm^3 oder etwas grösser. Die Skapolithe, die durchwegs Korrosionserscheinungen aufweisen, lagen jeweils isoliert in den Klüften, z. T. verkittet mit später gebildetem Hellglimmer. Die längsten Kristalle erreichten 67 mm und höchstens an die 8 mm Durchmesser. Morphologisch können Prismen 1., 2. und untergeordnet 3. Stellung nachgewiesen werden.

Die Skapolithe vom Lago Tremorgio enthalten zuweilen protogenetische Schuppen von Biotit und kleine Würfelchen von Pyrit. Von besonderem Interesse sind die fluiden Einschlüsse, (fast) reines CO_2. Bei Normaltempera-



Skapolith, Tremorgio, 1.35 mm
Kanäle und CO_2-Einschlüsse



Skapolith, Tremorgio, 60 µm CO_2-Einschluss bei 25°C (o) und 15°C (u)

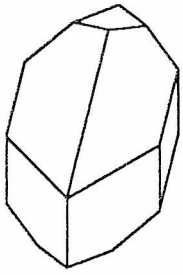
tur (≈ 20°C) sind diese Einschlüsse einphasig-flüssig, einige enthalten eine kleine CO_2-Gasphase. Die Dichte des CO_2 beträgt etwa 0.8 (oder etwas weniger). Im Mikroskop kann kein Anteil von Wasser festgestellt werden. Eine derartige Einschlussfüllung ist äusserst selten. Beim Erwärmen des Mutterkristalls besteht Bruchgefahr infolge rasch ansteigenden Innendrucks.

Im Jahr 1967 hat das Schweizer Heimatwerk in Zürich Tessiner Skapolithe fazettieren lassen. Es war möglich, eine grössere Anzahl von praktisch einschlussfreien Steinen bis zu etwa 4 Karat zu erhalten. In den folgenden Jahren gehörten dann diese Steine zum ständigen Angebot des Hauses.

Ob die Skapolithe vom Lago Tremorgio tatsächlich die einzigen Vertreter von Edelsteinqualität aus der Schweiz darstellen, ist nicht ganz sicher. Aus der Umgebung von Rodi hat Preiswerk schon 1917 verschiedene Kluftskapolithe beschrieben, die dem Autor dieser Arbeit aber nicht vorlagen. Vor allem die Fundstelle Ri di Foch barg Skapolithe, die möglicherweise mit jenen vom Lago Tremorgio vergleichbar sind. Kommentarlos folgt deshalb hier die von Parker et al. (1940) verfasste Zusammenfassung über diesen Fund.

«(Fog; südlich Rodi). Die Skapolithfundstelle liegt nach Preiswerk (1917) am Fussweg, der von Ghèsar (Cheser) nach Scontra führt, in der Kalkphyllitserie in unmittelbarer Nähe der Trias. Die Skapolithkristalle bilden grob quergeklüftete Stengel, von denen einzelne über 10 cm lang sind. Es lassen sich die Formen der tetragonalen Prismen erster und zweiter Stellung erkennen. Die Kristalle sind teilweise völlig frisch und glasig, doch kann die äussere Schale auch durch Verwitterung in eine matt gelblich-weisse, weichere Substanz umgewandelt sein. Der Skapolith scheint hier als flächenförmige Umkristallisation des Nebengesteins entstanden zu sein, das ausser Calcit, Biotit, Plagioklas und Quarz noch Skapolith, Zoisit, Muskovit, Pyrit, Rutil, Turmalin und Zirkon führt.»

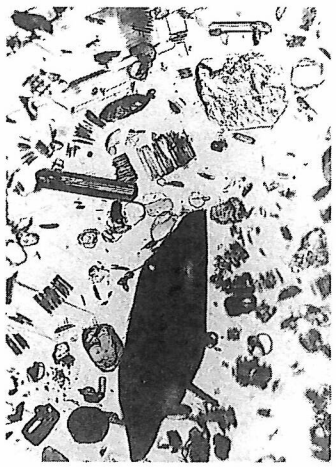
Titanit (Titelbild und Taf. 15)



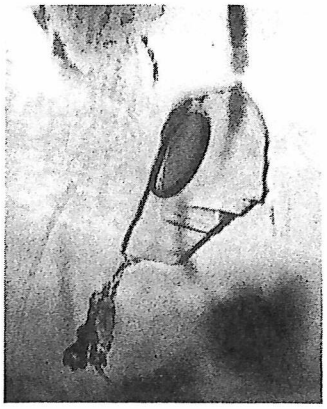
Farbe: gelb, braun, grün, braunrot, fleischrot; Enden der b-Achse oft abweichend rotbraun bis orange gefärbt
Glanz: Harz- bis Diamantglanz
Härte: 5½
Dichte: 3.52–3.54
Spaltbarkeit: nach (110) deutlich
Bruch: muschelig, spröde
Kristallsystem: monoklin (monoklin – prismatisch)
Kristalle: tafelig, dann oft gestreckt nach der b-, seltener nach der a-Achse; pseudorhomboedrisch. Penetrations- und Kontaktzwillinge nach (100) verbreitet
Chemische Zusammensetzung: $CaTi[O/SiO_4]$, Inseltetraeder-Silikat (Nesosilikat); meist mit etwas Al,Fe (dreiwertig) und Cr
Optik: anisotrop, zweiachsig-positiv
$n\alpha$ = 1.885–1.915 (1.89)
$n\gamma$ = 1.990–2.099 (2.06)
$\triangle$ = +0.105 bis +0.190 (0.17), sehr hoch (Zahlen in Klammer für Titanit vom Drun Tobel GR, nach Weibel 1957)
Dispersion: 0.051 (sehr hoch!)
Pleochroismus der grünen Titanite: farblos – grün; der gelben Titanite: farblos – gelb – rötlich
Keine Fluoreszenz
Alpine Vorkommen: freistehende Kristalle in Mineralzerrklüften; vorwiegend basische Nebengesteine

Titanit ist, wenn perfekt geschliffen, einer der prachtvollsten Edelsteine; dies verdankt er seinen hervorragenden optischen Eigenschaften, d. h. seiner hohen Lichtbrechung, der starken Dispersion und dem deutlichen Pleochroismus. Leider ist seine Härte eher gering. Der Mineraloge und Edelsteinhändler Martin Ehrmann (1953) bezeichnete Titanit als den interessantesten der ungewöhnlichen Edelsteine. Zudem vermerkte er, dass die zwei einzigen Fundorte, wo Titanit in Edelsteinqualität vorkomme, Bridgewater (Pennsylvanien USA) und der St. Gotthard (Schweiz) seien, wobei nach alter Tradition unter St. Gotthard eine Region von ca. 50 km Durchmesser mit Zentrum St. Gotthard verstanden wird. Er rühmte ganz besonders einen wunderschönen gelben Titanitkristall aus der Sammlung der ETH Zürich, «der einige fazettierte Steine von je 20 Karat ergeben könnte». Tatsächlich besitzt die ETH Zürich zwei grosse Titanitkristalle, die zur Beschreibung von Ehrmann passen könnten; der eine stammt aus dem Maggiatal TI (Fund ca. 1870), der andere, von der Eisbruckalpe, Pfunders, Tirol A (Oberholzer 1991). – In älteren Lehrbüchern werden für durchsichtige Titanite zuerst und vor allem alpine Vorkommen (Schweiz und Österreich) angegeben. Auf dem jetzigen Edelsteinmarkt spielen diese aber kaum noch eine Rolle. Heute werden Titanite vorwiegend aus Brasilien, Madagaskar, Sri Lanka und Mexiko (Cr-Titanite aus Niederkalifornien) angeboten. Dem heute international einzig anerkannten Mineralnamen Titanit wird in der Gemmologie oft der Name Sphen (vom griechischen Wort für Keil abgeleitet) vorgezogen.

Titanit besitzt in alpinen Klüften der verschiedensten Gesteine eine grosse Verbreitung. Überall dort, wo CO_2 in den Kluftlösungen nur in Spuren vorhanden war, besteht das wichtigste Titan-führende Mineral heute aus Titanit (andernfalls aus Rutil, Anatas und/oder Brookit, nach Mullis 1983). Grössere Titanit-Kristalle werden allerdings nur in basischen Gesteinen gefunden. Bekannte entsprechende Fundstellen der Schweiz sind im Aarmassiv z. B. das Lötschental VS, die Rotlaui bei Guttannen BE, Gletsch VS (bis 10 cm lange Kristalle), das Val Giuv, Tavetsch GR und das Drun Tobel bei Sedrun GR (hier wundervolle durchscheinende grüne Kristalle mit rotbraunen Enden, Weibel 1957). Im Gotthardmassiv können z. B. die folgenden Fundorte genannt werden: Längisalp, östlich Oberwald VS, Lago della Sella, Gotthard TI, Val Maighels, Val Curnera und Val Nalps (Motta Naira, Weibel 1957), alle im Tavetsch GR. Im Penninikum kommt Titanit vor allem in der Ophiolit-Zone von Zermatt VS, am Bortelhorn, Goms VS, an der Kriegalp und am Ofenhorn im Binntal VS, sowie am Passo di Naret im obersten Maggiatal TI vor. Ausserhalb der Schweiz sind prachtvolle Vorkommen im Zillertal, Tirol und im Amertal/Felbertal, Salzburg, zu nennen. Von welchen alpinen Fundstellen wann und wieviel Titanite verschliffen worden sind, ist unklar. Im Edelsteinkabinett der Smithsonian Institution in Washington befinden sich 16 fazettierte gelbe Titanite (9.3 bis 0.8 Karat) von bester Edelsteinqualität. Als Fundort ist «Switzerland» angegeben. Nach Auskunft des Konservators John S. White (1990/91) steht im Eingangskatalog aber kein Fundort: «Switzerland» ist erst später beigefügt worden. Die Titanite sind offenbar im Jahre 1913 in London oder Antwerpen gekauft worden, sie waren früher Bestandteil der Sammlung des Duke of Devonshire. 1886 hatte Kunz für einen Titanit, der vermutlich aus der gleichen Quelle stammte, als Fundort «Tavetschthal, in the Tyrol» angegeben. Ein sicherer Schluss ist daraus nicht zu ziehen, höchstens kann festgestellt werden, dass eine gewisse Wahrscheinlichkeit besteht, dass die Washington-Titanite aus dem Tavetsch stammen; um alpine Titanite handelt es sich fast sicher.



