

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
Band: 52 (1972)
Heft: 3

Vereinsnachrichten: Bericht über die 47. Hauptversammlung der Schweiz.
Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft in Luzern :
Freitag, 13. Oktober und Samstag, 14. Oktober 1972

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 27.01.2026

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

Bericht über die 47. Hauptversammlung der Schweiz. Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft in Luzern

Freitag, 13. Oktober und Samstag, 14. Oktober 1972

A. Bericht des Vorstandes für 1971

Bericht des Präsidenten

Mitgliederbestand

Im Jahre 1971 sind 21 persönliche Mitglieder (davon 9 aus dem Ausland) und 2 unpersönliche Mitglieder neu in unsere Gesellschaft eingetreten. Es sind dies:

H. Becker, Hannover	A. Pecher, Grenoble
P. Blanc, Le Mont sur Lausanne	H. Pfeifer, Zürich
R. Bühler, Zofingen	Dr. J. Pistotnik, Graz
E. Canonica, Corticiasca	G. Sawatzki, Genève
Dr. R. Compagnoni, Torino	Prof. W. Schreyer, Bochum
A. Fransolet, Liège	Dr. W. Schweizer, Zuoz
M. Kampf, Velbert	Prof. J. Touret, Nancy
A. Kipfer, Zürich	R. Wanner, Wettingen
H. Klein, Basel	Dr. H. Weninger, Leoben
K. Kunz, Reiden	A. Zingg, Liestal
F. Oberli, Zürich	

Mineralog.-Petrologisches Institut, Giessen
Institut für Mineralogie und Petrographie, Salzburg

Durch Tod verlor die Gesellschaft Herrn E. Kolbinger, Basel.
Den 23 Neueintritten und 2 Wiedereintritten stehen 15 Austritte gegenüber.

Eintritte	25
Austritte	15
Zuwachs	10

Mitgliederbestand am 31. 12. 1970	451
Zuwachs	10
Mitgliederbestand am 31. 12. 1971	461

Todesfälle

Im Jahre 1971 ist Herr E. Kolbinger, Basel, von uns gegangen. Er hat im Ott-Verlag, Thun, als Lektor gewirkt und hat dort insbesondere das geologische Schrifttum betreut.

Im Jahre 1972 sind uns Dr. Franz Häfliger, Basel, und Prof. Franz Karl, Kiel, entrissen worden. Herr Dr. Franz Häfliger war als Chemiker in der Firma Geigy tätig und war dort Vize-Direktor der Abteilung Pharmaka gewesen. Er war ein passionierter Mineraliensammler und besass eine schöne eigene Sammlung. Nach seinem Rücktritt aus der Firma nahm er an der Arbeitsgemeinschaft Lengenbach tätigen Anteil.

Herr Prof. Franz Karl stammte aus dem österreichischen Alpenland und hat als Geologe und Petrograph besonders in den Hohen Tauern gearbeitet. Verschiedentlich hat er Fachkollegen aus dem Ausland in sein Arbeitsgebiet eingeführt. Daneben befasste er sich intensiv mit gefügekundlichen Arbeiten. Nach seiner Ernennung zum Ordinarius für Mineralogie und Petrographie an der Universität Kiel hat er seine Tätigkeit auch auf andere Gebiete ausgedehnt. Noch im Herbst 1971 leitete er die Tagung der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft in Kiel.

Wir werden den drei Herren ein dankbares Andenken bewahren.

Jahresversammlung

Die Jahresversammlung fand im Rahmen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft am 8. Oktober 1971 in Fribourg statt. In der wissenschaftlichen Sitzung wurden 16 Vorträge gehalten, über die in den SMPM 51/2-3 berichtet worden ist. Die Veranstaltung zeigte bei über 50 Teilnehmern einen regen Besuch. An der geschäftlichen Sitzung wurden die laufenden Traktanden erledigt.

Vorgängig der Jahresversammlung fand vom 4.-7. Oktober 1971 eine geologisch-petrographische Exkursion ins Mont-Blanc-Aiguilles-Rouges-Massiv statt, die von Prof. J. F. von Raumer (Fribourg) geleitet wurde. Sie war von prächtigem Herbstwetter begünstigt. 28 Fachkollegen (darunter 8 aus dem Ausland) nahmen daran teil. Ein Exkursionsbericht erschien in SMPM 51/2-3, S. 554-562.

