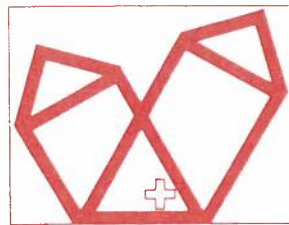


Schweizer Strahler **Le Cristallier Suisse** **Il Chavacristallas Svizzer** **Il Cercatore Svizzero di Minerali**



Vol. 9 Nr. 10 Mai 1993



Schweizer Strahler

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

Le Cristallier Suisse

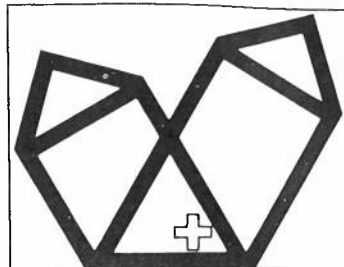
Périodique suisse des amateurs de minéralogie et bulletin officiel de l'association suisse des cristalliers et collectionneurs de minéraux ASCM

Il Chavacristallas Svizzer

Periodica svizra ed organ uffizial da l'Associazion svizra da chavacristallas e collectaders da Minerals ASCM

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:

Paul Hottinger, Rüdeweg 13
3067 Boll, Tel. 031-839 21 58

Informationsteil / Partie information:

Frau B. Elsasser, Postfach 101
3608 Thun, Tel. 033-36 49 96

Redaktionskommission: Dr. R. Martin, Frau B. Elsasser, P. Hottinger

Wissenschaftliche Mitarbeiter / Collaborateurs scientifiques:

Mme Dr D. Decrouez, Muséum d'Histoire naturelle, 1211 Genève (*Paläont.*)
Dr J. Deferne, Muséum d'Histoire naturelle, 1211 Genève
Dr. B. Hofmann, Naturhistorisches Museum, 3005 Bern
M. N. Meisser, Musée de géologie, UNIL-BFSH2, 1015 Lausanne
Prof. Dr. E. Niggli, Hangweg 96, 3097 Liebefeld (em.)
Prof. Dr. W. Oberholzer, Institut für Kristallographie ETH, 8092 Zürich (em.)
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 101, 3608 Thun, Tel. 033-36 49 96
(Montag bis Freitag 9-11 Uhr)

Materialbestellungen / Commande 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 Berner Kantonalbank, 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, 3864 Guttannen, Tel. 036-73 12 47
Zentralsekretär: Paul Hottinger, Rüdeweg 13, 3067 Boll, Tel. 031-839 21 58

Nr. 10

Mai / mai 1993

Vol. 9

27. Jahrgang / 27^e année

Abonnement Fr. 45.-
Ausland / étranger Fr. 53.-
Einzelheft / 1 No Fr. 11.50

Inserate / annonces:

1/1 Seite/page Fr. 510.-
1/2 Seite/page Fr. 285.-
1/4 Seite/page Fr. 175.-
1/8 Seite/page Fr. 95.-

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung der Redaktion gestattet.

Reproduction interdite sans le consentement de la rédaction.

Titelseite / Couverture:

*Spessartin (gelb) in Kiesel-schiefer (Radiolarit), Furt-schellas, Engadin GR.
Wahre Bildbreite:
9.5 cm*

*Spessartite (jaune) dans schiste siliceux (radiolarite), Furt-schellas, Engadine GR.
Largeur réelle d'image:
9.5 cm*

*Photo: P. Vollenweider, Bern
Coll. NMBE/MHNB*

In diesem Heft / Dans le présent numéro:

Edel- und Schmucksteine aus der Schweiz III:

H. A. Stalder, P. Vollenweider, M. Hügi 473

Pierres précieuses et d'ornement III:

H. A. Stalder, P. Vollenweider, M. Hügi 500

Edel- und Schmucksteine aus der Schweiz

Teil 3: Undurchsichtige Mineralien

Von H. A. Stalder, Naturhistorisches Museum Bern, unter Mitarbeit von P. Vollenweider, Naturhistorisches Museum Bern (Farbbilder), und M. Hügi, SSEF Zürich (Kapitel Fuchsit)

Einleitung

Unter den edlen Steinen spielen neben den bekannten durchsichtigen auch einige undurchsichtige (resp. nur durchscheinende) eine nicht zu unterschätzende Rolle. Kaum vorstellbar wäre z. B. die chinesische Kultur ohne die Jade. Chinesische Steinschleifer haben schon vor Jahrtausenden, mit einem ausgeprägten Sinn für Formvollendung und einem erstaunlich hoch entwickelten Handwerkskönnen, den eher unscheinbaren Rohstein zum Kunstwerk gewandelt. Dabei wurde diesem dann oft eine kultische Bedeutung zuerkannt. In Europa hat kein undurchsichtiger Stein eine ähnliche Bedeutung erlangt wie die Jade in China. Zwar ist auch bei uns Jade schon vor Jahrtausenden verarbeitet worden, doch nicht zu Kunstwerken, sondern zu Werkzeugen und Waffen. Darauf wird später ausführlicher eingegangen. Die Auswahl der vorzustellenden Mineralarten ist im übrigen recht problematisch und subjektiv. Immerhin sei festgehalten, dass jeder Bearbeiter dieser Materie mindestens vier Mineralarten berücksichtigen müsste, nämlich Jade, Lazulith, Rhodonit und Vesuvian.

Eine Abgrenzung der Schmucksteine von den Dekorationssteinen ist zum Teil schwierig, oft eine Ermessensfrage. Die hier vorgestellten Arten sind relativ hart, auf alle Fälle härter als etwa Marmor (Calcit) oder Alabaster (Gips). Sie sind in dünnen Platten meist deutlich durchscheinend. Es handelt sich nicht um homogene Kristalle, sondern entweder um feinkristalline monomineralische Gesteine oder um Gesteine, die eine seltene, auffällig farbig gefärbte Mineralkomponente auszeichnet. In den letzten Jahren wurden oft und mit Erfolg auch «gewöhnliche» Gesteine verarbeitet, z. B. Granite, Syenite, Konglomerate oder Hornblendegarbenschiefer. Mit Ausnahme des Allalingabbros (= letztes Kapitel), der schon von den Steinzeitmenschen eine besondere Wertschätzung erfuhr, wird auf Gesteine hier nicht eingegangen.

Auf der ursprünglichen Bearbeitungsliste für die vorliegende Zusammenstellung standen einige Mineralarten, die jetzt z. T. aus den oben angegebenen Gründen nicht berücksichtigt worden sind: Baryt (z. B. von Serpiano TI), «Garnierit» und Magnesit (Clemgiaschlucht bei Schuls GR), Hämatit und Rutil (alpine Zerrklüfte), Serpentin (z. B. «Edelserpentin» von Bivio GR) u. a. m. Schmucksteine, die ausserhalb der Schweiz, aber nahe der Landesgrenze vorkommen, sind in diesem dritten Teil nicht berücksichtigt.

In den Zusammenstellungen der durchsichtigen Mineralien sind zur Charakterisierung der einzelnen Vorkommen kleine Schwarzweiss-Bilder von festen und fluiden Einschlüssen publiziert worden. An Stelle solcher Bilder werden hier möglichst aussagekräftige Dünnschliff-Aufnahmen vorgestellt. Auf idealisierte Kristallzeichnungen ist verzichtet worden, da es

sich bei allen beschriebenen Mineralien um gesteinsbildende Arten handelt, die von Auge kaum Kristallformen erkennen lassen; einzig im Dünnschliff können z. T. scharfkantige Formen beobachtet werden.

Bei der Vorbereitung der vorliegenden Zusammenstellung durfte wiederum die Hilfe verschiedener Personen und Institutionen in Anspruch genommen werden. Nur mit dieser Unterstützung, die ich gesamthaft und bestens verdanken möchte, war es überhaupt möglich, die Arbeit zu einem Abschluss zu bringen:

Dr. Beda Hofmann und Dr. H. Oschidari, NMBE Bern

(röntgenographische Mineralbestimmungen)

Frau Katrin Lüscher, NMBE Bern

(Reinschrift des Manuskripts)

Dr. Jürg Meyer, MPI Bern

(Begutachtung von neolithischen Artefakten)

Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Bern

(Herstellung von Dünnschliffen: J. Megert)

Gottfried Rüdlinger, Chur

(Informationen und Materialbeschaffungen bezüglich Mineralvorkommen im Kanton Graubünden)

Thomas Schüpbach, Nidau

(farbechte Fotos von geschliffenem Vesuvian)

Meine Frau Brigitt Stalder

(sprachliche Durchsicht des Manuskripts)

Auskünfte verschiedener Art erhielt ich zudem von PD Dr. J. Abrecht, Bern; C. Bodenmann, St. Gallen; Prof. Chr. de Capitani, Basel; Jürg Krauer, Oberhittnau; Prof. M. Weibel, Zürich. – Von der Schweizerischen Geotechnischen Kommission (ETH-Zürich) erhielt ich die Erlaubnis, einige Schwarzweiss-Abbildungen aus der Publikations-Reihe der «Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie» zu reproduzieren.

Hinweise

Einige technische Angaben in den Teilen 1 und 2 gelten unverändert auch für den hier vorliegenden Teil 3. Die Dünnschliff-Aufnahmen sind entweder im «normalen» Licht (= parallele Polarisatoren ||) oder im Licht mit gekreuzten Polarisatoren (X) aufgenommen worden. Überall ist die wahre Bildbreite angegeben, oft in μm . Alle abgebildeten Objekte sind Eigentum des Naturhistorischen Museums von Bern.

Andalusit (Taf. 1)

Farbe: rosa, bräunlichrot, gelbgrün

Glanz: Glasglanz

Härte: $7\frac{1}{2}$

Dichte: 3.12–3.18

Spaltbarkeit: unvollkommen

Bruch: uneben, spröde

Kristallsystem: orthorhombisch (pseudotetragonal)

Kristalle: dicksäulig; meist derb

Chemische Zusammensetzung: $\text{Al}_2[\text{O}/\text{SiO}_4]$. Polymorphe Mineralien sind Kyanit und Sillimanit.

Optik: anisotrop, zweiachsig-negativ

n_α = um 1.64

Δ = ca. –0.01

Pleochroismus: stark

Fluoreszenz: in kurzwelligem uv-Licht leicht graugelb

Grössere durchsichtige Andalusitkristalle sind überaus selten. Sie werden vor allem in Sri Lanka und Brasilien gefunden. Fazettierte Steine zeigen ein schönes Farbenspiel von olivgrün zu rotbraun, das durch den starken Pleochroismus hervorgerufen wird. Eine Varietät von Andalusit sind die Chiasolithen oder Kreuzsteine: Kristalle mit kreuzweise eingelagerten dunklen Tonpartikeln. Naturgemäss sind solche Kristalle nicht durchsichtig, sondern nur durchscheinend. Sie werden etwa zu Cabochons verarbeitet. Fundstellen derartiger Andalusite sind weltweit verbreitet.

In der Schweiz werden im wesentlichen nur in zwei Regionen Andalusite gefunden:

1. Grosse Kristalle stammen aus altkristallinen Gesteinen der Silvretta-decke (Region Scaletapass-Flüelapass GR; Streckeisen 1928). Die bis 20 cm langen Andalusite sind blassviolettrot, auch grünlich bis gelblich-braun, nie weisen sie eine Chiasolithzeichnung auf. Die Beschaffenheit ist derart, dass sie nicht verarbeitet werden.
2. Zur Zeit der alpinen Regionalmetamorphose wurden in Gebieten relativ hoher Temperatur Andalusite gebildet, die heute im Tessin (nördlich der Insubrischen Linie) und im Misox gefunden werden. Diese Andalusite sind normalerweise rosa, von derber Ausbildung, mit Quarz und Kyanit verwachsen, wobei die drei Mineralien kleinere und grössere Knauern bilden. Besonders schöne Vorkommen sind vom mittleren Val Calanca und Misox, beide GR, bekannt (Klein 1976). Die Andalusite besitzen zwar eine schöne Farbe, sie sind aber von sehr unregelmässiger Form, von vielen Rissen durchzogen und durchscheinend nur in kleinen Bereichen. J. Krauer hat einige dieser Andalusite zu Cabochons verarbeitet, die ansprechend aussehen. Schön sind geschliffene Platten mit rosa Andalusit, blauem Kyanit und weissem Quarz.

Fuchsit

Farbe: gras- bis smaragdgrün

Härte: 2 (bis 4, je nach Richtung)

Dichte: ca. 2.85

Spaltbarkeit: höchst vollkommen, blätterig

Kristallsystem: monoklin

Kristalle: sechseckige Blätter, dichte feinkristalline Aggregate

Chemische Zusammensetzung: $\text{KAl}_2(\text{OH},\text{F})_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}]$, chromhaltig, bis zu 6 Gew.-% Cr_2O_3 , Cr ist verantwortlich für die Farbgebung.

Optik: anisotrop – zweiachsig negativ

n um 1.58

mittelgrosse Doppelbrechung

Fuchsit ist keine selbständige Mineralart, sondern eine Varietät, d. h. ein chromhaltiger Muskovit. In der Gemmologie kennt man zwei fuchsit-führende Steine, die einen speziellen Namen erhalten haben: 1. Aventurin = Quarz mit feinkristallinen Einschlüssen von Fuchsit. Aventurin von Grönland wird neuerdings Grönlandit genannt. Grössere Lagerstätten gibt es in Indien, Brasilien und Russland. 2. Verdit = dichtes, feinkristallines, monomineralisches Fuchsitgestein. Wegen seiner geringen Härte wird Verdit oft zu Skulpturen verarbeitet. Die bekanntesten Fundstellen liegen im südlichen Afrika und in Indien, wo Verdit offenbar schon seit nahezu 5000 Jahren zu Kunstgegenständen verarbeitet wird (Webster 1983).