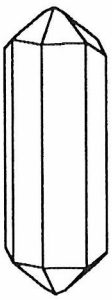
Titanit, Naret, 1.8 mm
Chlorit, Epidot, Titanit auf- und eingewachsen



Titanit, Naret, 260 µm
fluider Einschluss

Ein einmaliger, reicher Fund von durchsichtigen Titaniten glückte 1975 Hans Meier am Naretpass im obersten Maggiatal («Mein Lieblingstitanit», Meier 1977). Die Fundstelle liegt in einem Amphibolit der Maggia-Decke. Da viele Titanite von Chlorit und Epidot überwachsen waren, liess Meier einige Kristalle fazettieren. Damit erhielt er eine einzigartige Sammlung von honigbraunen Steinen (bis zu 16.5 Karat). Den weitaus grössten Teil davon schenkte er dem Naturhistorischen Museum Bern, wo seit 1989 die Steine im Edelsteinkabinett zu bewundern sind (vergl. Titelseite dieses Heftes). Viele Steine sind praktisch einschlussfrei, d. h. lupenrein; einige enthalten charakteristische zweiphasige fluide Einschlüsse (wässerige Lösung und Gasblase; ohne mikrothermometrisch nachweisbares CO_2). Eine Aufnahme zeigt die Ein- und Überwachsung von Titanit durch Chlorit, Epidot sowie kleinkristallinen Titanit. Neben dem Naretpass waren es vor allem die Fundstellen am Bortelhorn, Goms VS, wo schleifwürdige Kristalle gefunden werden konnten. Die von Bruno Veigel vor kurzem fazettierten Steine sind gelbgrün, lupenrein, sie besitzen ein sehr lebhaftes Feuer und erreichen Grössen bis zu 1.5 Karat. Der grösste Titanitfund aus der Schweiz, d. h. jener aus dem Sondierstollen von Gletsch VS, mit weit über 1000 grössern abgeplatteten, meist verzwillingten Kristallen, enthielt leider kaum durchscheinende oder durchsichtige Kristalle (Graeser et al. 1963). Immerhin konnten auch von hier einige Kristalle fazettiert werden, doch blieben die fast lupenreinen Steine durchwegs unter einem Karat. Auch ein neuer Fund von sehr schönen braungrünen, durchscheinenden bis durchsichtigen Titaniten im Val Maighels GR eignete sich kaum zum Fazettieren (geschliffene Steine nicht lupenrein und unter 1 Karat).

Topas



Farbe: farblos, leicht gelblich
Glanz: Glasglanz
Härte: 8
Dichte: 3.53–3.56
Spaltbarkeit: vollkommen nach der Basis (001)
Bruch: muschelig, uneben
Kristallsystem: orthorhombisch (orthorhombisch-dipyramidal)
Kristalle: Prismen mit vielflächiger Termination, längsgestreift
Chemische Zusammensetzung: $Al_2\,[SiO_4](F,OH)$
Optik: anisotrop, zweiachsig-positiv
$n\alpha$ = 1.61–1.63 (1.624 ± 0.002)
$n\gamma$ = 1.62–1.64 (1.637 ± 0.002)
$\triangle$ = 0.008 bis 0.010
(Die Zahlen in Klammer beziehen sich auf den Topas aus dem Lugnez)
Dispersion: 0.014
Fluoreszenz: gelblichweiss in uv-kurz, sehr viel schwächer in uv-lang
Alpine Vorkommen: freistehende Kristalle in Mineralzerrklüften; in miarolithischen Hohlräumen von Quarzporphyren

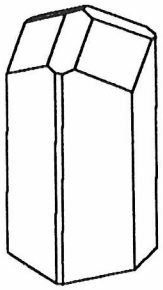
Topas gehört zu den klassischen Edelsteinen. Am wertvollsten ist der Cr-haltige Rosa-Topas; verschliffen werden vor allem gelbbraune und blaue Topase. Intensiv blaue Topase haben ihre Farbe entweder durch Brennen oder durch hochenergetische Bestrahlung erhalten.

Der erste Topas in den Schweizeralpen wurde erst 1983 durch H. Luginbühl, Windisch, im Lugnez GR gefunden. Die bis 1,5 cm langen farblosen

Kristalle sind vor allem mit Quarz und Dickit vergesellschaftet; sie kommen in triassischem Dolomit vor, der zur südlichen Sediment-Bedeckung des Gotthardmassivs gehört. Die Topaskristalle enthalten vergleichsweise viel OH, d. h. um die 20% des Fluores ist im Topas durch OH ersetzt. Messungen an Flüssigkeitseinschlüssen im syngenetischen Quarz ergaben, dass Topas in NaCl-haltigen wässerigen Lösungen mit viel CO_2 bei (weit) über 150° C und bei 2.5 bis 3 Kilobar entstanden sind (nach Soom et al. 1988). – Von diesem Topasfund sind keine Kristalle verschliffen worden: Weder die Grösse der Kristalle noch deren Farbe hätte ein Fazettieren gerechtfertigt.

Gramaccioli (1978) erwähnt als grosse Seltenheit kleine farblose Topaskristalle (bis 3 mm) aus miarolithischen Hohlräumen des Quarzporphyrs von Cuasso al Monte am Luganersee (in Italien gelegen).

Turmalin (Dravit) (Taf. 16)



Der Name Turmalin bezieht sich heute auf eine ganze Mineralgruppe von Cyclosilikaten mit $[Si_6O_{18}]$-Sechserringen und mit $[BO_3]$-Dreiecken. Die allgemeine Gruppen-Formel $XR_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH)_4$ umfasst zehn verschiedene Arten; die bekanntesten sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1: Turmaline (Auswahl)

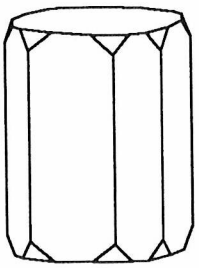
Art	X	R_3	Häufigste Farben
Elbait	Na	Li,Al	grün, rot, blau, gelb, farblos, braun
Dravit	Na	Mg	braun, grün, farblos
Schörl	Na	$Fe^{\cdot\cdot\cdot}$	schwarz
Uvit	Ca,Na	$Mg,Fe^{\cdot\cdot}$	grün

Der schwarze *Schörl* ist bei weitem die verbreitetste Turmalin-Art, auch in der Schweiz, wo er sowohl in Pegmatiten als auch in alpinen Mineralzerrklüften vorkommt. Für gemmologische Zwecke spielt Schörl aber keine Rolle. Farbig durchsichtige Turmaline aus dem Dolomit vom Campolungo TI und jene vom Lengenbach, Binntal VS haben sich als Mischkristalle von *Dravit* und *Uvit* erwiesen.

Farbe: siehe oben
Glanz: Glasglanz
Härte: 7–7½
Dichte: 3.02–3.26 (3.05 Campolungo)
Spaltbarkeit: keine
Bruch: uneben, kleinmuschelig
Kristallsystem: trigonal (ditrigonal-pyramidal) mit polarer c-Achse
Kristalle: prismatisch mit zwei verschieden ausgebildeten Kristallenden.
Ein Schnitt senkrecht zur c-Achse besitzt einen 3-, 6- oder 9-eckigen Habitus
Chemische Zusammensetzung: siehe oben
Optik: anisotrop, einachsig-negativ
n_ε = 1.607 (1.607)
n_ω = 1.634–1.661 (1.627)
$\triangle$ = –0.016 bis –0.026 (–0.020)
(Alle Zahlen in Klammer betreffen (Dravit) vom Campolungo, nach Gübelin 1939)
Pleochroismus des grünen Turmalins: sehr schwach, grün/grünlich
Fluoreszenz: uv-lang – keine Fluoreszenz
uv-kurz – grünlichgelb, schmutzig, rel. intensiv (Campolungo)
Alpine Vorkommen: idiomorphe Kristalle im Trias-Dolomit (Dravit/Uvit)

Am 19. Oktober 1816 bot Kaplan Johann Baptist Meyer von Hospental dem waadtländischen Oberforstmeister Charles Lardy (nachmaliger Professor für Geologie und Mineralogie an der Universität Lausanne) einen Turmalinkristall vom Campolungo TI an. Der Kristall war grün, durchsichtig, 11 mm lang und beidseitig kristallographisch begrenzt. «Ich kann diesen Turmalin Ihnen um Franken 32 (entspricht einem heutigen Geldwert von ca. 800 Fr.) entlassen.» Der hohe Preis erstaunt; möglicherweise handelte es sich dabei aber um den schönsten Dravit, der in der Schweiz je gefunden worden ist. Über den Fundort am Passo Cadonighino (heute Vanit) schrieb Gübelin (1939) später: «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.» Die Turmaline von Edelsteinqualität im Campolungo-Dolomit waren also meistens sehr klein. Nur ganz ausnahmsweise sind deshalb einige Kristalle fazettiert worden. Ungewöhnlich ist die grüngelbe Fluoreszenz der Campolungo-Turmaline im kurzwelligen uv-Licht. – Auch an der Mineralfundstelle Lengenbach im Binntal VS kommen durchsichtige Dravite von grüner und brauner Farbe vor. Da diese im allgemeinen aber noch kleiner sind als jene vom Campolungo, haben sie keine gemmologische Bedeutung.