Finanzielles

Die Gesellschaft dankt ihren Donatoren für die grosszügige finanzielle Unterstützung, die sie ihr gewährt haben. Ebenfalls verdankt die Gesellschaft der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft einen Beitrag von Fr. 10 000 zur Mithilfe bei der Herausgabe der Schweiz. Mineralogischen und Petrographischen Mitteilungen.

Verschiedenes

Der Vorstand übermittelte seine Glückwünsche Prof. N. Oulianoff (Lausanne), der in seltener Rüstigkeit seinen 90. Geburtstag feiern durfte. Ebenfalls gratulierte er Prof. R. Galopin (Genève) und seinem Präsidenten zum 70. Geburtstag.

Im Jahre 1974 wird die Gesellschaft das Jubiläum ihres 50jährigen Bestehens feiern. Es ist beabsichtigt, zu diesem Anlass ein Sonderheft der SMPM zum Thema «Alpidische Metamorphosen in den Alpen» erscheinen zu lassen.

Der Präsident: *A. Streckeisen*

Jahresrechnung 1971**Betriebsrechnung**

Einnahmen	Mitgliederbeiträge	13 942.85
	Zinsen	3 803.80
	Zeitschrift: Verlagsverkauf 1970	16 697.50
	Verkauf an Mitglieder	746.—
	Autorbeiträge	19 743.75
	Subvention SNG	10 000.—
	World Directory of Mineralogists	99.—
		<hr/>
		65 032.90
Ausgaben	Heft 3/1970	15 771.05
	Heft 1/1971	31 278.—
	Heft 2 + 3/1971 (Teilzahlung)	14 000.—
	IMA und IAGC	390.80
	Honorare an Redaktor, Kassier und Sekretär	4 000.—
	Verwaltungsspesen und Drucksachen	2 241.82
		<hr/>
	Betriebsverlust 1971	67 681.67
		<hr/>
		2 648.77
		<hr/>
		65 032.90

Bilanz per 31. 12. 1971

Aktiven	Postcheck	1 167.99
	Kontokorrent	8 998.18
	Depositenkonto	15 597.20
	Anlagesparkonto	42 480.95
	Kasse	603.51
	Wertschriften (Nominalwert)	25 000.—
Passiven	Leemann AG	<hr/> 50 278.—
	Kapitalstand per 31. 12. 1971	<hr/> 43 569.83
Abschluss	Kapitalstand per 31. 12. 1970	<hr/> 46 218.60
	Betriebsverlust 1971	<hr/> 2 648.77
		<hr/> 43 569.83

Der Kassier: *M. Weibel***Bericht des Redaktors**

Im Jahre 1971 erschienen 2 Hefte von Bd. 51 der Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Mitteilungen, wobei das zweite Heft als Doppelheft (Nr. 2+3) erschien; dadurch konnte der starke Rückstand in der Druckerei aufgeholt werden.

Der Band umfasst 588 Seiten mit 174 Textfiguren, 45 Tabellen, 20 Tafelbeilagen und enthält 21 Artikel, von denen 10 in deutscher, 5 in französischer und 6 in englischer Sprache abgefasst sind. 3 Arbeiten sind Dissertationen (1 Zürich, 2 Basel); eine Arbeit ist zugleich als «Kleinere Mitteilung» der Geotechnischen Kommission erschienen.

Band 51 enthält den Bericht über die 46. Hauptversammlung in Fribourg mit 6 Referaten; ferner den «Final Report» des Schweizerischen Upper Mantle-Komitees.

Den Herren Proff. S. Ayrton, W. Nowacki und R. Woodli von der Redaktionskommission sei für ihre wertvolle Mithilfe der beste Dank ausgesprochen.

Erstellungskosten von Band 51

	<i>Heft 1</i>	<i>Heft 2 + 3</i>
Kosten zu Lasten der SMPG	14 975.60	12 766.80
Druckkostenbeiträge und Rückerstattungen für Separata	9 137.80	18 511.20
Total Erstellungskosten	24 113.40	31 278.—
Total Kosten für Band 51		55 391.40

Der Redaktor: *A. Spicher***B. Sitzungsprotokoll****1. Geschäftliche Sitzung**

Freitag, 13. Oktober 1972, Kantonsschule Alpenquai, Luzern.