Fuchsit ist aus den Schweizer Alpen von verschiedenen Fundstellen bekannt, vor allem aber von mehreren Orten der Region Zermatt, so z. B. vom Hörnligrat und vom Hühnerknobel (Gnehm 1970). Es sind Orte, die im Bereich von ultramafischen Komplexen liegen, die als Lieferanten für das farbgebende Element Chrom in Frage kommen. Zur Ausarbeitung dieses Textes stand ein Cabochon zur Verfügung, der von einem Rohstein stammt, der von A. Sigrist, Zermatt, in der Nordflanke des Breithorns gewonnen wurde. Die anschliessende Untersuchung mittels Mikroskop und Röntgenanalyse ergab, dass es sich strenggenommen um ein Fuchsit-Quarzgestein mit akzessorischem Pyrit handelt. Der mengenmässig vorherrschende Fuchsit ist dunkelgrün und kommt in rundlichen bis linsenförmigen Aggregaten von wenigen Millimetern Durchmesser vor, die von den weisslichen Quarzadern umgeben sind. Das spezifische Gewicht des 11.76 ct schweren Cabochons ist 2.79; dieser Wert liegt aufgrund des Quarzgehalts etwas unter demjenigen von reinem Fuchsit (2.85). Wegen des grossen Härteunterschieds von Fuchsit und Quarz und wegen der perfekten Spaltbarkeit von Fuchsit lässt sich das Fuchsitgestein vom Breithorn nur schlecht polieren. Trotzdem dürfte es dank seiner attraktiven Farbe und Struktur seinen Platz unter den alpinen Sammlersteinen einnehmen.

Glaukophan (Taf. 1)

Farbe: blau, blauschwarz

Glanz: Glasglanz

Härte: 6

Dichte: 3–3.1

Spaltbarkeit: vollkommen nach dem Prisma (110)

Kristallsystem: monoklin

Auftreten: gesteinsbildend in kristallinen Schiefern, die eine regionale Hochdruckmetamorphose erlitten haben.

Chemische Zusammensetzung: $\text{Na}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$

Chemisch-kristallographische Systematik: Glied der Alkali-Amphibolgruppe und damit Kettensilikat (= Inosilikat)

Optik: anisotrop, zweiachsig-negativ

n_α um 1.61

Δ um -0,022

Glaukophanführende Gesteine nennt man wegen der charakteristischen Farbe der Mineralart Blauschiefer. Nur in Gesteinen, die einst eine Umwandlung bei hohen Drucken und relativ niedrigen Temperaturen erlitten haben, konnte Glaukophan entstehen. Dies konnte sich beim Zusammenstoss zweier Erdkrustenplatten ergeben, und zwar in der Platte, die zum Abtauchen gezwungen, d. h. subduziert wurde. Dort also, wo relativ rasch kalte Gesteine in grosse Erdtiefen gelangten, konnte Glaukophan entstehen. Dies war z. B. zur Zeit der alpinen Gebirgsbildung an der Kollisionsstelle zwischen der afrikanischen und der europäischen Platte der Fall. Teile der abgetauchten europäischen Platte wurden später wieder gehoben und freigelegt. Die wieder aufgetauchten Gesteine markieren heute die Spur der einstigen Kollision. In den Schweizer Alpen sind Gesteine, die zwischen Saas Fee und Zermatt oder im hintern Val de Bagnes liegen, Zeugen dieses Geschehens; es sind die glaukophanführenden Blauschiefer.

Wenn man weiss, wie Glaukophan entstanden ist, erstaunt es nicht, dass dieses Mineral nur dicht im Gestein eingesprengt, d. h. gesteinsbildend vorkommt – und nie in offenen Mineralzerrklüften. Da freistehende, durchsichtige Kristalle nicht bekannt sind, hat die Mineralart bis vor kurzem in der Gemmologie auch keine Beachtung gefunden. Vor etwa 15 Jahren liess A. Reinhardt, Leiter der Mineralien-Abteilung des Schweizer Heimatwerks in Zürich, glaukophanreiche Gesteine zu Cabochons verarbeiten. Es waren Gesteine, die zu 50 bis 80% aus mehr oder weniger parallel angeordneten, flachen Glaukophan-Leisten (bis ca. 3 mm Länge) bestehen (sog. Glaukophanite). Die durchsichtigen Glaukophane verleihen dem polierten Stein einen blauen Schimmer. Das Licht wird im Innern der Kristalle nach vielen Richtungen zurückgeworfen, was den Stein zum Glitzern bringt. In der Vergrösserung stellt man fest, dass die reflektierten Strahlen vielfarbig sind, vor allem blau, violett, rot, seltener auch grün und gelb. Glaukophan wird von verschiedenen andern Mineralien begleitet: Rutil (kleinste rote Körner), Epidot (olivgrün), Hellglimmer, Quarz und mehr oder weniger grüner Omphazit. Die Gesteine wurden so geschliffen, dass die immer vorhandenen Granate nicht im Gesichtsfeld der Cabochonoberfläche erscheinen. Gesammelt wurden die Glaukophanite an der Pfulwe bei Zermatt.

Schon in den 1950er Jahren hat Bearth auf die ungewöhnlich schönen Glaukophan-Gesteine in der Region von Zermatt aufmerksam gemacht (z. B. Bearth 1959). Die Gesteine haben in der Folge das Interesse vieler in- und ausländischer Petrographen gefunden, spielen die Blauschiefer doch eine ganz wesentliche Rolle in der Interpretation der gebirgsbildenden Vorgänge der Region im allgemeinen wie im speziellen. Vor kurzem (Ganguin 1988) sind in einer Dissertation diese Gesteine, die als umgewandelte Basalte einer ozeanischen Kruste interpretiert werden können, in vielen Einzelheiten beschrieben worden.

Jade: Nephrit und Jadeit (Taf. 2 und 4)

Die Bedeutung des Begriffs Nephrit

Rund um das Wort Nephrit gibt es immer wieder Missverständnisse. Es ist deshalb angezeigt, der genauen Bedeutung des Begriffs nachzugehen. Die Wortherleitung ist einfach, Nephrit kommt vom griechischen nephos = Niere und stammt aus einer Zeit, zu der man dem Stein eine magische Heilwirkung zuschrieb. Nephrit ist nicht die Bezeichnung für eine Mineralart, wie man leicht vermuten könnte, sondern für ein monomineralisches Gestein, das entweder aus Tremolit oder aus Aktinolith besteht; beides sind Mineralien der Amphibol-Gruppe. Das allein genügt der Definition aber nicht. Wesentlich ist, dass das Gestein aus dicht «verfilzten» Fasern dieser Mineralien besteht. Nephrit ist zudem und vor allem ein potentieller Schmuckstein, der in China unter dem Namen «Yü» eine ungeheure Bedeutung besass und heute noch besitzt. Der Stein «Yü» heisst weltweit Jade, umfasst aber nicht nur Nephrit, sondern auch Jadeit (siehe unten). Schon vor 4000 Jahren ist Nephrit in China zu kultischen Gegenständen und zu Schmuck verarbeitet worden. Es ist eine Meisterleistung der chinesischen Kultur, schon so früh Mittel und Wege gefunden zu haben, dem harten Stein eine von Menschen gewünschte Form zu geben. Nicht «geschnitzt» wurde die Jade, sondern gesägt, geschliffen, gebohrt und poliert, wobei als Schleifpulver vermutlich nasser Quarz- und/oder Granatsand verwendet wurde.

Nephrit: Tremolit-Aktinolith (Jade)

Farbe: hellgrau bis grüngrau (Tr), grün bis dunkelgrün (Akt)

Glanz: Glasglanz, wenn poliert Fettglanz

Härte: 6½

Dichte: 2.96 (Tr: Scortaseo), 3.03 (Akt: Oberhalbstein) und etwas höher

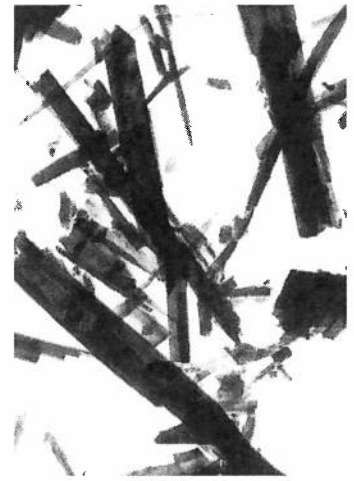
Kristallsystem: monoklin

Auftreten: dichtes Gestein filzig verwachsener Kristall-Fasern. Grössere Nadeln bis 0.5 mm lang, durchschnittliche Dicke = 0.1–0.5 µm (Scortaseo nach Dietrich und de Quervain 1968).

Chemische Zusammensetzung: Mischkristalle von $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ = Tremolit bis $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ = Aktinolith. Je mehr Eisen, desto grüner; ein geringer Chrom-Gehalt verleiht dem Gestein ein leuchtendes Grün.

Chemisch-kristallographische Systematik: Tremolit und Aktinolith sind Glieder der Amphibolgruppe und damit Kettensilikate (= Inosilikate).

Optik: anisotrop, zweiachsig-negativ. Kristallfilz verhindert genaue Lichtbrechungsbestimmungen mit dem Diffraktometer; unsichere Ablesungen für ein mittleres n bei ca. 1.62.



Nephrit-Fasern. Scortaseo. TEM-Aufnahme, 2.2 µm (Dietrich et al. 1968).

Jadeit, das zweite Jade-Mineral

Der grösste Teil der Jade (= Nephrit), den die Chinesen verarbeiteten, stammte aus Ost-Turkestan. Erst nach Mitte des 18. Jahrhunderts gelangten auch aus Burma Jade-Rohsteine nach China. Dieser Stein war etwas härter als die (Nephrit-) Jade aus Turkestan – es war Jadeit. Diese härtere Jade, die z. T. in wunderschönen, bis anhin nicht bekannten Farbnuancen vorkam, erfreute sich in der Folge zunehmender Beliebtheit. Analysiert und als Mineralart beschrieben wurde Jadeit allerdings erst 1863 von A. Damour in Paris. Als zweiter publizierte L. R. von Fellenberg (1865) eine Jadeit-Analyse. Es war das Ergebnis einer Untersuchung von Gesteinen, die Steinzeitmenschen an die 5000 Jahre vor heute zu Beilen verschliffen hatten. Die erste Analyse eines Jadeits, der nicht in China verarbeitet worden war, betraf also einen Fund in der Pfahlbausiedlung von Moosseedorf bei Bern.

Jadeit (Jade)

Farbe: weiss, verschiedene Grüntöne, schwarz

Glanz: Glasglanz, wenn poliert Fettglanz

Härte: 7 (deutlich höher als Nephrit)

Dichte: um 3.30 (deutlich höher als Nephrit)

Kristallsystem: monoklin

Auftreten als Jade: dichtes Gestein verwachsener Kristall-

Leisten, körnig bis filzig, z. T. radialstrahlig.

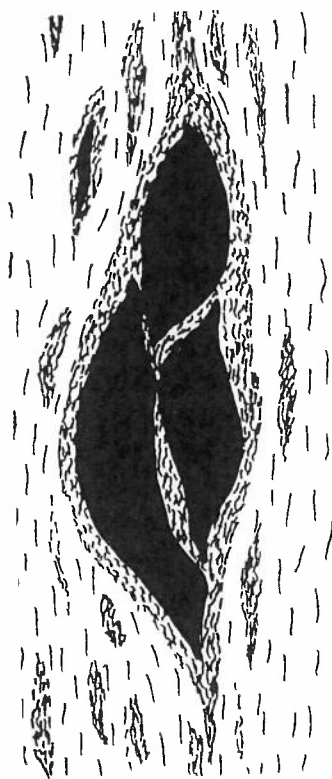
Chemische Zusammensetzung: $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$, Al kann teilweise durch dreiwertiges Eisen oder Chrom ersetzt sein, Na durch Calcium.

Chemisch-kristallographische Systematik: Jadeit ist ein Glied der Pyroxengruppe und damit ein Kettensilikat (= Inosilikat).

Optik: anisotrop, zweiachsig-positiv. Mit dem Refraktometer ist nur eine undeutliche Schattenkante für n bei ca. 1.66 zu bestimmen.

Neolithische Werkzeuge

Der Winter 1853/54 zeichnete sich aus durch eine ausserordentliche Trockenheit und grosse Kälte. Der Wasserspiegel vieler Seen im schweizeri-



Nephrit (schwarz),
Talk-Chlorit, Serpen-
tinit (aussen). Cuolms, GR.
33 cm (Dietrich et al.
1968).

schen Mittelland sank so tief, dass viel ufernäher Seeboden trockengelegt wurde, den noch niemand gesehen hatte. Mit staunendem Interesse entdeckten dabei die Seeanwohner an verschiedenen Stellen grössere von Pfählen besetzte Areale – es waren die Überreste von Pfahlbausiedlungen. Ein emotionaler Höhepunkt der Urgeschichtsforschung brach an: das unwirtliche Klima hatte die Grundlage geschaffen für das Studium der Jungsteinzeit (Neolithikum), d. h. einer Kulturepoche, die an die 5000 Jahre vor der unsern liegt (Osterwalder 1977). Das reiche Fundgut, das zwischen und neben den Pfählen geborgen werden konnte, enthielt auch Gegenstände aus Stein: Klingen, Meissel und Beile. Die Steinbeile bestanden zu einem grossen Teil aus Serpentin, schwarzen dichten Kiesel-schiefern (= Aphanit) und Gabbro, die schönsten und härtesten aber aus Jade, d. h. aus Nephrit oder Jadeit.