Vesuvian (Taf. 16)



Farbe: rotbraun, grün, olivgrün, gelbgrün
Härte: 6½
Dichte: 3.32–3.42
Spaltbarkeit: unvollkommen
Bruch: uneben, splittrig
Kristallsystem: tetragonal (ditetragonal-dipyramidal)
Kristalle: dicksäulig bis nadelig
Chemische Zusammensetzung: $Ca_{10}(Mg,Fe)_2Al_4[(OH)_4/(SiO_4)_5/(Si_2O_7)_2]$
Komplexes Ca-Al-Silikat mit Silicium sowohl in isolierten SiO_4-Tetraedern als auch in Si_2O_7-Gruppen angeordnet; Sorosilikat. (7–8 Gew.% $FeO + Fe_2O_3 + TiO_2$, Pollux)
Optik: anisotrop, einachsig-negativ
$n\varepsilon$ = 1.701–1.726 (1.731 ± 0.002)
$n\omega$ = 1.705–1.732 (1.728 ± 0.002)
(Zahlen in Klammer für Vesuvian vom Pollux, gemessen auf dem Spindeltisch von Th. Armbruster 1991)
$\triangle$ = negativ, bis –0.006
Dispersion: = 0.019
Pleochroismus: schwach, jeweilige Steinfarbe hell und dunkel
Keine Fluoreszenz
Alpine Vorkommen: freistehende Kristalle in Mineralzerrklüften; dichte Vesuvianfelse (= Californit) an Kontakten von Serpentinit zu Karbonatgesteinen

Vesuvian, in der Gemmologie häufig noch mit dem veralteten Namen Idokras bezeichnet, ist ein selten verarbeitetes Mineral. Fazettierte grüne und gelblich- bis rötlich-braune Vesuviane sind aber recht attraktive Steine. Mit ihrer Härte von 6½ würden sie sich zur Schmuckherstellung durchaus eig-

nen. – Weltweit sind aber nicht viele Fundorte bekannt, wo durchsichtige Kristalle gefunden werden können. Unter diesen sind vor allem jene aus den Alpen schon sehr lange bekannt (Val d'Ala, Zermatt, Zillertal), sie werden in vielen Lehrbüchern denn auch zuerst genannt. Wichtiger als durchsichtige Kristalle sind für die gemmologische Verarbeitung grüne, dichte Vesuvianfelse, Californit genannt. Californit wird, wie der Name aussagt, vor allem in Kalifornien gefunden und verarbeitet, ähnlich wie Nephrit und Jadeit. Californit ist auch am Piz Lunghin, Bergell GR, anstehend.

Vesuvian ist aus alpinen Zerrklüften der Region *Zermatt-Saas Fee VS* im letzten Jahrhundert bekannt geworden. Die schönsten Kristalle wurden an den Rimpfischwäng (Kenngott 1866), in diesem Jahrhundert wohl am Pollux und am Felskinn, Feegletscher gefunden. Die Kristalle sind nie sehr gross, besitzen aber oft einen lebhaften Glanz und zuweilen gute Durchsichtigkeit. In der Farbe sind sie stark variierend: Hell- bis dunkelgrün, olivgrün, braun bis dunkelrotbraun, fast schwarz. Die Zermatter-Vesuviane wurden infolge ihrer perfekten und vielfältigen Ausbildung morphologisch eingehend untersucht (z. B. Zepharovich 1864). Die Kristalle können neben Prismen und Basispinakoid ganz verschiedene tetragonale und ditetragonale Dipyramiden aufweisen. Ihr Habitus ist dicksäulig-abgestumpft bis langsäulig zugespitzt. Das Auftreten der Vesuviane ist an Einschaltungen (vorwiegend Rodingite) in Serpentiniten gebunden, Begleitmineralien sind u. a. Grossular, Diopsid und Klinochlor.

Aus dem Fundgut des Pollux, Zermatt VS sind vor einigen Jahren mehrere Kristalle fazettiert worden. Infolge der dunklen Farbe mussten die Steine relativ flach geschliffen werden. Es war möglich, fast lupenreine Steine bis über 4 Karat zu erhalten. Die Vesuviane enthalten zuweilen feste Einschlüsse von Grossular (siehe nebenstehende Abbildung) und zweiphasige fluide Einschlüsse. In allen Steinen ist eine schwache, aber deutlich feststellbare Farbzonierung zu erkennen.

Vesuvian, Pollux, 0.8 mm
Granat-Einschlüsse

Im Penninikum der italienischen Alpen ist Vesuvian ebenfalls ein gut bekanntes und gesuchtes Kluftmineral (Gramaccioli 1978): Die schönsten und in Museen weit verbreiteten Stufen von grünen, braunen und mehrfarbigen Vesuvianen kommen von der Mussaalp im Alatal, Piemont. – Näher der Schweiz gelegen sind die Fundstellen von Montjovet und Bellecombe bei St. Vincent im Aostatal. Hier treten braune Kristalle mit ebenen Endflächen auf, daneben flaschengrüne, die z. T. spitze Enden aufweisen. – Die Vesuviane von Antronapiana, SW Domodossola, kommen in Gesteinen vor, die mit jenen von Zermatt-Saas Fee zusammenhängen, was auch für die Vorkommen im Aostatal gilt.

Literatur

SMPM = Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen

Amthauer, G., Kurtz, W., Rost, F. und Schloemer, H. (1974): SMPM 54, 691–706

Armbruster, Th. and Irouschek, A. (1983): Contr. Mineral. Petrol. 82, 389–396

Armbruster, Th. (1991): Persönliche Mitteilungen

Artini, E. (1920): Atti Accad. naz. Lincei, Rend. Cl. Sci. fis. mat. nat. 29, 77–80

Bank, H. und Henn, U. (1990): Mitt. österr. Mineral. Ges. 135, 9

Bauer, M. (1878): Zeitschr. Deutsche Geol. Ges. 30, 300

Bedognè, F. (1990): Mineralogische Pfade im Val Malenco und Mittleren Veltlin. Joh. Muschalek, München, 64 S.
Bellevue, Fl., de (1792): Journal de Physique 41, 86–91 (Paris)
Bill, H., Sierro, J. and Lacroix, R. (1967): Amer. Mineralogist 52, 1003–1008
Burri, C., Jakob, J., Parker, R. L. und Strunz, H. (1935): SMPM 15, 327–339
Ehrmann, M. (1953): Gems and Gemology 7, 316
Ernst, W. G. (1977): Journal of Petrology 18, 371–398
Fellenberg, Edm., von (1890): Mitt. natf. Ges. Bern, 202–219
Frey, A. und Nungässer, W. (1972): Schweizer Strahler 2, 311–312
Ghizzoni, S. (1983): Itinerari Mineralogici della Val Codera. Fed. Motta Editore, Milano. 155 S.
Gnehm, G. (1970): Schweizer Strahler 2, 81–101
Graeser, S., Niggli, E. und Stalder, H. A. (1963): SMPM 43, 367–384
Graeser, S., Oberholzer, W. und Stalder, H. A. (1978): Schweizer Strahler 4, 441–452
Graeser, S., Schwander, H., Hänni, H. and Mattioli, V. (1979): Mineral. Mag. 43, 459–462
Gramaccioli, C. M. (1978): Die Mineralien der Alpen. Ott Verl. Thun. 503 S. (2 Bde)
Gross, G. (1957): Heimatwerk. Blätter f. Volkskunst und Handwerk 22, 118–120
Gross, G. (1967): Schweizer Strahler 1, 26–28
Grubenmann, U. (1908): Vjschr. natf. Ges. Zürich 53, 129–156
Gübelin, E. (1939): SMPM 19, 325–442
Gübelin, Ed. (1967): Z. dtsch. Ges. Edelsteinkunde 61, 75–85
Gübelin, E. und Koivula, J. I. (1986): Bildatlas der Einschlüsse in Edelsteinen. ABC Verlag, Zürich. 532 S.
Hänni, H. A. (1980): Mineralogische und mineralchemische Untersuchungen an Beryll aus Alpinen Zerrklüften. Diss. Uni Basel. 112 S.
Haüy, R. J. (1801): Traité de Minéralogie, Tome troisième. Paris: Delance
Hügi, Th. (1956): SMPM 36, 497–510
Hügi, Th. und Röwe, D. (1970): SMPM 50, 445–480
Hunstiger, Cl. (1989): Z. Dt. Gemmol. Ges. 38, 113–138 (Teil I)
Hunstiger, Cl. (1990): Z. Dt. Gemmol. Ges. 39, 121–145 (Teil III)
Irouschek, A. (1980): SMPM 60, 137–144
Irouschek, A. and Armbruster, Th. (1985): SMPM 65, 137–151
Jakob, J., Parker, R. L. und Brandenberger, E. (1931): SMPM 11, 267–284
Jakob, J. (1937): SMPM 17, 214–219
Jakob, J. (1941): SMPM 21, 131–135
John, C. von (1891): Verh. k. k. geol. Reichsanst., 67–69
Kasper, F. (1972): Schweizer Strahler 2, 340–344
Keller, F. (1968): Beitr. Geol. Karte Schweiz, NF 135. 72 S.
Kenngott, A. (1866): Die Minerale der Schweiz. Verl. W. Engelmann, Leipzig. 460 S.
Kerrick, D. M. (1990): The Al_2SiO_5 Polymorphs. Reviews in Mineralogy, Vol. 22, 406 S.
Klein, H.-H. (1976): SMPM 56, 435–456
Knoblauch, P. und Reinhard, M. (1939): Geol. Atlas Schweiz. 516 Iorio (11). Erläuterungen, 88 S.
Koenigsberger, J. (1907): Eclogae geol. Helv. 9, 438
Kündig, E. (1926): SMPM 6, 1–101
Lareida, S. (1973): Schweizer Strahler 3, 36–41.
Lavizzari, L. (1859): Escursioni nel Cantone Ticino. Lugano, Tip. Veladini & Co.
Leake, B. E. (1978): Amer. Mineralogist 63, 1023–1052