Vorsitz: Prof. Dr. A. Streckeisen, Präsident.

Anwesend: 30 Personen.

1. Der Präsident verliest den auf S. 557 abgedruckten Jahresbericht.
2. Der Redaktor unterbreitet den Rechenschaftsbericht über die Herausgabe der «Mitteilungen» (siehe S. 559).
3. Der Kassier legt die Jahresrechnung 1971 vor, die mit einem Betriebsverlust von Fr. 2648.77 zu Buche steht (siehe S. 559). Gemäss Antrag der Rechnungsrevisoren wird sie von der Versammlung einstimmig genehmigt und dem Kassier Décharge erteilt.
4. Das vom Kassier vorgelegte Budget sieht für das Jahr 1973 folgende Einnahmen vor: Mitgliederbeiträge Fr. 14 000.—, Verlagsverkauf Fr. 16 000.—, Autorenbeiträge Fr. 20 000.—, Zinsen Fr. 4000.—, Subvention SNG Fr. 10 000.—. Total Fr. 64 000.—. Die Ausgaben werden bei einem Defizit von Fr. 3000.— mit Fr. 67 000.— voranschlagt: Zeitschrift Fr. 60 000.—, Verwaltung Fr. 7000.—. Das Budget wird einstimmig genehmigt.
5. Wahlen.

Als neuer Rechnungsrevisor wird Herr Dr. M. H. Masson, Lausanne, gewählt. Herr Prof. A. Streckeisen wird als Delegierter in den Senat und an die Mitgliederversammlung der SNG gewählt, als sein Stellvertreter in beiden Abordnungen wird Herr Dr. A. Spicher bezeichnet.

6. Dem Antrag des Vorstandes Folge leistend, stimmt die Mitgliederversammlung einer Reihe von kleinen Statutenänderungen zu. Die vier neu formulierten Artikel lauten nun wie folgt:

Art. 7. Die persönlichen Mitglieder entrichten entweder einen jährlichen Mitgliederbeitrag oder erwerben durch eine einmalige Ablösung in der Höhe des 35fachen geltenden Jahresbeitrages die lebenslängliche Mitgliedschaft. Der jährliche Mitgliederbeitrag wird durch Beschluss der Mitgliederversammlung festgesetzt. Jahresbeiträge sind zu Beginn des laufenden Jahres fällig. Das Vereinsjahr ist das Kalenderjahr.

Mitglieder, die während 50 Jahren der Gesellschaft angehörten, sind als Freimitglieder von der Entrichtung des Jahresbeitrages befreit.

Art. 9. Nichtbezahlen des Mitgliederbeitrages hat im ersten Jahr, nach erfolgloser Mahnung, die Einstellung der Zustellung der SMPM, im zweiten Jahr die Streichung aus der Mitgliederliste zur Folge.

Art. 23. Der Vorstand wird von der Mitgliederversammlung auf die Dauer von drei Jahren gewählt; er setzt sich zusammen aus dem Präsidenten, dem Vizepräsidenten, dem Sekretär, dem Kassier, dem Redaktor der «Mitteilungen» und 4 bis 6 Beisitzern. Die Mitglieder des Vorstandes sollen soviel wie möglich den verschiedenen Landesteilen angehören. Sämtliche Vorstandsmitglieder müssen Mitglieder der Gesellschaft sein.

Das Amt des Präsidenten darf von der gleichen Person ohne Unterbruch nur während einer Amtsperiode ausgeübt werden.

Der Amtsantritt erfolgt auf den 1. Januar.

Art. 24. Dem Vorstand liegt die Besorgung sämtlicher Vereinsgeschäfte ob, insfern sie nicht laut Statuten in den Bereich eines andern Organes fallen; er vertritt die Gesellschaft nach aussen.