Die ersten genauen Bestimmungen gehen (siehe oben) auf L. R. von Fellenberg (1865) zurück, der 5 Steinbeile analysierte – 3 von Meilen ZH aus dem Zürichsee, eines von Moosseedorf BE aus dem Moossee und eines von Concise VD aus dem Neuenburgersee. Vier «Steinbeile» ergaben die Zusammensetzung von aktinolithischem Nephrit – der «Steinkeil» vom Moossee aber von Jadeit. Während der ersten Juragewässerkorrektion (1868–1891) wurden, vor allem am Bielersee, weitere «Jade»-Werkzeuge gefunden (Gesteinsbeschreibungen von Hügi 1945 und 1949), ebenso bei verschiedenen systematischen Grabungen, z. B. im Wauwilermoos LU (Weibel 1988) oder bei Twann BE (Strassenbau am Bielersee, 1974–1976, Willms 1980). Schon bald zeigte es sich, dass in der Ostschweiz der Nephrit, in der Westschweiz aber der Jadeit häufiger gefunden wird. Die Ausbildung der jeweiligen Gesteine ist dabei recht unterschiedlich. Doch beide Arten kommen z. T. in ausgezeichneten Qualitäten vor: schöne homogene Farbe, in dünnen Platten gut durchscheinend, ohne Risse. Bei solchen Beilen ist sicher die Frage erlaubt, ob der edle Werkstoff möglicherweise zu einem Kultgegenstand und nicht zu einem Werkzeug für den Alltagsgebrauch verarbeitet worden ist. Seit der Entdeckung der Nephrit- und Jadeit-Beile stellte sich natürlich das Problem nach der Herkunft des Rohmaterials. Während für die meisten andern steinernen Werkstoffe die eiszeitlichen Moränen als wahrscheinlichste Bezugsquellen in Frage kamen, wurden diese für die Jade-Arbeiten zunächst ausgeschlossen. Nach der Entdeckung vieler Nephrit-Vorkommen im Wallis (Val de Bagnes, Les Haudères und Moiry-gletscher) und im Bündnerland (Oberhalbstein) erscheint es jedoch als erwiesen, dass diese Gesteine einst auch in mittelländischen Moränen vertreten waren. Dagegen bleiben die Schwierigkeiten einer genauen Herkunftsangabe für den Jadeit bis heute bestehen, obwohl im Gesteinskörper des Allalingabbros unter dem Einfluss der Hochdruckmetamorphose (vergleiche Kapitel Allalingabbro) Jadeit entstanden ist. Die grobkristalline Jadeit-Varietät, u. a. von L. R. von Fellenberg analysiert und erstaunlich zahlreich in Twann wiedergefunden, kennt man bis anhin aus den hochdruckmetamorphen Grüngesteinen (Ophiolithen) der Region Saas Fee-Zermatt (noch) nicht. Vermutlich hat aber bisher niemand ganz gezielt nach einem solchen Jadeit, der als Ganggestein vorkommen könnte, Ausschau gehalten (mündl. Mitt. von J. Meyer).

Scortaseo im Puschlav

An die 25 verschiedene Nephritfundstellen aus den Schweizer Alpen sind in der Fachliteratur der Petrographen bis Mitte dieses Jahrhunderts aufgelistet worden. Es sind meist kleine Vorkommen und auch solche, die von vielen Rissen und Klüften durchzogen sind. Von einigen haben die eiszeitlichen Gletscher sicher Gesteinsblöcke ins Mittelland transportiert, wo sie

von Steinzeitmenschen gesammelt und zu Steinbeilen verarbeitet worden sind. Später hat kaum jemand daran gedacht, anstehendes Rohmaterial zu suchen mit dem Ziel, den Nephrit für gemmologische Zwecke nutzbar zu machen. Nicht so Guido Gross vom Schweizer Heimatwerk in Zürich. Nach sorgfältigem Studium der Fachliteratur zog er 1962 u. a. auch ins Puschlav auf der Suche nach nephritischem Rohmaterial. Wie es ihm dort erging, schilderte er selbst wie folgt (1963):

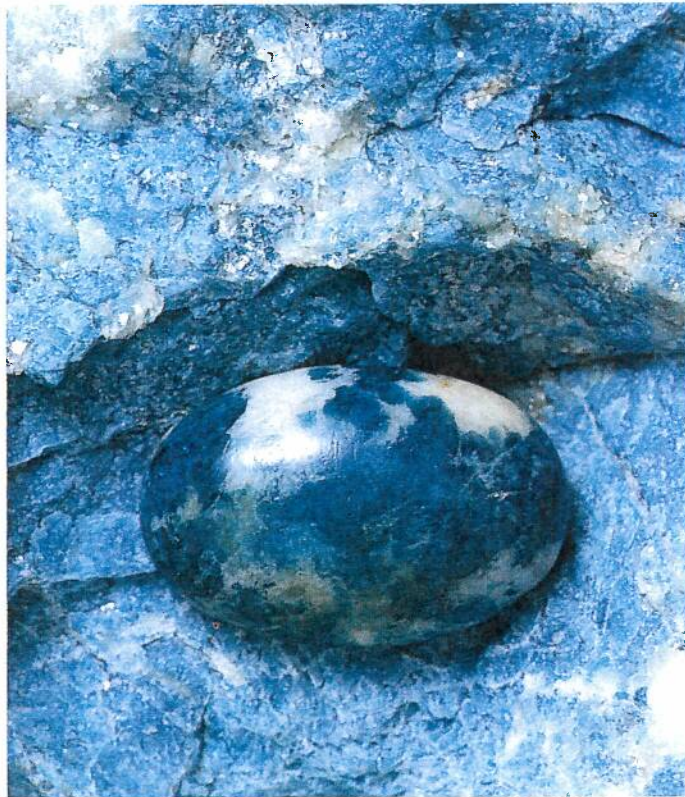
«Zu guter Letzt zeigte man uns einen <Forellenstein>. Das war eine dünn-
gesägte Platte, lichtdurchscheinend und mit grünen Tupfen gesprenkelt.
Ein angehender Geologe hatte dem Gestein den einleuchtenden Namen ver-
liehen. Demgegenüber, fügte der Finder bei, halte ein Professor in Zürich
dafür, es sei Nephrit. Eine zweite, gleichmässig gelbgrüne Probe, die uns
geschenkt wurde, war dick genug, um daraus eine Halskette zu schleifen.
Sie wurde recht schön; der Schleifer wunderte sich lediglich über die Mühe,
die ihm der Stein abnötigte.

Leider versiegte die Quelle so rasch, wie sie entsprungen war. Neue Roh-
stücke waren nicht zu erhalten. Die Aussichten standen schlecht, denn wir
wussten einzig, dass der <Forellenstein> aus einer verlassenen Talkgrube
stammte, deren Lage wir nicht kannten. Durch einen glücklichen Umstand
bekam Dr. F. de Quervain, Professor an der Eidgenössischen Technischen
Hochschule in Zürich, unsere Proben zu Gesicht. Er erkannte das Gestein
als identisch mit den ihm früher vorgelegenen Nephrit-Proben und be-
schrieb uns den Fundpunkt, der vor ihm vom Zürcher Geologen Dr. H.
Schuppli schon besucht worden war: Eine steile, bewachsene Schuttrunse
inmitten eines ausgedehnten Fichtenwaldes namens <Bosco della notte>.

Doch keine stille Waldeinsamkeit empfing uns, als wir den bezeichneten
Ort aufsuchten. In der Höhe hämmerten Pressluftbohrer, unten brummte
der Motor eines italienischen Lastwagens, der vollgeladen auf einem neuen
Strässchen zu Tale fuhr. Gerade vor uns schimmerte durch die Fichten-
stämme eine grellweisse Blockhalde, über die hinweg sich Drahtseile span-
ten. Ihr galt vorerst unsere ganze Aufmerksamkeit. Zunächst schien es, als
liege nur einerlei Gestein herum, nämlich Kalk oder Dolomit. Dann unter-
schied sich davon der Talk und endlich schaute da erstmalig etwas Getüpfel-
tes hervor: der <Forellenstein>! Gar bald darauf erfasste der Blick so viele
grosse und kleine frischgebrochene Nephritstücke, als man sich nur immer
wünschen konnte.

Der Capolavoro klärte uns über die ganze Anlage auf, die der Talkgewin-
nung dient. Das reinweisse Mineral wird aus Schächten und Stollen hervor-
geholt, zweimal des Tages nach Sondrio im Veltlin geführt und dort für die
Papierindustrie vermahlen. Von Nephrit hatte er nie etwas gehört, hin-
gegen erkannte er in ihm jenes widrige Gestein, welches dem Bohrer einen
zehnmal härteren Widerstand entgegensetzte als der Kalk. Weil jedoch mit
dem Talke eng verwachsen, müsse es wohl oder übel herausbefördert und
die Halde hinabgeworfen werden. Nichts kam uns gelegener als dies! An-
derntags verhandelten wir mit der den Talkbergbau betreibenden Firma,
für welche seither der Nephrit kein unerwünschtes Nebenprodukt mehr
darstellt!)

Das Nephritvorkommen von Scortaseo ist 1967 von Dietrich und de
Quervain ausführlich beschrieben worden. Im Unterschied zu den aller-
meisten andern schweizerischen Fundstellen liegt hier der Nephrit nicht
direkt an einem Serpentincontact, sondern an die 1000 m davon entfernt.
Das Nephrit-Talklager besteht aus zwei Linsen (100 m lang, 3–5 m breit und
über 30 m tief), die diskordant zu den sog. «Malojagneisen» und zu den
triasischen Dolomitmarmoren liegen. Der tremolitische Nephrit ist von
blassgrüner bis graugrüner Farbe und steckt als Lagergang im Talkgestein.



Links oben: Andalusit (violettrot), Kyanit (blau) in Quarz. Geschliffene Platte. Bachgeröll, Val Calanca GR. 7.5 cm.

Links Mitte: Glaukophan-Schiefer und -Cabochon. Täschtal VS. 5.4 cm.

Rechts: Lazulith-Gestein und Cabochon. Zermatt VS. 3.5 cm.

Unten: Vesuvian (Kalifornit), Cabochons. Piz Lunghin GR. Natürliche Grösse. Foto Thomas Schüpbach, Nidau.

Haut, gauche: Andalousite (rouge violet), cyanite (bleu) dans quartz. Plaque taillée, galet, Val Calanca GR. 7.5 cm.

Centre, gauche: Schiste à glaucophane et cabochon. Vallée de Täsch VS. 5.4 cm.

Droite: Roche à lazulite et cabochon. Zermatt VS. 3.5 cm.

Bas: Vésuvianite (californite), cabochons, Piz Lunghin GR. Grandeur naturelle. Photo Thomas Schüpbach, Nidau.



Links: Kugeliger Nephrit in Calcit-Matrix: «Forellenstein». Poschiavo GR. 2.4 cm.

Gauche: Néphrite globulaire en matrice de quartz: «Pierre-truite», Val Poschiavo GR. 2.4 cm.

Rechts: Neolithisches Steinbeil aus Nephrit, 4.5 cm lang. Pfahlbausiedlung Lattrigen, Bielersee BE.

Droite: Hache de pierre néolithique en néphrite, 4.5 cm. Station lacustre Lattrigen, Lac de Bienne BE.

Unten: Schale aus Nephrit, Durchmesser 17 cm. Poschiavo GR.

Bas: Coupe en néphrite, diamètre 17 cm. Val Poschiavo GR.

Fundorttypisch ist seine innige Verwachsung mit viel Calcit («Forellenstein»). Es zeigte sich bald, dass nur ein kleiner Teil des Nephrits sich verarbeiten lässt; intern wurden an die 7 verschiedene Qualitäten unterschieden. Der beste Puschlaver Nephrit ist hellgrün, lässt sich gut polieren und zeigt in dünnen Platten eine gute Lichtdurchlässigkeit; damit verbunden ist ein relativ kleiner Calcitgehalt und Talk, der nur in Spuren vorkommt.

Seit 30 Jahren gehört nun der Puschlaver Nephrit zu einem Schmuckstein, der in verarbeiteter Form regelmässig angeboten wird. Infolge der vielen Risse, die das Gestein durchziehen, war es leider nur äusserst selten möglich, daraus so grosse Schalen zu schleifen, wie auf Tafel 2 eine abgebildet ist. Doch zur Herstellung von Halsketten, Broschen, Ringen usw. eignet sich der Stein ausgezeichnet. – Die Neolithiker haben den Nephrit von Scortaseo nicht gekannt. Das Gestein hätte sich wegen seines Gehalts an Calcit mit der viel geringeren Härte und der relativ grossen Wasserlöslichkeit auch nicht für Werkzeuge geeignet.

Lazulith (Taf. 1)

Farbe: himmelblau, heller und dunkler

Härte: $5\frac{1}{2}$ –6

Dichte: 3.1–3.2

Spaltbarkeit: nach verschiedenen Richtungen, unvollkommen bis gut.

Bruch: uneben, splittrig, spröde

Kristallsystem: monoklin

Chemismus: $(\text{Mg,Fe})\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$

Optik: anisotrop, zweiachsig–negativ

$n_\alpha = 1.604$ (ohne Fe, farblos) -1.626 (gleich viel Fe und Mg, blau)

$\Delta = \text{ca } -0.035$

Starker Pleochroismus: blau–farblos

Schon 1866 hat Kenngott das auffällige himmelblaue Mineral von verschiedenen Fundstellen der Region Zermatt beschrieben, vor allem vom «neuesten Vorkommen am Hochthäligrat» (heutige Landeskarte = Hohthäligrat). Vermutlich war dieses jedoch das einzige damals bekannte, wie Bearth (1952) später vermutete. Dieser Autor hat das Vorkommen am Hohthäligrat geologisch-mineralogisch im Rahmen seiner gewaltigen Kartierungsarbeit in der Region am gründlichsten untersucht. Der himmel- bis blassblaue Lazulith kommt in Knauern innerhalb von lagenförmigen Quarzmassen vor, die ihrerseits in Glimmerschiefern des Altkristallins gelegen sind. Die Knauern enthalten den Lazulith in Form von unregelmässigen, linsenförmigen Körnern, die nur ausnahmsweise die Form von Prismen erkennen lassen, die zudem meist zerbrochen und von Helleglimmer umflossen sind.