Lugeon, M. (1944): Bull. Soc. vaud. Sci. nat. 62, 328
Mattioli, V. (1979): Minerali Ossolani. Eigenverlag, Milano. 268 S.
Maurizio, R. und Weibel, M. (1982): Mineralienfreund 20, 81–100
Mechel, Ch. de (1795): Itinéraire du St. Gothard, Basel.
Meier, H. (1977): Schweizer Strahler 4, 287–290
Mercolli, I. (1982): SMPM 62, 245–312
Meyer, Joh. B. (1816–1823): Unveröffentlichter Briefwechsel mit Ch. Lardy
Mitchell, L., Faust, G. T., Hendricks, S. B. and Reynolds, D. S. (1943): Amer. Mineralogist 28
Mullis, J. (1983): Bull. Soc. fribourg. Sci. nat. 72, 5–19
Niggli, P., Koenigsberger, J. und Parker, R. L. (1940): Die Mineralien der Schweizeralpen, Verl. B. Wepf & Co., Basel. 661 S. (2 Bde)
Nissen, H.-U. (1967): SMPM 47, 1140–1145
Nyffeler, M. (1970): Schweizer Strahler 2, 103–106
Nyffeler, M. (1972): Schweizer Strahler 2, 385–388
Oberhänsli, R. (1981): Schweizer Strahler 5, 418–424
Oberholzer, W. (1991): Persönliche Mitteilung
Offermann, E. (1985): Schweizer Strahler 7, S. 42 und 45.
Parker, R. L. (1953): Die Mineralfunde der Schweizer Alpen. Wepf & Co. Verlag, Basel. 311 S.
Passaglia, E. (1969): Rend. Soc. Ital. Mineral. Petrol. 25, 105–106
Preiswerk, H. (1917): Verh. natf. Ges. Basel 28, 165–190
Quervain, F. de (1976): Schweizer Strahler 4, 89–96
Reichen, F. (1972): Schweizer Strahler 2, 428–430
Rost, R., Wannemacher, J. und Grigel, W. (1974): SMPM 54, 353–369
Rüdlinger, G. (1991): Mdl. Mitteilung
Rykart, R. (1971): Schweizer Strahler 2, 166–168
Rykart, R., Imhasly, A. und Scherer, J. (1975): Schweizer Strahler 3, 393–401
Rykart, R., Frei, W. und Würsch, D. (1983): Schweizer Strahler 6, 307–311
Saussure, H. B. de (1792): Voyage dans les Alpes, tome 4, paragr. 1923
Schmalz, K. L. (1985): Jb. Thuner- und Brienzersee, 48–82
Schüpbach, Th. (1989): Schweizer Strahler 8, 353–365
Seemann, R. (1990): Mitt. österr. Mineral. Ges. 135, 80–81
Simonetti, A. (1973): Schweizer Strahler 3, 75–78
Sinkankas, J. (1976): Gemstones of North America Vol. II. Van Nostrand Reinhold Co., New York. 494 S.
Soom, M., Armbruster, Th. and Stalder, H. A. (1988): SMPM 68, 141–155
Speca, B. (1987): Schweizer Strahler 7, 517–522
Spezia, G. (1904): Atti Accad. Sci. Torino 39, 521–532
Stalder, H. A. (1967): Schweizer Strahler 1, 14.
Stalder, H. A., de Quervain, F., Niggli, E. und Graeser, S. (1973): Die Mineralfunde der Schweiz. Neubearbeitung von R. L. Parker (1953). Wepf & Co. Verl., Basel. 433 S.
Stalder, H. A., Embrey, P., Graeser, S. und Nowacki, W. (1978): Die Mineralien des Binntales. Naturhist. Museum Bern. 143 S.
Stalder, H. A. und Rykart, R. (1980): Schweizer Strahler 5, 320–327
Stalder, H. A. (1984): Jb. Naturhist. Museum Bern 8, 151–162
Stalder, H. A. (1984): Magma 5/84, 32–33
Stapff, F. M. (1893): Z. prakt. Geol. Berlin, Heft 5, 182–186
Staub, R. (1916): Beitr. geol. Karte Schweiz NF 46, I. Abt., 41 S.
Staub, R. (1923): SMPM 4, 364–367
Studer, B. (1855): N. Jb. Mineral. Geogn. Geol. Petrefaktenkd., 179–187
Taddei, C. (1937): Dalle Alpi Lepontine al Ceneri. Bellinzona
Taddei, C. (1938): SMPM 18, 437–440

Taddei, C. (1940): SMPM 20, 247–252
Theobald, G. (1858): Jber. natf. Ges. Graub. NF 3
Toroni, A. (1987): Schweizer Strahler 7, 419–420
Trommsdorff, V. (1966): SMPM 46, 431–460
Wanger, A. (1833): N. Jb. Mineral. Geogn. Geol. Petrefaktenkd. S. 189 und 546–547
Webster, R.; revised by Anderson, B. W. (1983): Gems. Their Sources, Descriptions and Identification. Fourth Edition. Butterworths. 1006 S.
Weibel, M. (1957): SMPM 37, 545–553
Weibel, M. und Meyer, F. (1957): SMPM 37, 153–158
Weibel, M. (1957): Heidelberger Beitr. Mineral. Petrogr. 5, 373–378
Weibel, M. (1961): SMPM 41, 8–11
Weibel, M. (1964): SMPM 44, 489–498
Weibel, M. (1990): Mineralienfreund 28, 41–49
Wenk, E. (1969): Fortschr. Mineral. 47, 34–51
White, J. S. (1990 und 1991): Persönliche Mitteilungen
Yamaguchi, Y., Akai, J. and Tomita, K. (1978): Contrib. Mineral. Petrol. 66, 263–270
Zepharovich, V. von (1864): Sitzber. Akad. Wiss. Wien 49, 79

Pierres précieuses et d'ornement de Suisse

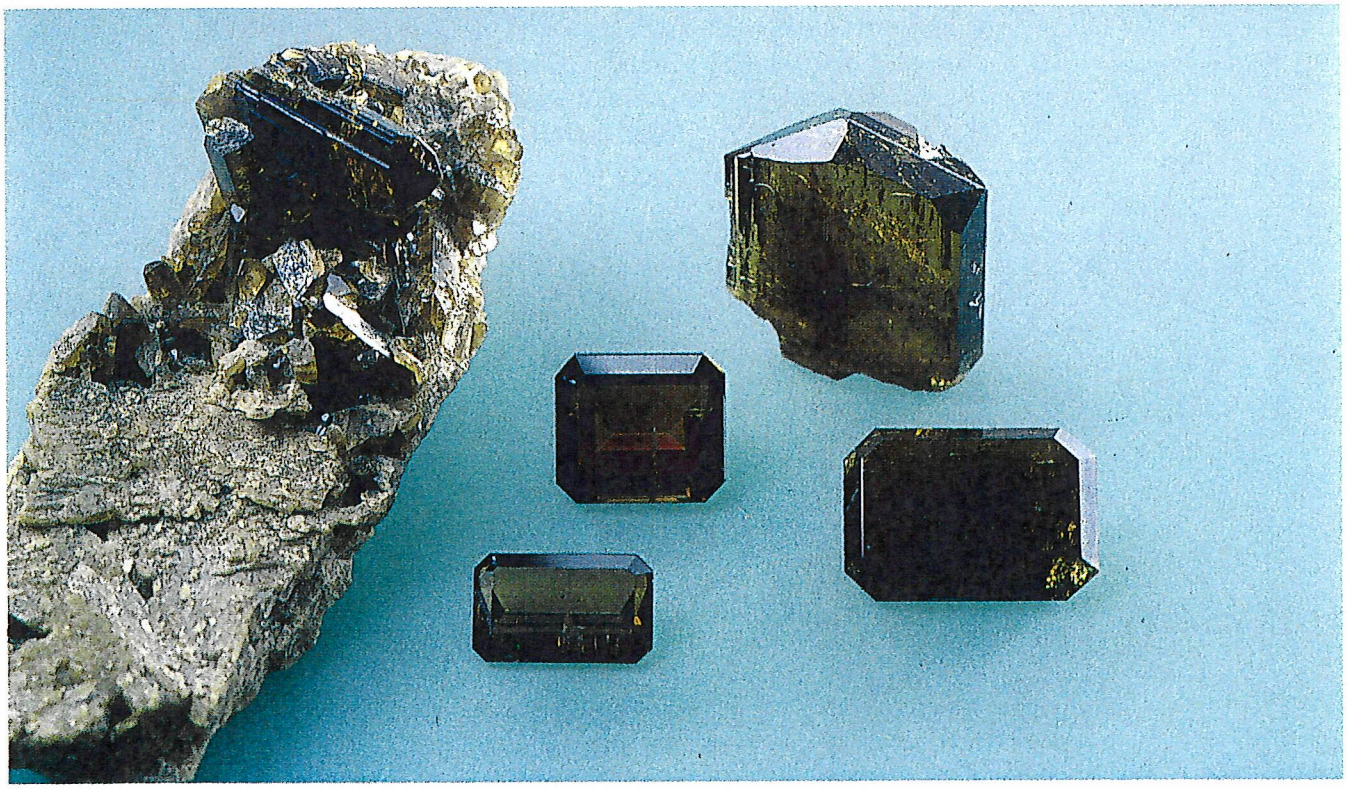
H. A. Stalder, Musée d'histoire naturelle, Berne, en collaboration avec P. Vollenweider, MHNB (photos couleurs), M. Hügi, Institut minéral. et pétrogr., Berne (chimie minérale, photos couleurs) et E. Offermann, Arlesheim (dessins de cristaux)

Traduction:
Ch. Issenmann
25, av. Reymondin
1009 Pully

Introduction

Entendons-nous bien: il ne s'agit pas d'inciter qui que ce soit à façonner de beaux minéraux cristallisés en pierres d'ornement. Des cristaux parfaits et des groupes de minéraux sont des chefs-d'œuvre de la nature qui n'ont besoin d'aucune modification. Si, en revanche, on dispose d'éclats de cristaux ou de pièces endommagées ou encore profondément encroûtées, une taille peut se justifier pour autant que la pierre possède des propriétés optiques extraordinaires. Il faut entendre par là d'abord une bonne transparence et une belle couleur. De plus, les pierres précieuses possèdent une grande dureté.

Mis à part les riches gisements de cristal de roche et de quartz enfumé, la Suisse n'offre pas de gîtes de pierres précieuses ou d'ornement de renommée internationale. Et pourtant des minéraux trouvés dans les Alpes suisses et quelques régions limitrophes ont été au cours des temps façonnés à maintes reprises. En faire le rappel est le propos du présent travail. Il se limite dans un premier temps à des minéraux transparents, voire translucides, qui peuvent être facettés. Pour l'instant toute la famille des quartz est laissée de côté, elle sera traitée plus tard dans toute sa variété. Une troisième partie présentera des minéraux opaques, façonnables, tels que néphrite, rhodonite, lazulite.



Oben: Hellgrüner, fazettierter Fluorit (3.46 ct) auf leicht korrodierter Fluorit-Würfeloberfläche, beide Oltscheren Alp, Brienz BE. Foto P. V.; Coll. NMBE.