Es liegt in der Kompetenz des Vorstandes, Delegierte in die in Art. 3 erwähnten oder andere Körperschaften zu ernennen. Die Ernannten, deren Amtsdauer von Fall zu Fall festgelegt wird, müssen Mitglieder der SMPG sein; wenn sie nicht dem Vorstand angehören, können sie mit beratender Stimme zu den Vorstandssitzungen beigezogen werden. Der Vorstand kann auf Gesuch hin beschliessen, ihnen eine Entschädigung für ausgewiesene Spesen auszurichten.

Präsident und Sekretär führen die für die Gesellschaft verbindliche, rechtsgültige Unterschrift.

7. Über die IMA-Tagung (21.–28. August 1972) berichtet kurz Herr Prof. Th. Hügi (vgl. S. 581 dieses Heftes).

Der Sekretär: *H. A. Stalder*

2. Wissenschaftliche Sitzung

Freitag, 13. Oktober 1972, 9.00 Uhr, Kantonsschule Alpenquai, Luzern.

Vorsitz: Prof. E. Nickel und Prof. Ed. Wenk.

Anwesend: 60 Personen.

R. Wetzel (Basel): *Chlorite aus der Monte-Rosa-Decke.*

K. Bächtiger (Zürich), **G. Rüdlinger** (Chur) und **W. Cabalzar** (Chur): *Scheelit in Quarz- und Fluorit-Gängen am Calanda (Kt. Graubünden).*

Durch die starken Schneefälle im Winter 1969/70 sind NE der Grube «Tschengels» im Raume des alten Goldbergwerkes «Goldene Sonne» (BÄCHTIGER 1967, 1968, 1969 a, b, 1971) auch starke Lawinenniedergänge verursacht worden, wodurch stellenweise die gesamte Humusdecke entfernt und neue Quarz- und Fluorit-Gänge in wenig metamorphen