Meist zeigt der Lazulith eine unregelmässig verzahnte Verwachsung mit milchig-weissem oder gelbem Apatit und mit glasklarem Quarz. «Sowohl Quarz wie Apatit können grössere Partien der Knauern ausfüllen, wobei der Lazulith von ihnen ganz umwachsen sein kann, manchmal auch von ihnen ganz zurückgedrängt wird, so dass auf kleineren Linsen entweder nur Apatit und Quarz oder auch nur Quarz allein auftritt.» (Zitat aus Bearth 1952)

Sehr selten ist ein vierter Gemengteil, d. h. neben Lazulith und Apatit ein drittes Phosphat vorhanden: Bearthit, ein Ca-Al-Phosphat. Bearth selbst

konnte dieses Mineral nicht genau definieren. Erst vor kurzem ist nun von Chopin (1990 und 1993) erkannt worden, dass das Ca-Al-Phosphat eine neue Mineralart darstellt, die er zu Ehren von Prof. Peter Bearth, Basel (1900–1989), Bearthit nannte. Das Lazulith-Vorkommen vom Stockhorn-Hohtälligrat stellt eine Phosphatlagerstätte dar, deren Entstehung noch nicht geklärt zu sein scheint.

Alle bis heute bekannten Lazulithe aus den Schweizer Alpen wurden am Hohtälligrat, oberhalb der Station Gornergletscher, oder in der unmittelbaren Nachbarschaft davon gefunden. Dieses Lazulith-Vorkommen ist von Sammlern und Strahlern oft aufgesucht worden. Eine eigentliche Ausbeutung mit Pressluflhämmern erfolgte 1958 (Gnehm 1970). Recht viel Material ist, vor allem in den 1960er Jahren, zu kunstgewerblichen Schmucksteinen verarbeitet worden: Anhänger, Ketten, Schalen. Die Schmuckherstellung konnte allerdings die Nachfrage niemals befriedigen, denn die blauen Steine von Zermatt waren und sind noch heute äusserst gesucht. Das bekannteste Lazulith-Vorkommen von Europa liegt ebenfalls in den Alpen, jedoch weit östlich der Schweizer Alpen, bei Werfen, Salzburg A. – Von der italienischen Seite des Splügenpasses ist vor einiger Zeit ebenfalls Lazulith auf den Markt gekommen – das Material scheint sich allerdings für eine Schmuckherstellung nicht zu eignen.

Rhodonit und andere Manganmineralien

Einleitung

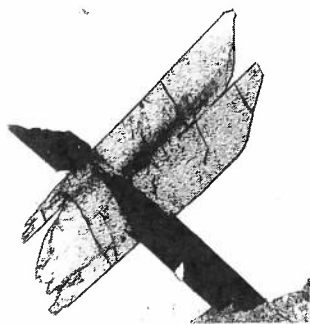
Die Geschichte des Schmucksteins Rhodonit begann – wie die einiger anderer Edel- und Schmucksteine – im Ural des zaristischen Russland. Ende des 18. Jahrhunderts wurde 25 km nördlich von Jekaterinburg eine mächtige Lagerstätte des rosafarbenen Minerals eröffnet. Das Rohmaterial errang in der russischen Schmucksteinkunst rasch eine bevorzugte Stellung. Der dichte Stein war ziemlich leicht zu verarbeiten und gut zu polieren. Es wurden Becher, Schalen, Prachtsvasen, Sockel für Kandelaber, Obeliske und andere Kunstgegenstände hergestellt. Berühmt ist u. a. eine Prachtvase von 85 cm Höhe und einem Durchmesser von 185 cm, die sich heute in der Ermitage von St. Petersburg befindet. Das grösste je aus einem einzigen Rhodonitblock hergestellte Objekt ist ein Sarkophag von 7 Tonnen in der Kirche Peter und Paul, ebenfalls in St. Petersburg.

Der Name Rhodonit ist vom griechischen Wort rhodos = Rose abgeleitet. Die rote Farbe verdankt der Stein seinem Mangangehalt, denn Mangan ist ein Übergangselement (wie Eisen, Kupfer, Chrom usw.), das befähigt ist, vielen Manganverbindungen eine Eigenfarbe zu verleihen. Die meisten Mangan-Silikate und -Karbonate sind rosa, rot oder violett – reine Manganoxide und Hydroxide aber sind schwarz.

Rhodonit tritt (resp. trat) in der Natur z. T. in grösseren Massen auf, so nördlich von Jekaterinburg, aber auch in den USA (Rosamund, Kalifornien), Kanada (Insel von Vancouver, B. C.) Australien (hier z. T. durchsichtige Varietäten) und anderswo. Normalerweise ist Rhodonit grob- bis feinkristallin, derb und undurchsichtig. Fast immer ist er mit andern Mineralien verwachsen, so vor allem mit schwarzen Manganoxiden sowie mit roten Mangan-Silikaten und -Karbonaten: Bustamit, Pyroxmangit, Tephroit (meist grau), Rhodochrosit u. a. m. Von Auge sind die Mineralarten Rhodonit, Bustamit und Pyroxmangit nicht voneinander zu unterscheiden. Natürlich ist die durchsichtige Varietät die seltenste und teuerste. Im übrigen werden im internationalen Handel folgende drei Qualitäten unterschieden:



Amphibolfasern in
Quarz; Rhodonit.
Tanatz. II, 0.5 mm.



Rhodonit (grau) auf
Mn-Oxid in Quarz.
Tanatz. II, 1.5 mm.

Rhodonit

Farbe: rosa, gelbbraun

Glanz: Glas- bis Fettglanz, Perlmutterglanz auf den Bruchflächen

Härte: um 6

Dichte: 3.4–3.68

Spaltbarkeit: vollkommen, prismatic

Bruch: muscheliger, uneben

Kristallsystem: triklin

Auftreten: fein- bis grobkristallin, derb

Chemismus: $\text{MnSiO}_3[\text{Mn}_5\text{Si}_5\text{O}_{15}]$, Ino- oder Kettensilikat, fünfgliedrige SiO_4 -Ketten, meist Ca-haltig (Falotta: ca. 18% der Mn-Stellen durch Ca ersetzt, Geiger 1948)

Optik: anisotrop, zweiachsig-positiv

n_α um 1.72

Δ um 0.013

Pyroxmangit

Farbe: hell- bis dunkelrosa

Glanz: Glasglanz

Härte: $5\frac{1}{2}$ –6

Dichte: 3.6–3.8

Spaltbarkeit: vollkommen

Kristallsystem: triklin

Auftreten: feinkristallin-derb, meist verzwillingt

Chemische Zusammensetzung: $\text{MnSiO}_3[=\text{Mn}_7\text{Si}_7\text{O}_{21}]$ Ino- oder Kettensilikat, unendliche, siebengliedrige SiO_4 -Ketten. Meist etwas Ca-haltig. (Furtschellas: 6% der Mn-Stellen im Pyroxmangitgitter sind durch Ca ersetzt, Trommsdorff et al. 1970).

Optik: anisotrop, zweiachsig-positiv

n_α um 1.73

Δ um 0.017

1. Dichter roter Rhodonit mit schwarzen Dendriten von Manganoxid (meist als «Psilomelan» bezeichnet)
2. Dichter, einheitlich rot gefärbter Rhodonit
3. Fleckig gefärbter Rhodonit (rot, rosa, schwarz)

Rhodonit aus der Schweiz

Von schweizerischen Fundstellen ist verarbeiteter Rhodonit wohl erstmals 1971 vom Schweizerischen Heimatwerk in Zürich angeboten worden (Gross 1971). Das erste Rohmaterial stammte von einem zufälligen Fund unterhalb der Mangangrube Falotta im Oberhalbstein GR. Wie es dazu kam, schilderte G. Gross, indem er den Leser mit auf eine Exkursion mitnahm: «Eine schon 1388 bezeugte (Erz-)Schmelze befand sich bei Tinzen... Die Septimer-Julier-Route soll dazumal den Talgrund hier verlassen haben und über Alp digl Plaz und Alp Flix verlaufen sein. Auch wir schlagen diese Richtung ein, indem wir bei Rona die Passstrasse verlassen und linkerhand in den grossen Wald eintreten, der das Tal in seiner ganzen Breite überzieht. Bald genug schlägt er uns in seinen Bann. Auf moosigem Boden stetig an Höhe gewinnend, begegnen wir einer unendlichen Zahl flechtenbärtiger Tannen. Beim nahenden Rauschen des Plazbaches erhellt sich das Waldesdunkel und wir treten hinaus auf eine Lichtung.

An dieser Stelle geschah die Entdeckung des ersten Rhodonits, der ins Heimatwerk gelangte. Es waren drei Bündner Strahler, welche im Sommer

Tephroit

Farbe: grau (bis fleischrot)

Glanz: Fettglanz

Härte: 6

Dichte: 4.1

Spaltbarkeit nach drei Richtungen

Kristallsystem: orthorhombisch

Auftreten: feinkristallin, derb

Chemische Zusammensetzung: Mn_2SiO_4 , Neso- oder Inseltetraedersilikat, ein Mangan-Olivin.

Optik: anisotrop, zweiachsig-negativ

n_α um 1.77

Δ relativ hoch, um -0.037

Spessartin

Farbe: orange, gelb

Glanz: Glasglanz

Härte: 7-7½

Dichte: 4.19 (chem. rein)

Kristallsystem: kubisch

Auftreten: fein- bis grobkristallin, derb; im Dünnschliff z. T. scharfkantige Kristalle sichtbar.

Chemische Zusammensetzung: $\text{Mn}_3\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}$ = Mangan-Alumogranat, Neso- oder Inseltetraedersilikat.

Optik: isotrop

$n = 1.80$ (chem. rein)

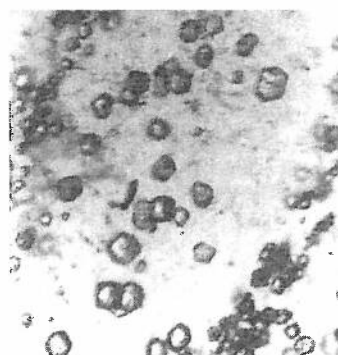
des vergangenen Jahres (= 1970) über die Waldblösse der Höhe zustrebten, wo sie in den verlassenen Mangangruben von Falotta seltene Mineralien zu finden hofften. Inmitten des grünen Rasens, an einen Baumstumpf gelehnt, erblickten sie einen kohlschwarzen Stein von erheblicher Grösse. Er schien gewöhnliches Manganerz zu enthalten. Warum es den einen der Berggänger zwang, den Rucksack abzustellen, den zehnpfündigen Hammer hervorzuholen und dem eisenharten Klotz zu Leibe zu rücken, weiss er selber nicht zu sagen. Jedenfalls war der Effekt ein unerwarteter und erschien den Männern wie eine Szene aus der Märchenwelt: Unter der schwarzen Rinde trat das Rosenrot eines wahren Edelsteins hervor! Der Rhodonit, lange bekannt in der Bergbaugeschichte des Oberhalbsteins, in letzter Zeit jedoch fast wie vom Erdboden verschwunden, war neu ans Tageslicht getreten.»

Diese Schilderung bezeugt drei wesentliche Tatsachen: 1. Rhodonit war aus der Schweiz schon lange bekannt, bevor er zum ersten Mal als Schmuckstein verarbeitet wurde. 2. Rhodonit kommt auf Manganerzlagerstätten vor. Potentiell ist er sogar ein Manganerz; infolge seines hohen Silikatgehaltes wird er aber nirgends gezielt auf Mangan abgebaut. 3. Rhodonit und alle andern farbigen Manganmineralien, die ihn begleiten können, überziehen sich, der Oberflächenverwitterung ausgesetzt, relativ rasch mit einer schwarzen Oxidschicht. Die schönen Mineralien tarnen sich damit sehr wirksam!

Seit etwas mehr als 20 Jahren findet man verarbeiteten Rhodonit aus der Schweiz regelmässig auf dem inländischen Mineralienmarkt.



Tephroit (grau),
Mn-Oxide (schwarz).
Tanatz. ||, 0.4 mm.



Kiesel-schiefer in Quarz.
Furtschellas. ||, 0.6 mm.

Mangan-Erzlagerstätten im Kanton Graubünden

Fundstellen von Manganmineralien mit hochwertigen Erzen und schleifbaren Mangan-Silikaten und -Karbonaten gibt es in der Schweiz eine ganze Anzahl. Leider lohnt sich heute nirgendwo der Abbau einer dieser Lagerstätten – das war aber nicht immer so. Ein Blick auf die geologische Karte zeigt, dass die wichtigsten Fundstellen in einem eng begrenzten Gebiet im Kanton Graubünden, im Bereich der penninischen Platta-Decke, liegen. Entstanden sind sie zur Malmzeit (= oberer Jura). Nur von diesen Fundstellen ist in der Folge die Rede.

Die Manganerze kommen an der Basis eines Sedimentationszyklus vor. Eingelagert in rote Kieselschiefer (= Radiolarite) bilden sie einerseits mm- bis cm-mächtige Lagen, andererseits entstanden durch tektonische Einwirkungen Manganerz-Körper von unterschiedlicher Form und Grösse (z. T. bis mehrere 100 m²). Über den erzführenden Radiolariten folgen erzfreie, bunte Kiesel- und Tonschiefer, die ihrerseits überlagert sind von verschiedenartigen Kalkgesteinen. Im Liegenden, d. h. unter den erzführenden Gesteinen, sind sogenannte Grüngesteine oder Ophiolithe anstehend.