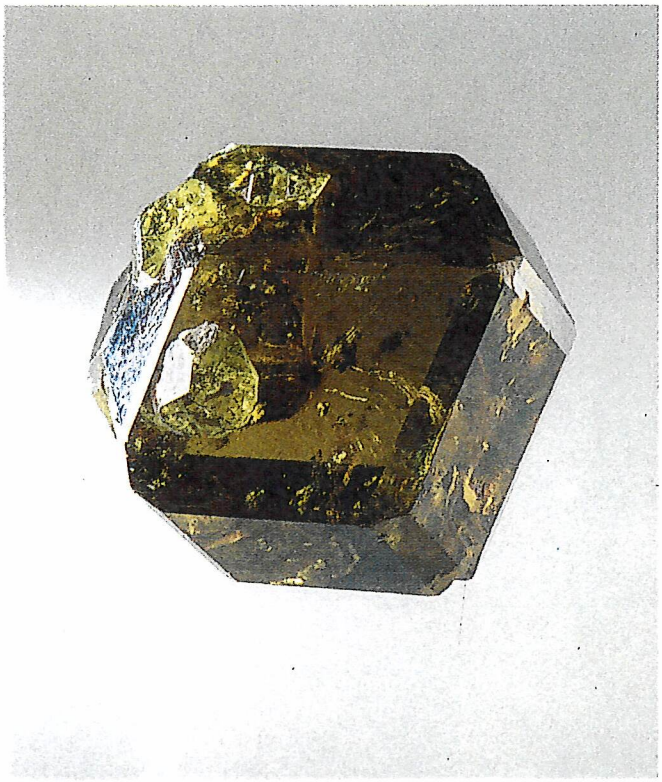
Unten: Epidot – natürliche Kristalle und fazettierte Steine (2.3 bis 7.7 ct), Pollux, Zermatt VS. Foto P. V.; Coll. NMBE.

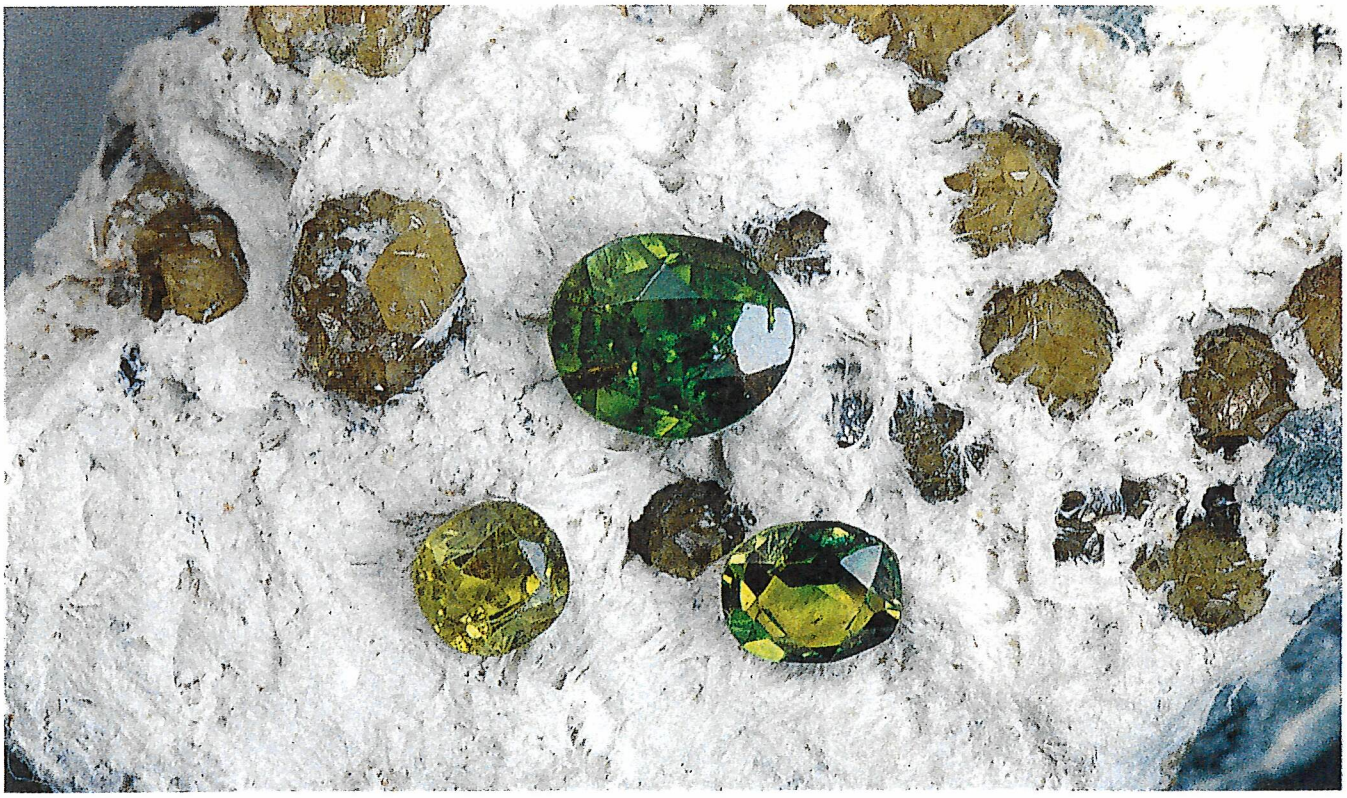
Haut: Fluorine vert clair, facettée (3.46 ct) sur cube de fluorine légèrement corrodé, tous deux de Oltscheren Alp, Brienz BE. Photo P. V.; coll. MHNB.

Bas: Epidote, cristal naturel et pierres facettées (2.3 à 7.7 ct), Pollux, Zermatt VS. Photo P. V.; coll. MHNB.

Tafel 10

Planche 10



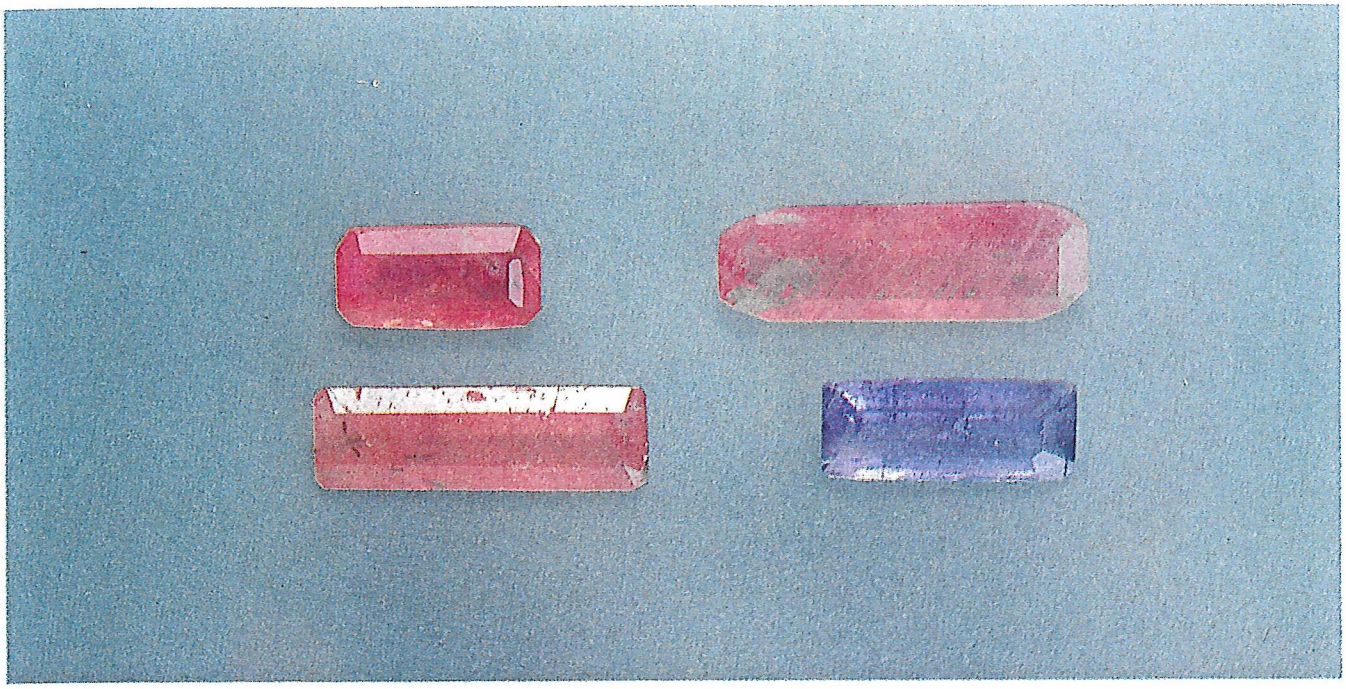


Oben links: Grosser Demantoidkristall (Rhombendodekaeder, Ikositetraeder), Val Malenco, Italien. Kantenlänge 12 mm. Foto M. Hügi; Coll. NMBE.
Oben rechts: Cr-reicher Demantoidkristall, Durchmesser ca. 2 mm, Val Malenco, Italien. Foto M. Hügi; Coll. Th. Hügi.

Unten: Fazettierte Demantoide (0.43 bis 1.0 ct) auf Demantoidstufe mit Chrysotilasbest, Val Malenco, Italien. Foto P. V.; Coll. NMBE.

Haut, gauche: Grand cristal de démantoïde (rhombododécadoèdre, ikositetraèdre), Val Malenco, I. Arète 12 mm. Photo M. Hügi, coll. MHNB.
Haut, droite: Cristal de démantoïde riche en Cr, diamètre env. 2 mm, Val Malenco, I. Photo M. Hügi ; coll. Th. Hügi.

Bas: démantoïdes facettées (0.43 à 1.0 ct), sur groupe de démantoïdes avec asbeste de chrysotile, V. Malenco I. Photo P. V.; coll. MHNB.



Oben: Fazettierte Korunde: Rubin und Saphir (0.07 bis 0.16 ct) aus dem Val Traversagna GR. Rubin oben rechts mit polysynthetischer Verzwillingung. Foto P. V.; Coll. J. Krauer und NMBE.