Sandsteinen und Schiefern der obersten Quarten-Serie (Obere Trias) freigelegt worden sind. Diese wurden im Frühling 1970 von Dr. K. Bächtiger und völlig unabhängig und in Unkenntnis davon auch von den beiden Strahlern G. Rüdlinger und W. Cabalzar (1972) besucht und dabei das Vorhandensein von neuen offenen Klüften und Drusen mit alpinen Zerrkluftmineralien festgestellt. Neben vielen *Bergkristallen* und vereinzelt auch frei gewachsenen idiomorphen Individuen von *Fluorit*, *Dolomit* und etwas *Pyrit* erregte auch ein gelblichweisses bis orangebraunes derbes, körniges und vereinzelt in gedrungenen hypidiomorphen tetragonalen Bipyramiden von erheblichem Gewicht auftretendes Mineral das Interesse bei allen Beteiligten. Eine intensive *bläulichweisse Fluoreszenz bei kurzwelliger UV-Strahlung* liessen bei K. Bächtiger den Verdacht auf das Ca-Wolframat *Scheelit*, das von ihm gegenwärtig systematisch gesucht wird, aufkommen, was röntgenographisch leicht bestätigt werden konnte. Unabhängig davon wurde von Dr. H. Stalder¹⁾ den beiden Strahlern das unbekannte Mineral ebenfalls röntgenographisch als Scheelit bestimmt. Im Zusammenhang mit seinen Forschungsarbeiten am Calanda wurde von BÄCHTIGER (1973) die Scheelit-Vererzung im Raum der «Goldenene Sonne» mit der UV-Lampe diesen Sommer näher lokalisiert. Dabei zeigte es sich, dass sie sich in der weiteren Umgebung einer unterhalb der Grube «Tschengels» von SW nach NE streichenden Flexur von der Quarten-Serie über die hydrothermal örtlich stark beeinflussten grau-grünen Scrizit-Schiefer der Tschengeler Schiefer-Serie mit eingelagerten Bänken von z. T. sandigen Echinodermen-Brekzien und Spatkalken bis zum Horizont der Opalinusschiefer (Mittleres Aalenian) erstreckt und zwar in dreierlei Formen: 1. als *feinst- bis grobkörnige Imprägnation* von Nebengestein und Gangartbildungen, 2. als *feine bis max. 1 cm mächtige Adern* von fast reinem Scheelit in Gangmasse oder als *Gemenge von Scheelit und Gangart* in Form von Nestern, Linsen oder Adern im Nebengestein und 3. als *hypidiomorphe Einsprenglinge* in Gangart und als *idiomorphe frei gewachsene Einkristalle und Aggregate* (bis zu 3 cm Ø) davon in offenen Klüften und Drusen auf Nebengestein, auf derber oder idiomorpher Gangart wie Bergkristall bzw. Quarz und Fluorit etc. aufgewachsen oder merkwürdigerweise auch *frei liegend in Kluftlehm* eingebettet. Nur im dritten Falle der Einkristalle oder hypidiomorphen tetragonalen dunkelgelben und perlmutterglänzenden Umrisse in Gangmasse ist der Scheelit von blossem Auge und ohne Nachweis seines charakteristischen Fluoreszenz-Verhaltens einigermassen sicher als solcher zu erkennen, sonst kaum. Solche Klüfte und Drusen mit Scheelit als alpines «Zerrkluftmineral» konnten aber bis heute nur an einer Stelle in der Quarten-Serie und an einer in der Echinodermen-Brekzie festgestellt werden: Am ersten Orte traten die grössten bis heute gefundenen Bipyramiden von max. 1 1/2 cm Länge und orangebräunlicher Farbe auf, bisweilen auch mit zusätzlichen Flächen wie c etc., deren goniometrische Ausmessung aus zeitlichen Gründen leider noch nicht möglich war. Im Dogger erreichten die dunkelgelben tetragonalen Kristalle in den auch kleineren Klüften und Drusen als vorher nur eine max. Grösse von ca. 4 mm. Scheelit in gelblichweissen bis dunkelgelben grösseren Adern in derbem Quarz und Fluorit oder als salbandartige Rutschharnische konnte bis heute nur in der Umgebung der Klüfte und Drusen mit den grössten frei gewachsenen Kristallen von Scheelit in der Quarten-Serie angetroffen werden. Hypidiomorphe bis xenomorphe Einsprenglinge von Scheelit (bei grobem Korn meist dunkelgelb, feinkörnig gelblichweiss-weiss) finden sich in Verwachsung mit den Gangartmineralien Quarz und Fluorit praktisch ebenfalls nur in der Quarten-Serie, mit Quarz und Kalzit aber recht häufig in der Tschengeler Schiefer-Serie und in den Opalinusschiefern. Die Nachforschungen mit der UV-Lampe brachten aber disperse Imprägnationen von gelblichen Scheelitkörnern mit örtlich z. T. erstaunlichen Konzentrationen von der Quarten-Serie ebenfalls bis in die Opalinusschiefer zutage, ohne dass solche von blossem Auge nur irgendwie zu erkennen wären, da der Korndurchmesser in den meisten Fällen bei einigen Millimetern liegt und die Ähnlichkeit zu detritischem Quarz sehr gross ist. Untersuchungen mit der Elektronenmikrosonde²⁾ zeigten, dass der *Scheelit sehr rein* ist, nämlich nur ca. 0,03

¹⁾ Naturhistorisches Museum Bern, Bernastrasse 15, 3000 Bern.

²⁾ Die Analyse ist in verdankenswerter Weise von Herrn dipl. sc. nat. J. Sommerauer, Inst. f. Krist. u. Petr. ETH Zürich, ausgeführt worden.

Gew.-% Mo enthält, worauf auch die bläulichweisse Fluoreszenzfarbe zurückzuführen ist. Der den Scheelit in der Quarten-Serie vorwiegend als Imprägnation des Nebengesteins, selten als frei gewachsene Pentagondodekaeder oder Gangarteinschlüsse begleitende *Pyrit* enthält kein Au, W oder Co über der Messgrenze, sondern nur etwas Ni (< 0,1 Gew.-%) und Cu (< 0,05 Gew.-%). Unter den *Gangartmineralien* sind besonders die *Bergkristalle* von bisweilen mehreren Zentimetern Länge bemerkenswert, worunter nicht selten auch solche mit dem Dauphiné-Habitus und den zusätzlichen Flächen x und s anzutreffen sind. Örtlich geradezu häufig, nämlich in der Quarten-Serie, anderswo eher selten, z. B. in den Spatkalken und Echinodermenbrekzien der Schiefer-Serie, sind in Klüften und Drusen auch frei gewachsene Oktaeder mit vereinzelt zusätzlichen Flächen von farblosem *Fluorit* und schmutzigele Rhomboeder von *Dolomit* (beide bisweilen mehrere cm gross) anzutreffen. Weisser derber *Kalzit*, z. T. mit grossen Spaltrhomboedern, erscheint vor allem im Dogger als wesentlichster Gangartbestandteil und leuchtet unter kurzwelliger UV-Strahlung meist hell ziegelrot auf.