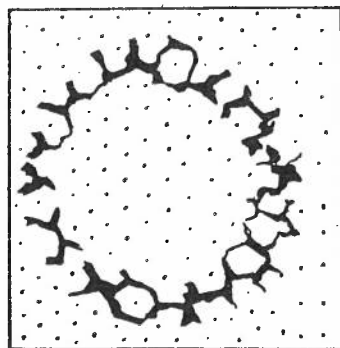
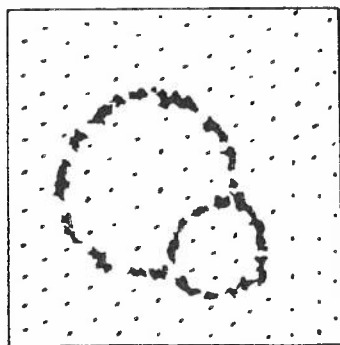
Die Manganerze sind nach verschiedenen Untersuchungen (Bonatti et al. 1976 und Peters in Suana 1984) hydrothermale, sedimentäre Bildungen. Was heisst das? Die Erze entstanden durch heisse, auf dem Meeresgrund austretende Quellen, unweit des mittelozeanischen Rückens des heute nicht mehr existierenden Ozeans Thetys, zwischen den Kontinenten Afrika und Europa. Beim Austritt des heissen Wassers, das vermutlich einige 100°C heiss war, wurden bei der Reaktion mit dem kalten Meerwasser Mn-Mineralien ausgeschieden und mit den Kieselskeletten der Radiolarien sedimentiert. Zu diesem Schluss führte der Vergleich von alpinen und apenninischen Mn-Vererzungen unmittelbar über den Ophiolithen mit rezenten Bildungen in heutigen Ozeanen. Die Ophiolithe selbst liefern mit ihren Kissenlaven den Beweis, dass sie an mittelozeanischen Rücken entstanden sind, dort, wo sich die Erdplatten voneinander wegbewegen (Rifting). An diesen Stellen dringt – und darauf kommt es an – periodisch basaltische Lava ein, die bei der Abschreckung durch Meerwasser zu den typischen Kissenlaven erstarrt, wie solche z. T. an der Falotta, in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Mn-Erzen, zu beobachten sind.

Die Manganvererzungen des Kantons Graubünden haben nichts zu tun mit den Manganknollen, die in vielen heutigen Tiefmeeren zu finden sind und die sich über eine sehr lange Zeit direkt aus dem kalten Meerwasser ausscheiden.

Der Hauptmanganträger der Bündner Erze ist Braunit. In den hydrothermalen rezenten Manganerzen hat man noch nie Braunit finden können, wohl aber verschiedene, sehr schlecht kristallisierte Manganoxide wie Todorokit, Pyrolusit usw. Alle Bündner Manganvorkommen sind zur Zeit der alpinen Gebirgsbildung bei höheren Druck- und Temperatur-Bedingungen mehr oder weniger umgewandelt, d. h. metamorphosiert worden. Je nach dem Grad der Metamorphose entstanden verschiedene Mineralarten. Überall aber hat sich Braunit gebildet. Im folgenden werden vier Fundstellen in der Reihenfolge der steigenden Metamorphose vorgestellt.

1. Fondeital bei Langwies GR (Zusammenstellung nach Geiger 1948) (Taf. 3)

Im hintern Fondeital bei der Lokalität Barge befindet sich ein kleines Manganerzvorkommen. Dieses besteht aus einzelnen Blöcken in der Moräne, die sich längs des Baches hinzieht, der von der Reckholdernalp herunterfließt. Vermutlich handelt es sich um Schutt- und Bergsturzmateriale, das durch einen Gletscher etwas verfrachtet worden ist. Beim Zerschlagen der



Radiolarien-Skelette
in Braunit. Falotta
110 µm (Geiger 1948).

schwarzen Gerölle kann festgestellt werden, dass diese sehr heterogen zusammengesetzt sind. Neben schwarzem Manganerz sind roter Radiolarit, brauner Parsettensit und rosaroter Manganocalcit sowie Rhodochrosit vorhanden. Das Erz ist auch hier konkordant in Radiolarit eingelagert. Neuerdings (Peters in Suana 1984) konnten auch noch ein Manganmineral, das dem Serpentin nahesteht, sowie Alleghanyit (= Mangan-Chondrodit) als Bestandteile nachgewiesen werden.

«Im Jahre 1944 liess die Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung schweizerischer Erzlagerstätten einige Schürfungen ausführen, um zu ermitteln, ob anstehendes Manganerz aufgefunden werden kann. Die Untersuchungen zeigten ein negatives Resultat . . . Durch Zusammenlesen der einzelnen Stücke könnte nur eine sehr geringe Erzmenge eingebracht werden (wörtlich zitiert aus Fehlmann 1947).»

Die Erzmenge war jedoch gross genug, dass einige Strahler hier schleifbare Proben mit farbigen Mineralien sammeln konnten. Verarbeitete Steine aus dem Fondeital werden allgemein als «Parsennstein» bezeichnet. Das schwarz angewitterte, im Bruch vorwiegend braune Gestein ist überaus komplex aufgebaut. Für den allgemeinen Farbeindruck ist vor allem der Parsettensit verantwortlich. Tatsächlich sind die einzelnen Mineralkomponenten meist so klein, dass sie auch im Dünnschliff unter dem Mikroskop nicht sicher bestimmt werden können. Im übrigen weisen polierte Platten grössere schwarze und kleine helle Flecken auf. Das Gestein wird zudem von vielen hellen, d. h. hellbraunen, weissen und leicht rötlichen, aber auch von schwarzen Adern unterschiedlichen Alters durchzogen. Grössere Platten besitzen damit oft eine vielfältige, bunte Struktur. In kleinen Bereichen ist das Gestein aber meist nicht sehr attraktiv. Von den vier hier vorgestellten Lokalitäten ist es sicher das qualitativ bescheidenste Material.

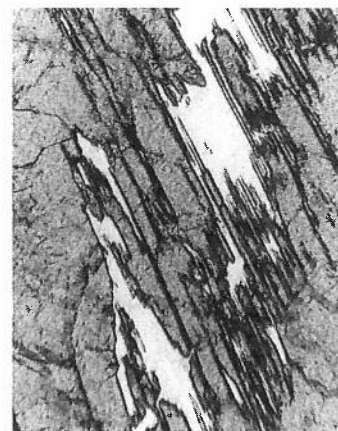
2. Falotta (Taf. 3)

Erst um die letzte Jahrhundertwende ist erkannt worden, dass im Oberhalbstein GR neben Eisen- auch Mangan-Erzlagerstätten vorkommen. Die wichtigsten liegen südöstlich von Tinzen: Alp Parsettens, Alp digl Plaz und Falotta. Als die Schweiz im Laufe des ersten Weltkrieges in eine arge Rohstoffknappheit geriet, wurden diese Fundstellen näher erkundet und z. T. auch abgebaut. Die gleiche Situation wiederholte sich während des zweiten Weltkrieges, wie der Tabelle 1 entnommen werden kann (nach Geiger 1948).

Tabelle 1 Manganerzabbau im Oberhalbstein GR. Angaben in Tonnen ausgebeuteten Erzes (in Klammer = durchschnittlicher Mangangehalt des Erzes).

Alp digl Plaz	Parsettens	Falotta
1916–1917	680 (32.7)	
1917–1919		1764 (30)
1941–1945		2508 (36.6)
1944–1945		1767 (31)

Noch zu Beginn der Ausbeutung im ersten Weltkrieg wusste man nicht genau, welche Erzminerale die Oberhalbsteiner Manganerze enthielten. Bald zeigte es sich aber, dass das Haupterz aus Braunit besteht, der immer mit feinkörnigem Quarz durchmischt vorkommt. Die Manganerze bilden langgezogene Linsen in einem sedimentären Nebengestein, das aus rotem Radiolarit besteht und in der Malm-Zeit (= oberer Jura) entstanden ist.



Rhodonit (grau),
Quarz (hell).
Tanatz. ||, 1.4 mm



Parsettensit (radialstrahlige). Furtschellas. X, 0.9 mm.



Tinzenit (grau, weiss), Quarz (schwarz). Falotta. X, 1.3 mm.

Parsettensit (= dem Stilpnomelan nahestehend)

Farbe: hell- bis dunkelbraun mit Stich ins Rote (auch grünlich)

Glanz: Perlmutter- bis Fettglanz

Härte: ca. 3

Dichte: 2.6

Spaltbarkeit: gut parallel zur Basis (001), glimmerähnlich (aber nicht ebenso vollkommen!)

Bruch: spröde

Kristallsystem: monoklin, pseudohexagonal

Auftreten: derb, blättrig (immer etwas verbogen)

Chemische Zusammensetzung: $K_{0.3}(Mn,Mg,Al)_{7.5}Si_8O_{20}(OH)_{8.1-4}H_2O$, Phyllosilikat

Optik: anisotrop, zweiachsig-negativ

$n_\alpha = 1.54$ bis 1.55

Δ um -0.035

Pleochroismus: fast farblos bis braunrot

Typlokalität: Alp Parsettens bei Tinzen, Oberhalbstein (Jakob 1923)

Tinzenit

Farbe: zitronengelb bis orangegelb, orange

Glanz: Glasglanz

Härte: $6\frac{1}{2}$

Dichte: 3.27 (berechnet)

Spaltbarkeit: ziemlich deutlich, sehr spröde

Kristallsystem: triklin

Auftreten: derbe fein- bis grobkörnige Massen, in Klüften flache, beilförmige Kristalle bis ca. 1 cm.

Chemische Zusammensetzung: $(Mn,Ca)_3Al_2BSi_4O_{15}(OH)$, Mineral der Axinit-Gruppe, Gruppensilikat

Optik: anisotrop, zweiachsig-negativ

$n_\alpha = 1.693$

$\Delta = -0.011$

Typlokalität: Alp Parsettens und Falotta bei Tinzen, Oberhalbstein GR (Jakob 1923)

Wie im Radiolarit, konnten auch im Brauniterz Radiolarien-Skelette nachgewiesen werden. Die dichten Braunit-Erze sind von einer grossen Zahl von Adern (Klüften) durchzogen, die mit Kluftmineralien gefüllt sind – Kluft-hohlräume existieren allerdings kaum. Bergbautechnisch sind die Kluftmineralien nicht gerade erwünscht, mineralogisch aber von einer faszinierenden Vielfalt, denn die Adern enthalten sehr unterschiedliche Mineralinhalte, die zwanglos in drei Gruppen unterteilt werden können:

Kluftmineralien, die in den Kontaktzonen von Erz und Nebengestein auftreten (nach Geiger 1948): Quarz, Albit mit den Mangansilikaten Tinzenit, Sursassit und Piemontit. Tinzenit gehört in die Gruppe der Axinite; Sursassit ist eine kupferrote, faserige Mineralart, die 1926 von Jakob erstmals aus den Oberhalbsteiner Erzen beschrieben wurden und die dem Pumpellyit nahe steht (Mellini et al. 1985); Piemontit gehört der Epidotgruppe an.

Kluftmineralien, die vorwiegend in den Brauniterzen vorkommen (nach Geiger 1948): Rhodonit, Tinzenit, Parsettensit, Manganocalcit und Rhodochrosit (selten) sowie Quarz und Baryt. Mit Ausnahme der letzten zwei

Mineralarten sind alle andern manganhaltig und farbig. Diese Bemerkung genügt, um aufzuzeigen, dass die Mineralgesellschaften aus diesen Adern eine gemmologische Bedeutung haben.

Kluftminerale in (seltenen) Arsenatadern mit Sarkinit $[\text{Mn}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})]$, braunrot, Härte $4\frac{1}{2}$ und vielen andern z. T. höchst seltenen Arten, wie z. B. Grischunit und Geigerit, die als neue Mineralarten mit der Typlokalität Falotta beschrieben wurden (Graeser et al. 1984 und Graeser et al. 1989). Von diesen mineralogisch, jedoch nicht gemmologisch höchst interessanten Mineralien wird hier nicht die Rede sein.

Die Kluftminerale der Gruppe 2 bilden auch grössere Erzaggregate mit schlierigen und brecciösen Strukturen (= Erztyp 3 nach Suana 1984). Diese Gesteine sind dicht und recht gut zu polieren, deshalb werden sie z. T. systematisch gesucht und verarbeitet. Alle vorkommenden Minerale sind feinkörnig resp. feinschuppig und dicht miteinander verwachsen. Schon im Handstück können zuweilen mehrere sich kreuzende Adern unterschiedlichen Alters erkannt werden. Die dominierenden Farben sind rosa (= Rhodonit), braungelb (= Tinzenit), dunkelbraun (= Parsettensit), schwarz (= verschiedene Manganoxide) und milchig-weiss (Albit, Quarz und wenn schwach rosa: Manganocalcit). Aus diesen Gesteinen sind vor allem Cabochons für Anhänger, Broschen oder Armspangen sowie kleine Kugeln für Halsketten geschliffen worden. Andere Verarbeiter begnügten sich mit der Herstellung von polierten Platten. Seltener wurden die Gesteine auch zu Schalen oder Würfeln verarbeitet.

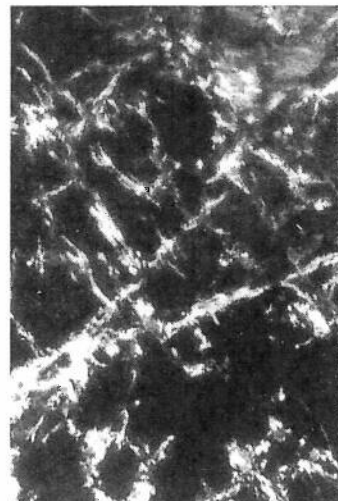
3. Furtschellas, Engadin GR (Taf. 3)

Die Manganvererzungen im Engadin sind bis ins Jahr 1970 praktisch unbekannt geblieben. Erst die Bestimmung einiger ungewöhnlicher Minerale in der Umgebung der Furtschellas durch Trommsdorff et al. (1970) haben die artenreichen Vererzungen ihrem Dornröschenschlaf entrissen. Von vielen Wissenschaftlern und Strahlern wurden die Fundstellen in der Folge besucht und in recht verschiedenem Sinne bearbeitet. Für Christian de Capitani waren die Manganerz-Vorkommen Hauptgegenstand seiner Lizentiatsarbeit (Universität Bern, 1983). Viele der folgenden Angaben sind dieser Arbeit entnommen.