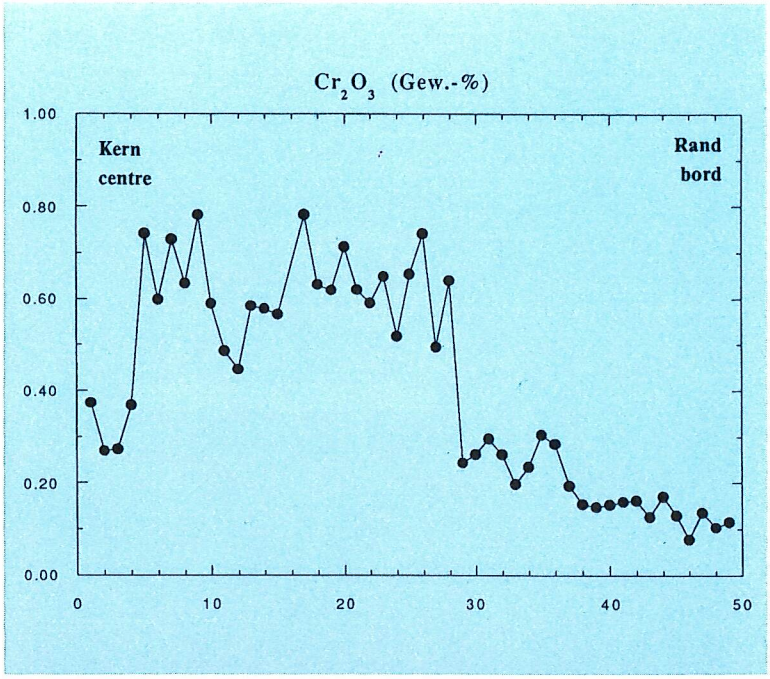
Unten: Rubin mit Wachstumszonierung in Amphibolit. Bildbreite 3.5 cm. Val Traversagna GR. Foto Std.; Coll. J. Krauer.

Haut: Corindons facettés: rubis et saphir (0.07 à 0.16 ct) du Val Traversagna GR. Rubis haut/dr. avec macle polysynthétique. Photo P. V.; coll. J. Krauer et MHNB.

Bas: Rubis avec zonage de croissance dans amphibolite (larg. image 3.5 cm). Val Traversagna GR. Photo Std.; coll. J. Krauer.

Tafel 12

Planche 12

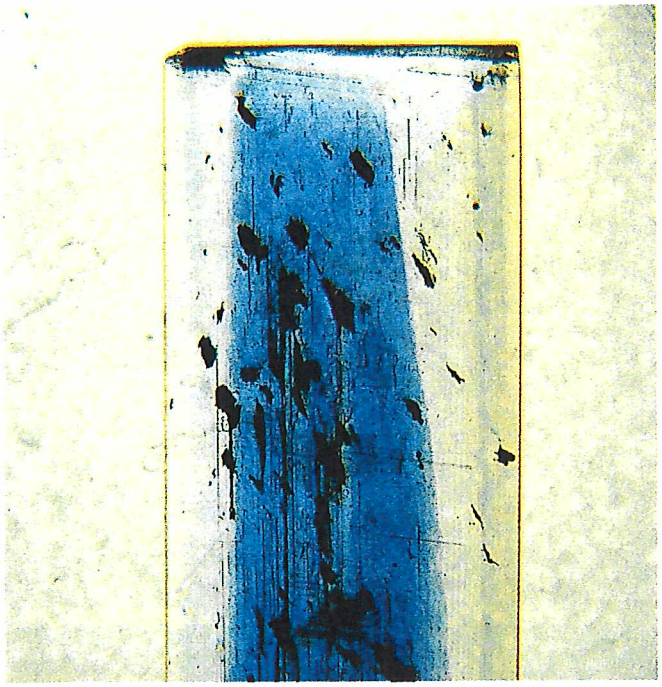


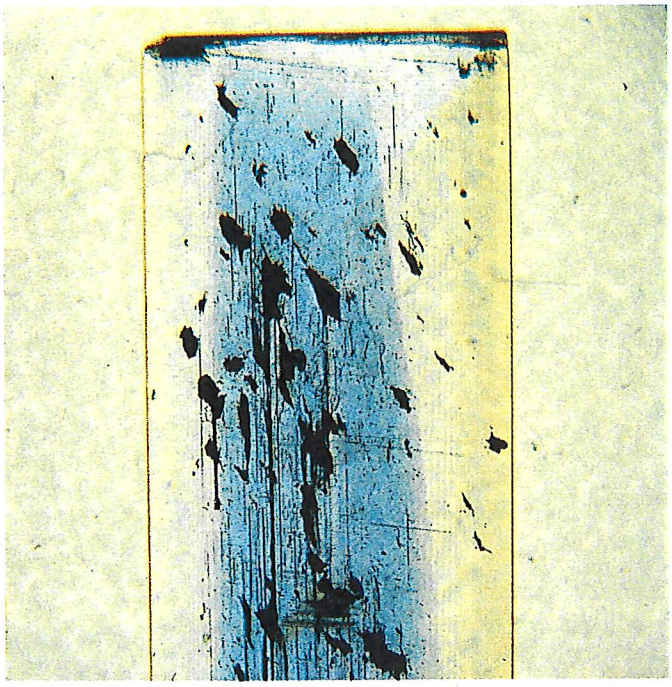
Oben links: Rubin-Cabochon (4.15 ct), Val Traversagna GR. Foto M. Weibel; Coll. J. Krauer. Aus «Mineralienfreund» 28/3, 1990.
Oben rechts: Cr_2O_3-Gehalt eines zonierten Rubinkristalls aus dem Val Traversagna, EMS-Analyse, Analytiker M. Hügi.

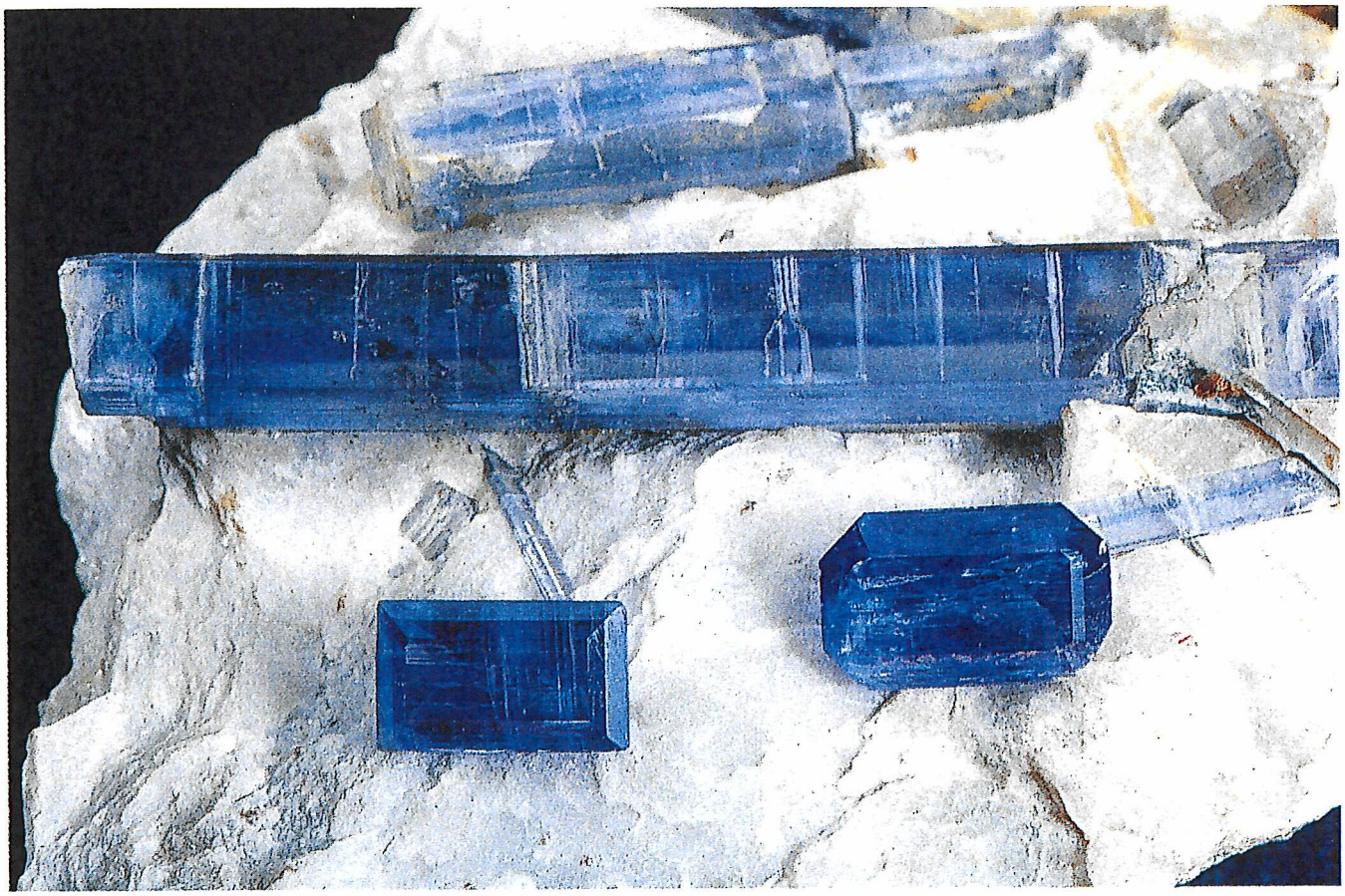
Unten: Rubin, Val Traversagna: Polierte Platte und Anhänger (mit Brillanten). Bildbreite 7 cm. Foto Std.; Coll. J. Krauer.

Haut, gauche: Cabochon de rubis (4.15 ct), Val Taversagna GR. Photo M. Weibel; coll. J. Krauer. «Mineralienfreund» 28/3, 1990.
Haut, droite: Teneur en Cr_2O_3 d'un cristal de rubis zoné du Val Traversagna. Diagramme microsonde électronique, M. Hügi.

Bas: Rubis, Val Traversagna: plaque polie et pendentif avec brillants. Photo Std.; coll. J. Krauer.







Oben: Kyanit (5 mm breit), fazettiert mit zonierter Färbung, Pyrrhotin-Einschlüsse. Alpe Sponda TI. Pleochroismus: hellblau/dunkelblau. Foto M. Hügi; Coll. NMBE.