Die *Scheelit-Vererzung* am Calanda ist räumlich so eng mit der von BÄCHTIGER (1971) beschriebenen *alpidischen gediegen Gold-Arsenies-Pyrit-Vererzung der «Goldenen Sonne» verknüpft*, dass sie auch genetisch mit jener in Verbindung gebracht werden darf. Da in neuester Zeit von HÖLL (1970, 1971) Scheelit sogar in abbauwürdiger Menge als primärer Bestandteil submariner basischer Ergussgesteine, die heute allerdings meist als Amphibolite vorliegen, in der z. T. silurischen Habach-Serie in den Felbertauern nachgewiesen werden konnte, darf die *alpidische Scheelit-Vererzung* in den wenig metamorphen mesozoischen Sedimenten am Calanda wohl mit gutem Recht als *regenerierte Lagerstätte* angesehen werden; da in den Schweizer Alpen anderseits aber keine primären Goldvererzungen in altpaläozoischen basischen Gesteinen bis heute nachgewiesen werden konnten, wurde von BÄCHTIGER (1971) einstweilen für das *Gold* ein anderer, nämlich *juveniler Herkunfts*ort im obersten Erdmantel angenommen. Der Absatz des Scheelites im betreffenden Raume ist einerseits tektonisch (Flexur mit Querstörungen), anderseits ganz ähnlich, wie es WALSER (1971) bei Scheelit-Vererzungen in Griechisch-Mazedonien beobachten konnte, auch topochemisch bedingt, indem die ursprünglich sauren Lösungen beim Kontakt mit den Echinodermen-Brekzien und Spatkalken des Doggers, bzw. basischem Nebengestein ganz allgemein (Salbandabsätze!), neutralisiert worden und ihr Erzinhalt bei schwach alkalischer Reaktion, pH ca. 7–8, auf Grund der Vergesellschaftung mit Pyrit, zur Ausfällung gelangt sein muss.

Die Verfasser danken den Herren Prof. Dr. F. Laves, Direktor des oben erwähnten Institutes, und Dr. iur. René M. Schmid, Zürich, sehr herzlich für ihr wohlwollendes Interesse an diesen Untersuchungen und ihre Unterstützung.

Literatur

- BÄCHTIGER, K. (1967): Die neuen Goldfunde aus dem alten Goldbergwerk «Goldene Sonne» am Calanda (Kt. Graubünden). SMPM 47/2, 643–657.
- BÄCHTIGER, K. (1968/1969): Die alte Goldmine «Goldene Sonne» am Calanda (Kt. Graubünden) und der gegenwärtige Stand ihrer Erforschung. 1. Teil: Historisches. Schweizer Strahler (SS), 2. Jg. Nr. 4, 170–178 (1968); 2. Teil: Tektonik und Geologie (Allgemeines und «Taminser Kristallin»). SS, 3. Jg. Nr. 1, 202–212 (1969a); 3. Teil: Tektonik und Geologie (Trias und Dogger). SS, 3. Jg. Nr. 3, 276–289 (1969b).
- BÄCHTIGER, K. (1971): On the origin of native gold, quartz crystals and thermal water in the surroundings of Calanda mountain (Kt. Graubünden and Kt. St. Gallen). SMPM Upper Mantle Project, Final Report of Switzerland, 51, 2/3, 585–586.
- BÄCHTIGER, K. (1973): Die Scheelit-Vererzung am Calanda und ihre Stellung zu den übrigen Scheelitvorkommen in der Schweiz und in den Alpen. SMPM 53 (in Vorbereitung).
- HÖLL, R. (1970): Scheelitprospektion und Scheelitvorkommen im Bundesland Salzburg/Österreich. Chem. Erde 28, 185–203.
- HÖLL, R. (1971): Scheelitvorkommen in Österreich. Erzmetall 24/6, 273–282.
- RÜDLINGER, G. und CABALZAR, W. (1972): Scheelitfund am Calanda. Schweizer Strahler, 2/10, 368.
- WALSER, P. (1971): Über die Scheelitvererzungen in Mazedonien (Griechenland). Berg- und Hüttenm. Mh. 116. Jg. H. 4, 129–138.