Wie an der Falotta, bilden die Vererzungen auch hier Linsen in Kiesel-schiefern (= Radiolarite), und diese stehen im Kontakt mit Grünschiefern (Ophiolithen). Ein Band von kleinen Vererzungslinsen zieht sich von Chastelets gegen die Furtschellas, um den Grialetsch herum bis zum Lej Sgrischus. Tektonisch gehören die Ophiolithe und Radiolarite der penninischen Platta-Decke an – wie an der Falotta.

Auch an der Furtschellas verraten sich die Manganerze durch ihre schwarze Verwitterungskruste. Dichte Braunitlager treten zwar keine auf, obwohl Braunit nicht ganz fehlt. Verbreiteter sind die schwarzen, sekundären Manganoxide, die aber (wie anderswo) so schlecht kristallisiert sind, dass sie röntgenographisch kaum bestimmt werden können. Einzig Todorokit konnte von de Capitani (1983) mit Sicherheit nachgewiesen werden.

An der Schönheit der Manganerze sind natürlich auch hier die farbigen Mangan-Silikate und -Karbonate schuld. Aber nur zu einem kleinen Teil sind sie identisch mit den Mineralien, die an der Falotta vorkommen. De Capitani (1983) ist es gelungen, eine ganze Reihe von Arten zu bestimmen, die bis zu diesem Zeitpunkt aus der Schweiz noch gar nicht bekannt waren. Trotz der neuen Kenntnisse ist es aber sehr schwer, ja meist unmöglich, die



Rhodonit (schwarz),
Karbonat (weiss).
Falotta. X, 0.4 mm.

einzelnen Mineralien makroskopisch zu bestimmen. Dies hat seinen Grund darin, dass erstens sehr viele Arten auftreten, die zudem z. T. ganz ähnliche Eigenschaften besitzen, und zweitens darin, dass durch innige Verwachsungen mehrerer Arten oder auch durch kleinste Einschlüsse Mischfarben entstehen, die ein anderes Mineral vortäuschen können. Immerhin kann festgehalten werden, dass zwei grundsätzlich verschiedene Mineralgesellschaften auftreten, die in ihrer Artenzusammensetzung gewissen Regeln gehorchen:

Karbonatarme Paragenese. Das auffälligste Mineral ist Rhodonit, der grössere, grobkörnige, rosarote Linsen bildet mit Kristalliten bis zu 2 mm. Begleitmineralien sind Quarz, Albit und manganhaltige stengelige Kettensilikate, nämlich ein Mangan-Amphibol und Mangan-Ägirinaugit.

Karbonatreiche Paragenese. Die rosarote Farbe wird durch den feinkörnigen Pyroxmangit (Kristalliten bis 0.5 mm) und den blässeren Rhodochrosit, der die Hauptmasse einer Probe ausmachen kann, verursacht. Manganocalcit, der normalerweise farblos ist, kann als zweite Karbonatkomponente vorhanden sein. Begleitet werden diese Mineralien fast immer von feinkörnigem Tephroit (= Mn-Olivin), der graue, grau-grüne bis rötlich-braune Flecken bildet. Neben Tephroit können zwei Glieder der Humit-Gruppe vertreten sein: Sonolith und/oder Alleghanyit. Makroskopisch weisen sie gelblich-grüne Farbtöne auf und sind nicht voneinander unterscheidbar. Sonolith ist häufiger als Alleghanyit, der nur auf zwei Fundstellen angetroffen werden konnte. Nach den Untersuchungen von de Capitani gehören die beiden Mineralarten an einzelnen Fundstellen sogar zu den Hauptbestandteilen des Manganerzes, im allgemeinen aber kommen sie nur spärlich vor. Die beiden Mineralien sind geochemisch und strukturell mit dem Tephroit verwandt. – Zwei Mineralarten, die dem Serpentin nahe stehen, vervollständigen die Paragenese: Friedelit und Manganpyrosomolith, wobei die Bestimmung der zweiten Art noch nicht ganz gesichert ist. Die braunen bis rotbraunen «Manganserpentine» (= Phyllosilikate) besitzen eine Härte, die höher liegt als jene von Manganocalcit; sie sind durchaus polierbar, was bei Phyllosilikaten nicht selbstverständlich ist. Schliesslich konnte auch Galaxit in winzigen, harten Körnern auf zwei karbonatreichen Fundstellen bestimmt werden.



Pyroxmangit (helle bis dunkle Streifen),
Furtschellas. X, 0.4 mm.

Spessartin. Der Mangangranat Spessartin ist in den Manganerzen der Furtschellas weit verbreitet. Mit seiner typischen gelben bis orangen Farbe, seiner Körnigkeit (im Dünnschliff zeigt er scharfkantige Kristallformen) und der relativ grossen Härte ist er die einzige farbige Mangan-Komponente, die in beiden oben angegebenen Paragenesen vorkommen kann. Nicht selten ist Spessartin sogar das einzige Mn-Mineral, das dem Kiesel-schiefer eingelagert ist (siehe Titelbild dieses Heftes).

4. Tanatz, Splügen, GR (Taf. 3 und 4)

Die Manganerzfundstelle an der Tanatzalp (frühere Schreibweise = Danatz) ist von den Petrographen kaum beachtet und nicht bearbeitet worden. Dafür gibt es wohl zwei Gründe: 1. In diesem Jahrhundert ist das Anstehen-de dieser prächtigen Manganvererzung nicht (resp. noch nicht) gefunden worden. 2. Das geologische Auftreten dieser Erze ist von den bis jetzt besprochenen Funden recht verschieden: Die Erze stammen (höchst wahrscheinlich!) aus den Marmoren der Splügenmulde, unweit der Stirn der Tambo-Decke. Ophiolithe sind in der unmittelbaren Umgebung nicht gefunden worden. Der erste Rhodonit aus der Schweiz ist aber ausgerechnet

Manganocalcit-Rhodochrosit

Farbe: weiss bis schwach rosarot (M) – schwach bis deutlich rosarot (R)

Glanz: Glasglanz

Härte: 3 (Calcit, Manganocalcit), 4 (Rhodochrosit)

Dichte: 2.715 (C) bis 3.6 (R)

Spaltbarkeit: vollkommen nach dem Rhomboeder ($10\bar{1}1$), spröde

Kristallsystem: trigonal

Auftreten: feinkristallin-derb (keine Kristalle).

Rhodochrosit z. T. gebogenes Wachstum!

Chemische Zusammensetzung:

Manganocalcit $(\text{Ca}, \text{Mn})\text{CO}_3$; Calcit CaCO_3 ; Rhodochrosit MnCO_3

Über 540°C sind C. und R. vollständig mischbar, darunter öffnet sich eine

Mischungslücke, ausgehend von der Zusammensetzung $\text{Mn}_{0.68}\text{Ca}_{0.32}\text{CO}_3$

(de Capitani und Peters 1981).

Optik: anisotrop, einachs-negativ

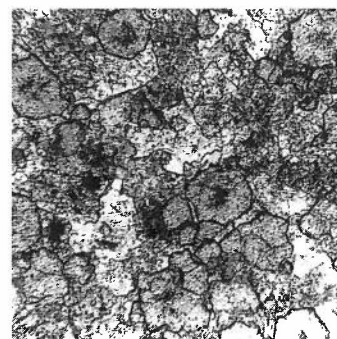
$n_\gamma = 1.486$ (Calcit) bis 1.597 (Rhodochrosit)

$n_\mu = 1.658$ (Calcit) bis 1.816 (Rhodochrosit)

$\Delta = -0.172$ (Calcit) bis -0.219 (Rhodochrosit)

Fluoreszenz: Manganocalcit rosa (wenn relativ Mn-arm) in uv-kurz- und langwelligem Licht, Rhodochrosit keine Fluoreszenz.

hier entdeckt worden. Kenngott (1866) berichtete, dass Prof. Arnold Escher von der Lindt im August 1844 Rhodonit auf einem Steinhäufen, ungefähr eine Stunde oberhalb Splügens, 5 Minuten westlich der Passstrasse, gefunden habe. 1907 hat C. Schmidt die Fundstelle wieder entdeckt und 1918 einige Schürfungen ausführen lassen, dort, wo er das Muttergestein der Erzproben vermutete. Die Sondierungen ergaben, dass im beprobten Gelände Triaskalk (= Marmor) und Gneise der Tambodecke innig miteinander verfaltet sind. Anstehendes Erz wurde aber nicht gefunden. So konnte zur Mangangewinnung nur der «Steinhäufen» von Manganerzproben abtransportiert werden, ca. 10 Tonnen sollen es gewesen sein (nach Tarnuzzer 1923). Glücklicherweise blieben einige silikatreiche Proben liegen. Seit 20 Jahren finden Strahler an der Tanatzalp regelmässig Manganerze mit wunderschönen roten, schwarzen, weissen, gelben und braunen Mineralien. Viel des losen Fundgutes ist zu Platten, Schalen, Würfeln, Cabochons usw. verarbeitet worden. Leider nimmt der Vorrat an losen Erzproben nun rapide ab. Weil die Manganerze von Tanatz bis heute nur sehr unvollständig beschrieben wurden (Grenouillet 1920), sind vom Autor dieses Artikels mehrere neu angefertigte Dünnschliffe untersucht worden. Die unten mitgeteilten Resultate sind als «vorläufige Mitteilung» zu betrachten, die noch verschiedener Ergänzungen und Präzisierungen bedürften. Von allen Mangankommen der Schweiz hat die Tanatzalp vielleicht die farbigsten und vielfältigsten Proben geliefert – gerade dies bringt es mit sich, dass man mit einer kurzen Beschreibung nicht allen Ausbildungsformen gerecht werden kann. (Die Schwarzweiss-Aufnahmen aus Dünnschliffen, die in der schmalen Spalte den «Rhodonit»-Text begleiten, stammen zum grössten Teil von Proben der Tanatzalp.) *Rhodonit*: Feinkristalline Partien von dicht miteinander verwachsenem Rhodonit und Rhodochrosit, mit oder ohne Spessartinkörner, bilden die rosaroten Flecken und Schlieren des Gesteins. Grobkristallinen Rhodonit findet man in kleinen Quarzadern oder in cm-grossen mono-mineralischen Aggregaten. Die z. T. scharfkantig ausgebildeten, aber immer dicht eingeschlossenen Kristalle erreichen Längen bis zu 16 mm. Solche Rhodonite sind dunkler gefärbt, sie sind himbeerrot oder rot mit einem Stich ins Purpur. Das an der Farbgebung zweitwichtigste



Spessartin mit dunklen
Kernen. Tanatz. II,
1.7 mm.

Tabelle 2 Weitere Mineralarten, die auf Bündner Manganerzlagern vertreten sind (Auswahl)

Art	Chemische Formel	Verwandtschaft Systematik	Kristall-system	Farbe	Härte	Dichte	Vorkommen (1–4) * Bemerkungen
Schwarze Manganerze							
Braunit	$\text{Mn}^{+2}\text{Mn}_6^{+3}\text{SiO}_{12}$	Nesosilikat	tetragonal	schwarz	6–6½	4.67	2, 3, 4, Haupterz
Hausmannit	$\text{Mn}^{+2}\text{Mn}^{+3}\text{O}_4$	verzerrter Spinell	tetragonal	schwarz	5½	4.84	3 (?)
Todorokit	$(\text{Mn}, \text{Ca}, \text{Mg})\text{Mn}_3^{+4}\text{O}_7$		monoklin	schwarz	?	~ 3.5	3 + ?
Kryptomelan	$\text{K}(\text{Mn}^{+2}, \text{Mn}^{+4})_8\text{O}_{16}$		monoklin	schwarz	(6)	~ 4.3	2 + ?
Hollandit	$\text{Ba}(\text{Mn}^{+2}, \text{Mn}^{+4})_8\text{O}_{16}$	Kryptomelan-Gruppe	monoklin	schwarz	(6)	~ 4.95	2 + ?
Farbige Manganmineralien							
Sursassit	$\text{Mn}_2\text{Al}_3[(\text{SiO}_4)(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{OH})_3]$	Mn-Pumpellyit Sorosilikat	monoklin	kupferrot	?	3.3	2, Typlokalität = Falotta
Piemontit	$\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Mn}^{+3}, \text{Fe}^{+3})_3(\text{SiO}_4)_3(\text{OH})$	Mn-Epidot	monoklin	violettrot	6	3.45	2, meist in Quarz
Alleghanyit	$\text{Mn}_5(\text{SiO}_4)_2(\text{OH}, \text{F})_2$	Mn-Chondroit Nesosilikat	monoklin	gelbbraun bis dunkelbraun	5½	4.02	1, 3
Sonolith	$\text{Mn}_9(\text{SiO}_4)_4(\text{OH}, \text{F})_2$	Mn-Klinohumit Nesosilikat	monoklin	gelbbraun bis dunkelbraun	5½	3.82	3
Friedelit	$\text{Mn}_8\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH}, \text{Cl})_{10}$	Serpentin-ähnlich Phyllosilikat	hexagonal	braun, rosa	4½	3.05	3
Mangan- pyrosmalith	$(\text{Mn}, \text{Fe})_8\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH}, \text{Cl})_{10}$	Serpentin-ähnlich Phyllosilikat	hexagonal	braun	4½	3.13	3(?)
Galaxit	MnAl_2O_4	Mangan-Spinell	kubisch	schwarz	7½–8	4.08	3, 4

* Vorkommen: 1 = Fondei; 2 = Falotta; 3 = Furtschellas; 4 = Tanatz

Rhodochrosit, gebogene
Wachstumsstruktur.
Tanatz. II, 0.5 mm

Mineral ist der *Spessartin*. Dieser bildet relativ dunkle monomineralische, gelb-orange Flecken, etwas hellere, sofern er innig mit Karbonat verwachsen ist. Die einzelnen Spessartinkörner sind nie gross (bis etwa 0.4 mm), relativ gut kristallisiert, und zudem enthalten sie immer einen Kern eines aufgesplitterten schwarzen Minerals. Die hellen, leicht rosa gefärbten Partien im Gestein bestehen aus *Rhodochrosit*. Wie der Rhodonit treten sie fein- und grobkristallin auf. Im Dünnschliff kann man an grösseren Rhodonitkristallen ein Wachstum mit stark gebogenen Flächen erkennen. Leuchtend gelbbraune Adern im Gestein bestehen aus *Parsettensit*. Damit sind die makroskopisch erkennbaren Mineralien aufgezählt; die Manganerze enthalten aber noch eine ganze Anzahl weiterer Arten: Im Dünnschliff können in grauen, grüngrauen oder braungrauen Partien feinkristalliner Tephroit und/oder ein Mangan-Humitmineral (Alleghanyit oder Sonolith) entdeckt werden, auch etwa einzelne Körner von Galaxit. In Rhodonit-Quarzadern treten zwei Kettensilikate auf, vermutlich Ägirinaugit (ältere Bildung) und ein amiantähnlicher, manganhaltiger Amphibol (jüngere Bildung; siehe Seite 484). Es ist nicht versucht worden, die einzelnen schwarzen Manganmineralien zu bestimmen.