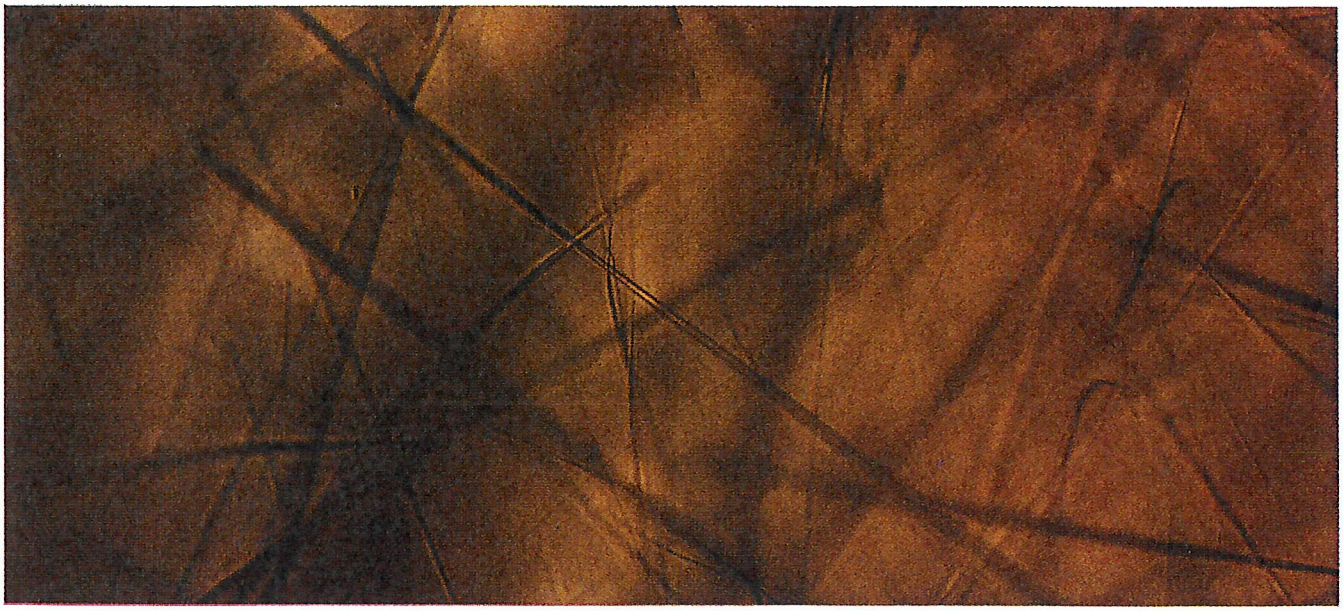
Unten: Fazettierte Kyanite (3.9 und 4.8 ct) auf Kyanit-Stufe. Alpe Sponda, Leventina TI. Foto P. V.; Coll. Ed. Gübelin / NMBE.

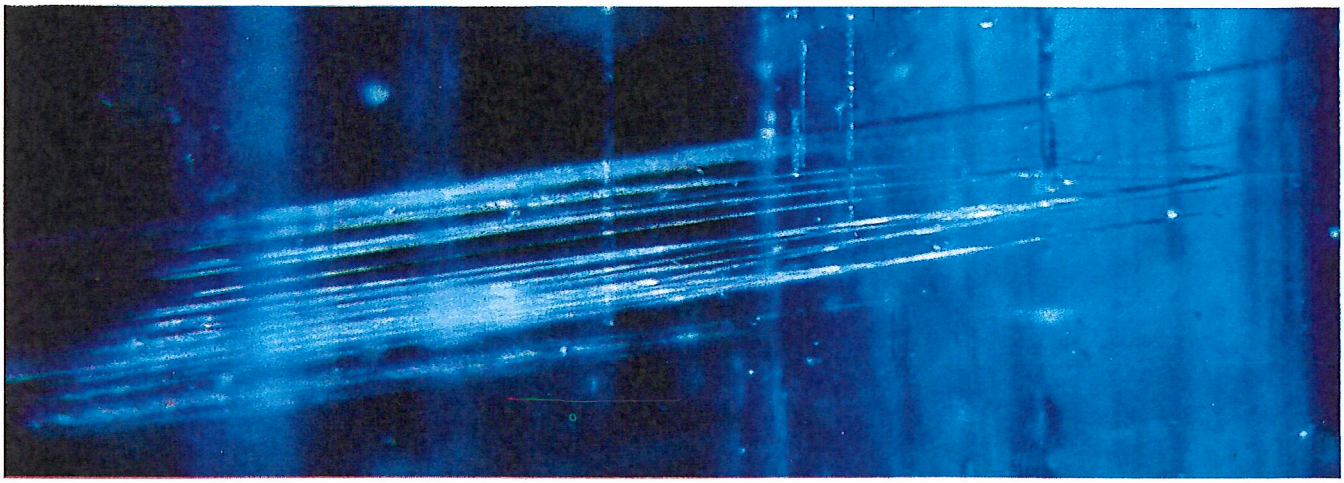
Haut: Disthène (largeur 5 mm) facetté avec coloration zonée, inclusions de pyrrhotine. Alpe Sponda TI. Pléochroïsme: bleu clair/bleu foncé. Photo M. Hügi; coll. MHNB.

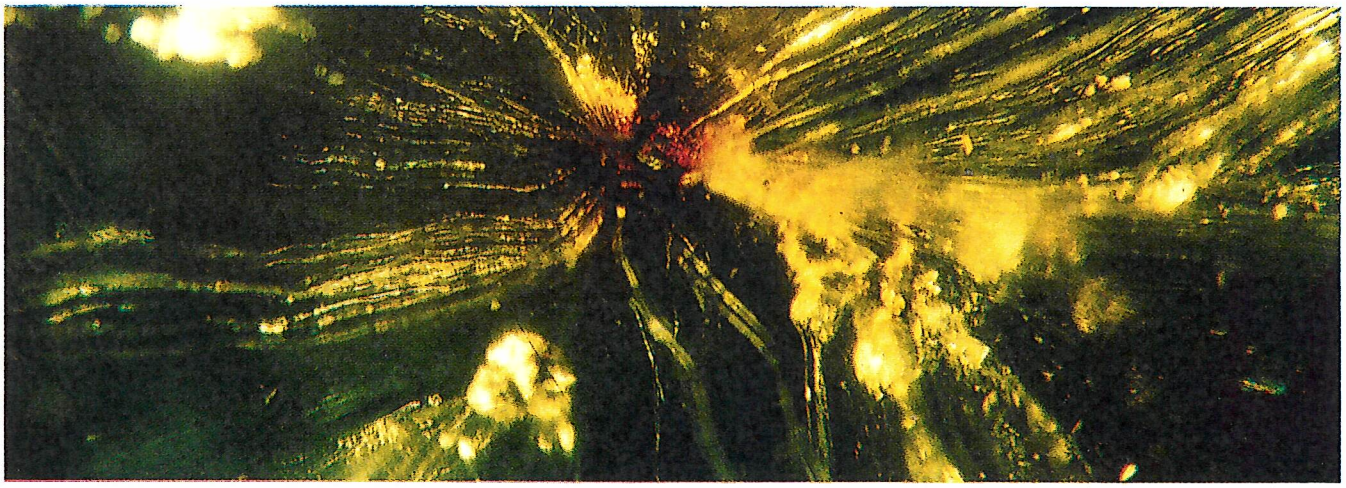
Bas: Disthènes facettés (3.9 et 4.8 ct) sur groupe de disthènes, Alpe Sponda, Léventine TI. Photo P. V.; coll. Ed. Gübelin / MHNB.