Uwarowit (Taf. 4)

Farbe: leuchtendes Smaragdgrün

Härte: 7–7½

Dichte: 3.77 (chemisch rein)

Kristallsystem: kubisch

Auftreten: kleine Kristalle (Rhombendodekaeder, Deltoidikositetraeder) und feinkristallin-derb, stets an chromhaltigen Serpentin gebunden.

Chemische Zusammensetzung: $\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3$, stets ist etwas Cr durch Al ersetzt.

Chemisch-kristallographische Verwandtschaft: Uwarowit ist ein Glied der Granatgruppe und damit ein Inseltetraedersilikat (= Nesosilikat).

Optik: isotrop

$n = \text{ca. } 1.87$

Alpine Vorkommen: in feinkristallinen Adern und Schlieren (Mischkristalle) und selten als freistehende Kluftminerale ($\pm$ rein, vergl. Stalder et al. 1990, Kapitel Granat-Andradit).

Chrom, ein sogenanntes Übergangselement, verleiht dem Uwarowit seine schöne, leuchtende Farbe. Im Kristallgitter sitzt das Chrom auf dem Platz, der in den meisten andern Granaten vom Aluminium oder vom dreiwertigen Eisen eingenommen wird. Das Chrom macht den Uwarowit zu einem potentiellen Edelstein. Leider bietet der Edelsteinhandel aber keine Uwarowite an. Der Grund hiezu ist sehr einfach: Die in der Natur vorkommenden Uwarowite sind entweder viel zu klein zum Verarbeiten – oder sie besitzen zu viele störende Risse und/oder Einschlüsse.

Uwarowit gehört der Mineralgruppe der Granate an, die sich unter anderem dadurch auszeichnet, dass in der Gruppe sehr viele Mischkristalle auftreten. Chemisch reine Endglieder, wie sie durch den Namen (z. B. Uwarowit, Andradit, Almandin usw.) und die entsprechende chemische Formel definiert werden, sind überaus selten. Vielmehr kommen in der Natur alle möglichen Mischungen von zwei, drei oder sogar noch mehr Endgliedern vor. Auch Uwarowit-Anteile sind in verschiedenen Mischkristallen vertreten – so z. B. im Andradit (resp. Demantoid) des Val Malenco, wo schon relativ geringe Anteile die Farbe dieses Granats ganz wesentlich «verbessern» können (vergl. Stalder et al. 1990, Tafel 10, S. 230).

Einen hohen Anteil an Uwarowit besitzen dichte, feinkristalline Granate, die kurz vor 1970 in der Zermatter Region gefunden wurden. Hochwertige Edelsteine sind es nicht – die leuchtende Smaragdfarbe aber macht sie zu attraktiven Schmucksteinen. Der Grossteil der gesammelten Granate stammte aus Sturzblöcken, die zwischen den Felswänden des Gakihaups und des Rifelhorns und dem Bodengletscher (= unterster Teil des Gornergletschers) lagen (Gnehm 1970). Die Uwarowite sind feinkristallin und unregelmässig verzahnt. In Adern und Schlieren durchziehen sie einen hellgrauen Sericitschiefer, der seinerseits Linsen innerhalb des Serpentinits bildet. Eine chemische Analyse (Prof. Th. Hügi, unpubliziert) ergab folgende, einzelne Granatanteile:

33% Uwarowit, 26–30% Andradit und 36–40% Grossular.

Vesuvian (Taf. 1)

Wichtiger als durchsichtige Kristalle (Stalder et al. 1991) sind für die gemmologische Verarbeitung grüne, dichte Vesuvianfelse, Californit genannt. Wie der Name vermuten lässt, wird Californit vor allem in Kalifornien

Farbe: grün, olivgrün, gelbgrün, rotbraun
 Härte: 6.5
 Dichte: 3.33 (Piz Lunghin, nach Berwerth, 1889, verwachsen mit Diopsid)
 Kristallsystem: tetragonal
 Auftreten: dichte, jadeähnliche Vesuvianfelse (Californit)
 Chemische Zusammensetzung: $\text{Ca}_{10}(\text{Mg,Fe})_2\text{Al}_4[(\text{OH})_4/(\text{SiO}_4)_5(\text{Si}_2\text{O}_7)_2]$
 (= Gruppen- oder Sorosilikat)
 Optik: anisotrop, einachsige-negativ
 n um 1.72 (Corno di Gesaro nach Weibel 1993)
 Δ sehr klein, im Refraktometer nicht messbar



Dichter monomineralischer Vesuvianfels, uneinheitliche Körnung. Piz Lunghin. 0.6 mm.

gefunden – und auch dort verarbeitet. Die dichten Vesuvianfelse sind in einigen Eigenschaften wie Farbe, Härte, Dichte und auch in ihrer Verwachsungstextur sehr ähnlich den Jadearten Jadeit und Nephrit. Ohne chemische Analyse und/oder röntgenographisch-kristallographische Untersuchungen können sie deshalb leicht mit Jade verwechselt werden. Aus der Schweiz sind bis anhin zwei Fundstellen mit bearbeitbarem Californit bekannt geworden.

Piz Lunghin

Der Vesuvianfels vom Piz Lunghin, Bergell GR, wurde 1889 gleich von mehreren Autoren, so z. B. von Berwerth und von Fellenberg (2 Arbeiten) beschrieben. Die anfängliche falsche Mineralbestimmung wurde rasch korrigiert und auch der richtige Fundort (Sturzblöcke im Bachbett der Canaletta bei Casatscha, Bergell) konnte einwandfrei geklärt werden.

Gefunden wurde der Vesuvianfels 1886 vom Südtiroler Dionisio Tisi, der in den Alpen systematisch Steine zum Schleifen und Polieren sammelte. Mit den Funden grüner Gesteine im Bachbett der Canaletta glaubte er, etwas Neues entdeckt zu haben. Darüber orientierte er Giovanni Stampa, Lehrer in Borgonovo im Bergell. Als Tisi 1887 nach kurzer Krankheit im Unterengadin unerwartet starb, sandte Stampa Proben des unbekannten Materials an den Mineralienhändler Dr. Theodor Schuckardt in Görlitz, Sachsen. Von hier erhielt das Material rasch eine gewisse Verbreitung. Erste Bestimmungen an den Geröllen liessen vermuten, dass diese aus Jadeit bestehen. Im Zusammenhang mit der sog. «Nephritfrage» interessierten sich nun auch Archäologen für das Gestein, denn in vielen neolithischen Siedlungen hatte man Steinbeile nephritischer und jadeitischer Zusammensetzung gefunden, ohne deren Herkunft abklären zu können (vgl. Kapitel «Jade»). Kam der Piz Lunghin als Ursprung für das neolithisch verarbeitete Rohmaterial wohl in Frage? – Berwerth (1889) machte diesen Spekulationen rasch ein Ende, indem er nachwies (chemische Analyse), dass am Piz Lunghin eben nicht Jadeit, wohl aber Vesuvian resp. Vesuvian in inniger Verwachsung mit Diopsid gefunden worden war. Seine makroskopische und mikroskopische Gesteinsbeschreibungen entsprechen auch heutigen Anforderungen noch durchaus.

Über Schuckardt in Görlitz erfuhr von Fellenberg vom Naturhistorischen Museum Bern die Adresse des Lehrers G. Stampa in Borgonovo. Fellenberg begab sich kurz darauf ins Bergell und besichtigte zusammen mit Stampa die Vesuvian-Fundstelle. Ein Vordringen bis an die Abbruchstelle der Sturzblöcke in der Südwand des Piz Lunghin war allerdings nicht möglich (von Fellenberg 1889 a und b).

Auch Cornelius (1913) gelang es nicht, bis zum Anstehenden des Vesuvianfels aufzusteigen. Er fand in der Region aber einige weitere Stellen

mit Vesuviangestein. Doch trat hier das Mineral viel grobkörniger auf als in der Südwand des Piz Lunghin. Gemeinsam ist diesen Funden, dass sie alle im Kontakt mit dem Serpentin der penninischen Platta Decke vorkommen.

Der Vesuvian-Diopsidfels vom Piz Lunghin weist verschiedene Farbtöne auf. Diese sind vom Mischungsverhältnis des weissgrauen Pyroxens mit dem grünen Vesuvian abhängig. Die dichten grünen Massen sind die schönsten Partien des Gesteins, sie bestehen aus fast reinem Vesuvian. Berwerth bemerkte, dass vor allem diese Partien «ausserordentlich politurfähig sind» und empfahl dieselben zur Verarbeitung in Schleifereien. Der Empfehlung kam damals kaum jemand nach. Einzig von Fellenberg, der sich über die zuerst erfolgte Fehlbestimmung sehr ärgerte, liess eine californithaltige Probe sägen ($13 \times 12.5 \times \text{ca. } 2.5 \text{ cm}$) und einseitig polieren. Zudem veranlasste er, dass auf der polierten Fläche folgender Schriftzug in Goldlettern eingraviert wurde: «Vesuvian – Piz Longhin – Bergell» (siehe unten).



Die abgebildeten Californit-Cabochons (Taf. 1) sind rund 100 Jahre nach dem Fund des Rohmaterials, das sich in der Sammlung von Fellenbergs vorfand, hergestellt worden. Die geschliffenen Steine mit ihrer guten Lichtdurchlässigkeit, den angenehmen grünen Farbtönen, die in ihrer verschiedenartigen Verteilung jedem einzelnen Stein ein individuelles Gepräge verleihen, würden sicher sofort Liebhaber finden. Noch handelt es sich aber durchwegs um Unikate, die auf dem Markt nicht angeboten werden. Über die Verbreitung des Californits am Piz Lunghin ist kaum etwas bekannt. Vesuvian kommt zwar öfter vor, guter schleifwürdiger Californit scheint aber selten zu sein.

Corno di Gesero

Beim Studium der Gesteins-Metamorphose in der sogenannten Wurzelzone, zwischen Bellinzona und dem Comersee, stiessen die beiden ETH-Professoren A. Gansser und E. Dal Vesco (1962) auf ein Gestein, das sie wie folgt charakterisierten: «Makroskopisch sieht das grüne Gestein wie Edelserpentin aus: der Härte entsprechend würde man es aber als Jadeit bezeichnen». – Es war Vesuvian in der Ausbildung von Californit. Das Gestein fanden sie (neben andern grünen Mineralien) als Einschluss in serpentiniisiertem Olivinfels. Dieser wiederum bildet eine langgezogene Gneis-

Einlagerung, die vom Corno di Gesero nach Osten hinunter zieht ins Val d'Albionasca, südlich Roveredos, Misox GR.

Entsprechender Californit ist vor kurzem im gleichen geologischen Verband östlich des Corno di Gesero neu aufgefunden worden. Der eine Finder war Edelsteinschleifer, der das Gestein sofort als dankbares Rohmaterial für seine Werkstatt erkannte. Viel war es zwar nicht, was er bergen konnte, doch kleinste Partien des Californits wiesen eine unwahrscheinliche Durchsichtigkeit auf, wie sie in feinkristallinen monomineralischen Gesteinen nur ganz ausnahmsweise vorkommt. Aus dem besten Material konnten durchsichtige, fazettierte Steine (bis zu 1.54 ct) hergestellt werden. Ohne Untersuchungen im Polarisationsmikroskop ist der feinkörnige Charakter des Californits nicht auszumachen.

Die Steine sind gelblich grün, glasglänzend, sie besitzen eine gleichmässige Durchsichtigkeit, kaum Einschlüsse, doch weisen sie einen ganz schwachen Trübeschleier auf. Andere Vesuvianfelse eigneten sich zum Verarbeiten in Cabochons.

Weibel (1993) hat den Vesuvianfels vom Corno di Gesero ausführlich beschrieben, wobei er auch das geologische Umfeld vorstellte.

Allalingabbro (Taf. 4)

In Abweichung vom vorangehenden Text wird hier kein Mineral, sondern ein Gestein vorgestellt. Es ist ein Gestein, das zwischen dem Saaser- und dem Mattertal in einer hochalpinen Landschaft den Untergrund von ca. 6 km² ausmacht, der aber infolge Gletscher-, Firn- und Geröllbedeckung nur zu etwa 20% zugänglich ist (Meyer 1983). Im Zusammenhang mit der Schmucksteinverarbeitung interessierten nur die Varietäten mit dem leuchtend grünen Omphazit und dem jadeähnlichen Saussurit. Früher wurde das Gestein allgemein als Smaragdit-Saussurit-Gabbro bezeichnet.

Smaragdit ist ein Name, der in den heutigen Minerallisten nicht mehr zu finden ist; es war ein überflüssiger Name für chromhaltigen Aktinolith. Tatsächlich kommt im Allalingabbro aber fast kein Aktinolith vor, jedoch viel chromhaltiger Omphazit. Es gibt also zwei Gründe, warum der Begriff Smaragdit nicht mehr gebraucht werden sollte.

Saussurit wurde erstmals vom Genfer Gelehrten Horace Bénédict de Saussure (1740–1799), dessen Portrait auf der 20-Franken-Banknote zu finden ist, beschrieben. Das «Mineral» entdeckte er in Geröllen von Allalingabbro, die der eiszeitliche Rhonegletscher bis in die Umgebung von Genf verfrachtet hatte. Sein Sohn hat das «Mineral» später nach seinem Vater benannt. Saussurit ist aber gar keine selbständige Mineralart, sondern ein feinkörniges resp. feinfaseriges dichtes Gemisch von mehreren Arten, die aus Plagioklas (= Kalknatron-Feldspat) entstanden sind. Saussurit bildet sich bei der Umwandlung (= Metamorphose) eines Gesteins, z. B. eines Gabbros. Das Mineralgemisch ist hart (Härte 6½–7), grau, graugrün oder bläulichgrün und in dünnen Splittern durchscheinend. Vor rund 200 Jahren ist vorgeschlagen worden, das «Mineral» Schweizerische Jade zu nennen. Saussurit ist übrigens ein Begriff, den die Petrographen heute weltweit im oben angegebenen Sinn gebrauchen. Dabei ist die Zusammensetzung des Saussurits nicht genau definiert, da sie je nach der Intensität der Metamorphose, die das Gestein erlitten hat, verschieden sein kann. Sogar der Saussurit des Allalingabbros ist nicht einheitlich zusammengesetzt, da es darauf ankommt, welche Umwandlungsstufe eine ganz bestimmte Gabbroprobe

repräsentiert. Bei den höchsten Temperaturen entstanden, unter dem Einfluss wachsenden Druckes, aus dem Plagioklas des Allalingabbros Zoisit, Jadeit, Quarz und etwas Kyanit. Diese Zusammensetzung entspricht ungefähr dem Saussurit, den de Saussure (1780) beschrieben hat.

Das auffälligste Mineral des Allalingabbros ist der leuchtend grüne *Omphazit* (ein Cr-haltiger, Na- und Al-führender Pyroxen). Es ist ein Mineral, das im primären Gabbro nicht vorhanden war, das sich aber, als das Gestein höhern Drucken ausgesetzt wurde, aus dem magmatischen Pyroxen (= Klinopyroxen) – und andern Mineralien – neu gebildet hat. Die «geologische Geschichte» des Allalingabbros ist äusserst komplex. Sie wurde überaus sorgfältig und gut dokumentiert von J. Meyer (1983) erarbeitet. Nach der Erstarrung der (magmatischen) Schmelze wurde das Gestein, als Folge der Kollision der europäischen und der afrikanischen Platte, in grosse Tiefen versenkt (= subduziert). Dabei stieg der Druck, dem das Gestein ausgesetzt war, auf etwa 20 Kilobar. Gesteinsabtrag an der Oberfläche, vor allem aber mehrfache tektonische Bewegungen im Bereich der einstigen Subduktion, führten dazu, dass der Gesteinskörper des Allalingabbros mit sukzessiver Abnahme von Druck und Temperatur schliesslich an die Erdoberfläche gelangte. Bei seiner Versenkung in grosse Erdtiefen und dem Wiederaufstieg hat der Gabbro mehrfache Umwandlungen (= Metamorphosen) erlitten. Diese haben aber oft nur einzelne Bereiche des Gesteinskörpers erfasst. So ist es möglich, dass ein bestimmtes Gestein meist nicht alle, sondern nur ganz bestimmte Umwandlungsstufen repräsentiert. Der «Allalingabbro» wird von den Petrographen allgemein als Metagabbro, d. h. metamorpher Gabbro, bezeichnet.

Den Allalingabbro haben als erste die Menschen der Pfahlbauzeit (= Neolithikum) im westlichen schweizerischen Mittelland entdeckt. Weil das Gestein überaus dicht und zäh ist und nur ganz langsam verwittert, haben sehr viele Gesteinsblöcke während der Eiszeit den Gletscherabtransport vom Oberwallis ins Mittelland gut überstanden, d. h. besser als fast alle andern Gesteine. Die «Pfahlbauer» fanden den Allalingabbro in den Moränenablagerungen des eiszeitlichen Rhonegletschers. Es scheint, dass sie vor allem saussuritreiche Varietäten des Allalingabbros bevorzugten. Daraus verfertigten sie vorwiegend Beile, und zwar waren es vor allem grosse Beile, solche bis über 20 cm Länge und viele um die 15 cm. Dies kann nach einer Durchsicht der abgebildeten Steinbeile von Twann (Ausgrabung 1974–1976) geschlossen werden (Willms 1980).

Heute wird der Allalingabbro etwa zu Würfeln, Platten und Aschenbechern verarbeitet. Bei sorgfältiger Auswahl des Gesteins können auch Medaillons und Cabochons hergestellt werden. Gewisse Varietäten des Allalingabbros enthalten Talk oder andere Phyllosilikate, diese sollten vom Schleifer gemieden werden, da beim Schleifen sonst ein zu ausgeprägtes Relief entsteht.

Literatur

- Bearth, P. (1952): Beitr. geol. Karte Schweiz, NF 96.
Bearth, P. (1959): Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 39, 267–286.
Berwerth, F. (1889): Ann. naturhist. Mus. Wien 4, 87–97.
Bonatti, E., Zerbi, M., Kay, R., und Rydell, H. (1976): Geol. Soc. Amer. Bull. 87, 83–94.
De Capitani, Chr. (1983): Petrographische Untersuchungen in der Gegend Furtschellas – Grialetsch (Oberengadin). Liz. MPI, Universität Bern, 148 S.

- De Capitani, Ch., und Peters, Tj.* (1981): Contr. Mineral. Petrol. 76, 394–400.
- Cornelius, H. P.* (1912): N. Jb. Mineral. etc. 35. Beilage Bd. 374 S.
- Chopin, C.* (1990): Schriftl. Mitteilung.
- Chopin, C., et al.* (1993): Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 73, 1–9 (erschieden während der Drucklegung dieser Arbeit).
- Damour, A.* (1863): Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris), 56, 861–865.
- Dietrich, V., de Quervain, F., und Gross, G.* (1968): Beitr. Geol. Schweiz. Geotech. Ser. L. 46, 78 S.
- von Fellenberg, Edm.* (1889a): N. Jb. Mineral. Bd. I, 103–110.
- von Fellenberg, Edm.* (1889b): Mitt. Natf. Ges. Bern, 219–222.
- von Fellenberg, L. R.* (1865): Mitt. Natf. Ges. Bern, 112–125.
- Fehlmann, H.* (1947): Der schweizerische Bergbau während des zweiten Weltkrieges. Bureau f. Bergbau, vervielfältigt.
- Ganguin, J.* (1980): Contribution à la caractérisation du métamorphisme polyphase de la zone de Zermatt–Saas Fee. Thèse ETHZ No. 8731. 311 p.
- Gansser, A. und Dal Vesco, E.* (1962): Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 42, 153–168.
- Geiger, Th.* (1948): Beitr. Geol. Schweiz. Geotechn. Ser. 27, 89 S.
- Gnehm, G.* (1970): Schweizer Strahler 2, 81–101.
- Graeser, S.* (1984): Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 64, 1–10.
- Graeser, S. Schwander, H., Bianchi, R., Pilati, R., and Gramaccioli, C. M.* (1989): Amer. Mineralogist 74, 676–684.
- Grenouillet, W.* (1921): Jb. Naturf. Ges. Graubünden Jg. 60.
- Gross, G.* (1963): Heimatwerk, Blätter f. Volkskunst u. Handwerk 28, 129–148.
- Gross, G.* (1971): Heimatwerk, Blätter f. Volkskunst u. Handwerk 36, 115–121.
- Hügi, Th.* (1945): Eclogae geol. Helv. 38, 417–421.
- Hügi, Th.* (1948): Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 28, 157–164.
- Jakob, J.* (1923): Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 3, 227–237.
- Jakob, J.* (1926): Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 6, 376–380.
- Kenngott, A.* (1866): Die Minerale der Schweiz. Leipzig. 458 S.
- Klein, H. H.* (1976): Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 56, 435–456.
- Mellini, M., Merlino, S., and Pasero, M.* (1984): Physics and Chemistry of Minerals 10, 99–105.
- Meyer, J.* (1983): Mineralogie und Petrologie des Allalingabbros. Dissertation Univ. Basel. 329 S.
- Osterwalder, Chr.* (1977): Die ersten Schweizer. Scherz Verlag Bern 339 S.
- De Saussure, H. B.* (1780): Voyages dans les Alpes. Vol. 1, § 112.
- Schmidt, C.* (1920): Texte explicatif de la carte des gisements des matières minérales de la Suisse. 197 S.
- Stalder, H. A.* (1991): Schweizer Strahler 9, 173–268.
- Streckeisen, A.* (1928): Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 8, 87–239.
- Suana, M.* (1984): Beitr. Geol. Schweiz. Geotechn. Ser. 64, 93 S.
- Trommsdorff, V., Schwander, H., und Peters, Tj.* (1970): Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 50, 539–545.
- Tarnuzzer, Ch.* (1923): Beitr. Geol. Schweiz. Geotechn. Ser. 13. Lief., 1. Bd., 280–284.
- Webster, R.* (1983): Gems. 4th edition, revised by B. W. Anderson. Butterworths London. 1006 S.
- Weibel, M.* (1988): Mineralienfreund 26, 41–45.
- Weibel, M.* (1993): Mineralienfreund 31, 5–11.
- Willms, Ch.* (1980): Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann. Bd. 9, 145 S. Staatl. Lehrmittelverl. Bern.



Geschliffene und polierte Erzplatten.

Oben links: «Parsennstein», Fondei, GR. 6 cm.
Oben rechts: Rhodonit (rosa), Tinzenit (braungelb), Mn-Oxide (schwarz). Falotta GR. 4.5 cm.

Unten links: Pyroxmangit (rosa), Rhodochrosit (hell-rosa), Tephroit (grau), Spessartin (braungelb). Furt-schellas GR. 5.5 cm.

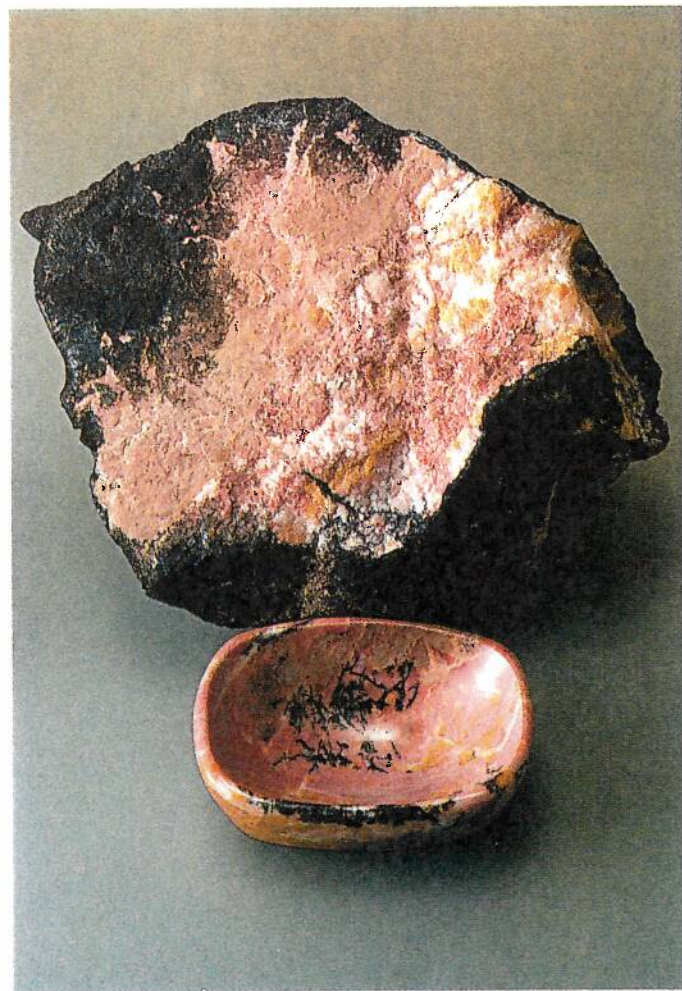
Unten rechts: Rhodonit (rosa), Spessartin (braungelb). Alp Tanatz GR. 5.5 cm.

Plaques de minerais taillées et polies.

Haut, gauche: «Pierre de parsenn», Fondei, GR. 6 cm.
Haut, droite: Rhodonite (rose), tinzenite (brun jaune), oxyde-Mn (noir). Falotta GR. 4.5 cm.

Bas, gauche: Pyroxmangite (rose), rhodochrosite (rose pâle), téphroïte (gris), spessartite (brun jaune). Furt-schellas GR. 5.5 cm.

Bas, droite: Rhodonite (rose), spessartite (brun jaune). Alpe Tanatz GR. 5.5 cm.



Oben links: Uwarowit. Gornergletscher VS. 5.2 cm.
Oben rechts: Jadeit – Neolithische Steinbeile (bis 4.3 cm lang), z. T. gebrochen. Pfahlbausiedlung Gerolfingen, Bielersee BE.

Unten links: Manganerzprobe, Schale, v. a. Rhodonit. Alp Tanatz GR. 11 cm.
Unten rechts: Allalingabbro-Platte (granatführend), Schale, Cabochons. Allalingletscher VS. 16 cm.

Haut, gauche: Uvarovite. Glacier du Gorner VS. 5.2 cm.
Haut, droite: Jadeite – haches de pierre néolithiques (long. 4.5 cm) en partie cassées. Station lacustre Gerolfingen, Lac de Bienne BE.

Bas, gauche: Echantillon de minéral de manganèse, coupe en rhodonite, 11 cm, Alpe Tanatz GR.
Bas, droite: Plaque de gabbro d'Allaline (granatifère), coupe et cabochons. Glacier d'Allaline VS. 16 cm.