Tafel 14

Planche 14

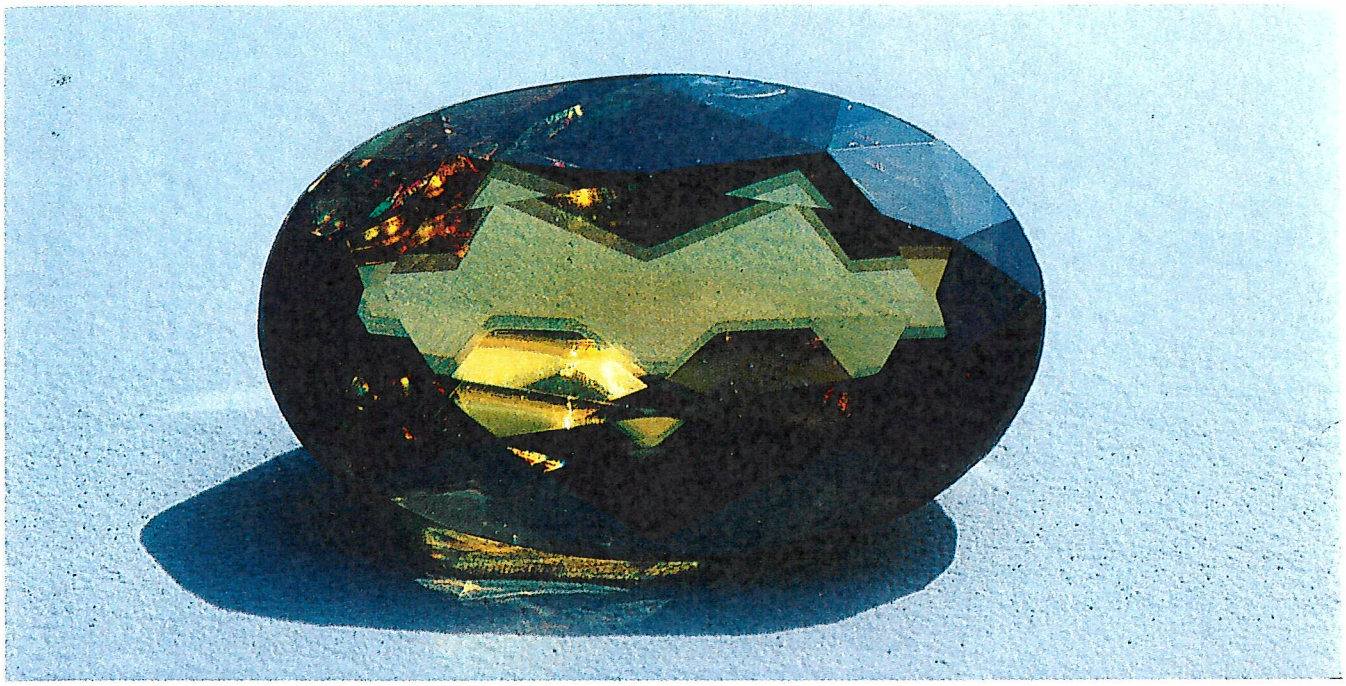


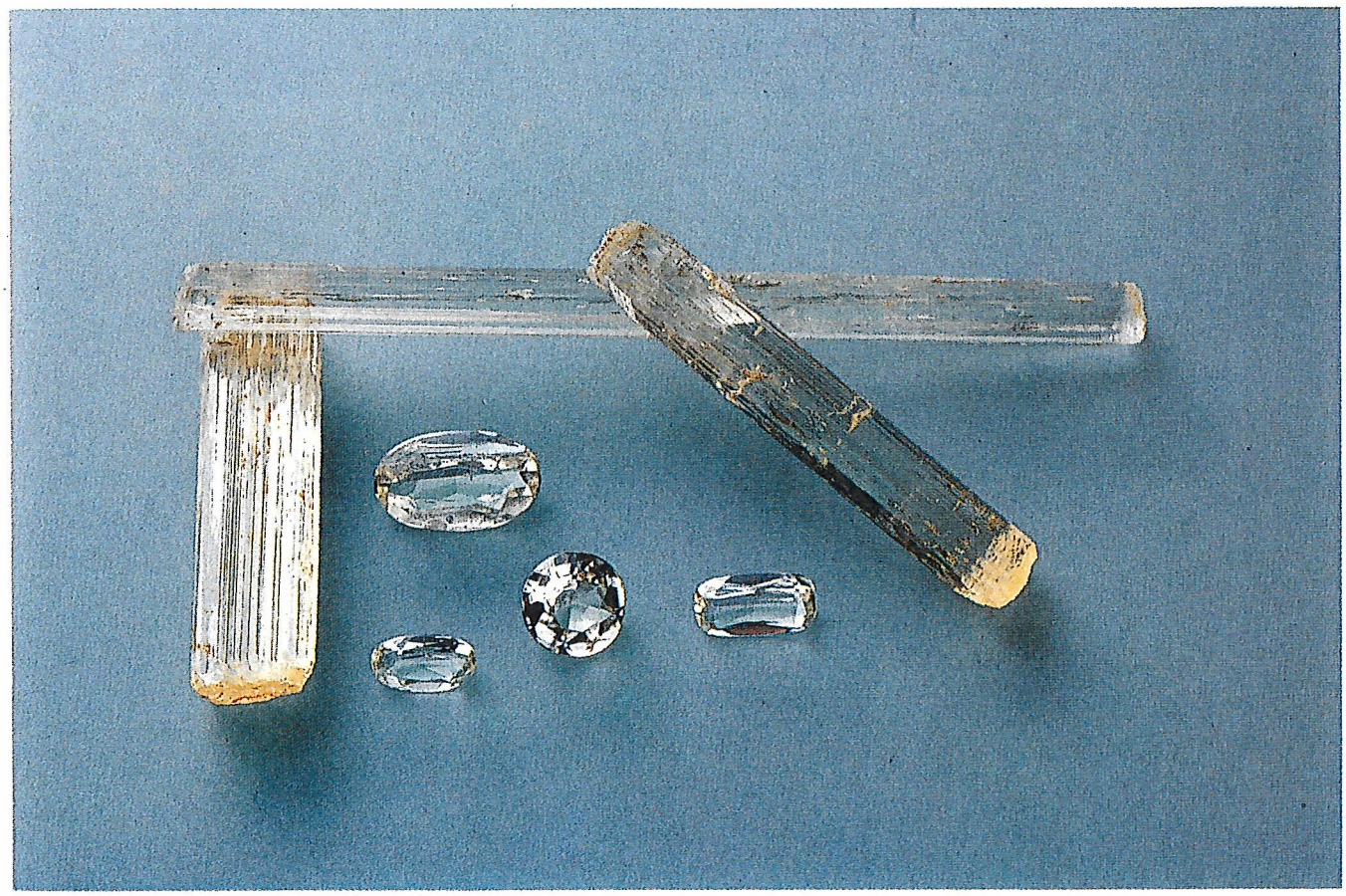




Oben: Axinit mit Aktinolitheinschlüssen (Bildbreite 1 mm). Catogne bei Sembrancher VS. Foto Std.; Coll. NMBE.
Mitte: Sillimanit (?) – Einschlüsse in Kyanit (Bildbreite 1.8 mm). Alpe Sponda, Leventina TI. Foto M. Hügi; Coll. NMBE.
Unten: «Asbest»-Einschluss in Demantoid vom Val Malenco, Italien (Bildbreite 5 mm). Foto M. Hügi; Coll. NMBE.

Haut: Axinite avec inclusions d'actinote (larg. de l'image 1 mm). Catogne sur Sembrancher VS. Photo Std.; coll. MHNB.
Centre: Inclusion de sillimanite (?) dans disthène (larg. image 1.8 mm). Alpe Sponda TI. Photo M. Hügi; coll. MHNB.
Bas: Inclusion d'«asbeste» dans démantoïde du Val Malenco Italie (larg. image 5 mm). Photo M. Hügi; coll. MHNB.





Oben: Titanit, fazettiert (1.75 ct) mit starker Doppelbrechung (beachte doppelte hintere Fazettenkanten) und hoher Dispersion (Farbreflexe). Naret-Pass TI. Foto M. Weibel; Coll. NMBE. Aus «Mineralienfreund» 28/3, 1990.

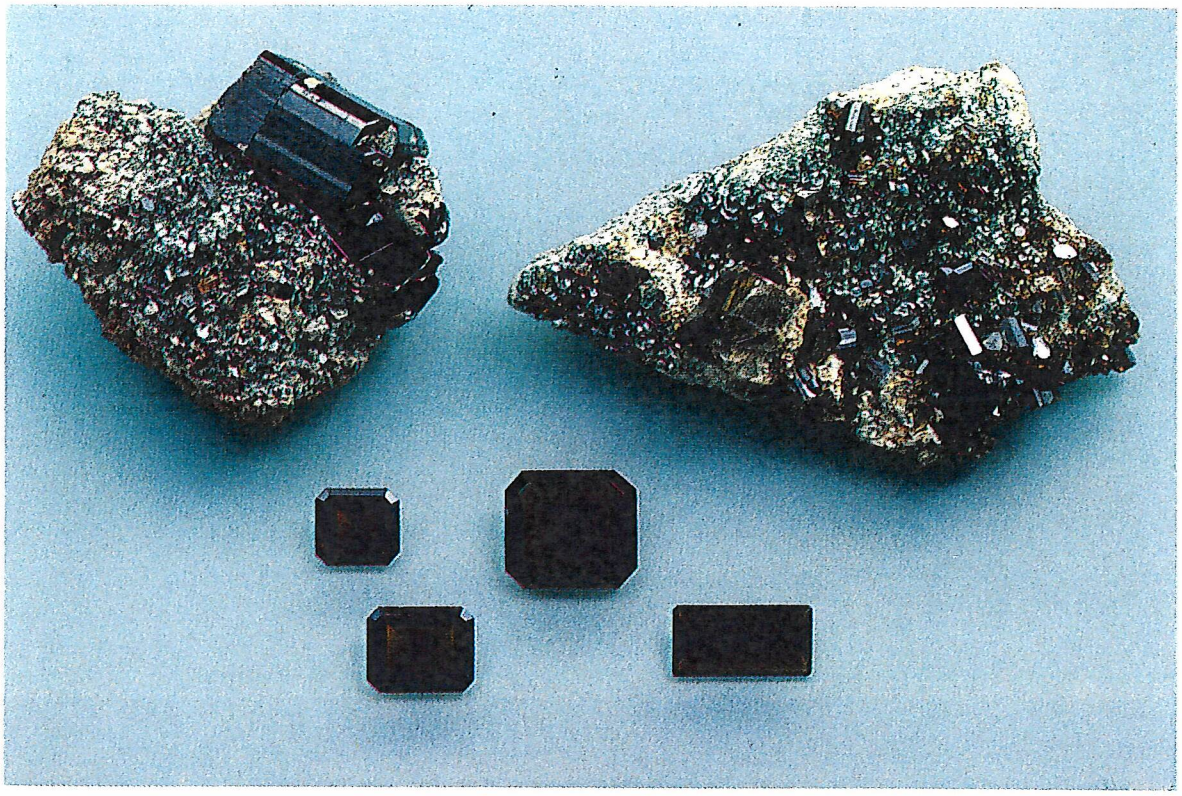
Unten: Skapolith, Kristalle und fazettierte Steine (0.5 bis 1.9 ct). Lago Tremorgio TI. Foto P. V.; NMBE.

Haut: Titanite facettée (1.75 ct) avec forte double réfringence (v. le doublement de l'arête arrière de la facette) et haute dispersion (reflet de couleurs). Passo Narèt TI. Photo M. Weibel; coll. MHNB. «Mineralienfreund» 28/3, 1990.

Bas: Scapolite, cristaux et pierres facettées (0.5 à 1.9 ct). Lago Tremorgio TI. Photo P. V.; coll. MHNB.

Tafel 16

Planche 16



Oben: Vesuvian, fazettiert (0.78 bis 2.84 ct) mit Vesuvian-Stufen. Pollux, Zermatt VS. Foto P. V.; Coll. NMBE.

Unten: Fazettierte Turmaline (0.2 bis 0.88 ct) auf Dolomit mit eingewachsenem Turmalin. Vanit, Campolungo TI. Foto P. V.; Coll. Ed. Gübelin / NMBE.

Haut: Vésuvianites facettées (0.78 à 2.84 ct) avec groupe de vésuvianites. Pollux, Zermatt VS. Photo P. V.; coll. MHNB.

Bas: Tourmalines facettées (0.2 à 0.88 ct) sur dolomie avec tourmaline implantée. Vanit, Campolungo TI. Photo P. V.; coll. Ed. Gübelin / MHNB.