- L. Weber** (Zürich): *Untersuchungsmöglichkeiten von Entmischungstexturen mit dem Photoemissions-Elektronenmikroskop und dem Sekundärionen-Mikroanalysator.*
- F. Laves** (Zürich): *Submikroskopische «Entmischungs»-Texturen und Entmischungstendenzen in Feldspäten, speziell in Plagioklasen.*
- M. Satir** (Bern): *Erste Altersresultate aus dem Gebiet des Tauern-Westendes.*
- J. W. Purdy** und **E. Jäger** (Bern): *K-Ar-Altersbestimmungen an gesteinsbildenden Glimmerpaaren der Schweizeralpen.*
- A. Arnold** (Bern): *Rb-Sr-Untersuchungen an einigen alpinen Zerrklüften des Lukmaniergebietes.* Siehe S. 537 dieses Heftes.
- J. W. Purdy** und **H. A. Stalder** (Bern): *K-Ar-Altersbestimmungen an Zerrklüftmineralien der Schweizeralpen.* Erscheint in *SMPM* 53/1, 1973.

Freitag, 13. Oktober 1972, 14.30 Uhr, Kantonsschule Alpenquai, Luzern.

Vorsitz: Prof. Th. Hügi und Dr. R. Schmid.

Anwesend: 45 Personen.

H. Schwander und **W. Stern** (Basel): *Alkali-feldspäte des Mt. Kibo, Tanzania. 1. Röntgen-Mikrosondenuntersuchungen an Feldspäten des Mt. Kibo und ihren Einschlüssen. 2. Röntgenfluoreszenz-Untersuchungen an Anorthoklasen aus Rhombenporphyren des Mt. Kibo.*

M. Kristmann (Basel): *Zur Wasserbestimmung von Silikaten.*

B. Kübler (Neuchâtel): *The occurrence of corrensite and related minerals.*

E. Wenk (Basel): *Wie genau kann der Mensch fedoroffieren?*

Im Titel ist bewusst der *Mensch* genannt, der einen Drehtisch als Werkzeug benutzt, das Instrument mit eigenen Händen bedient, und sich beim Drehen und Schaukeln eines montierten Kristalles von seinen Augen und Gedanken leiten lässt.

Das kleine Zusatzinstrument zum Polarisationsmikroskop wird bisweilen nach Fedorow benannt. Man muss sich jedoch fragen, ob die Ehre dem Freiherrn Eduard von Fedorow oder dem Riehener Pfarrersohn Leonhard Euler gebührt; beiden ist die Lebensstation Petersburg gemeinsam. Das *mechanische Prinzip* des 1893 von Fedorow beschriebenen Modells war schon 145 Jahre vorher bekannt und beruht, gleich wie der Goniometerkopf des Kristallographen oder ein dreidimensionaler Geologenkompass, auf Grundlagen, die Euler 1748 geschaffen hat. Auch der U-Tisch ist eine Euler-Waage! Diese ermöglicht es, in bezug auf ein erstes rechtwinkliges Koordinatensystem, das in unserem Fall durch die Mikroskopachse und die senkrecht dazu stehenden Schwingungsrichtungen der Polarisatoren (mit denen das Fadenkreuz und die horizontalen Achsen des Drehtisches übereinstimmen) gegeben ist, die Raumlage eines zweiten, optischen oder kristallographischen Koordinatensystems mit gleichem Ursprung zu bestimmen.

Ein anschauliches Beispiel für die Arbeitsweise bietet die Einmessung der optischen Achsenebene, resp. ihres Poles $[n_\beta]$, durch Drehen und Neigen des Kristalles um zwei senkrecht zueinander stehende Achsen N und H, und die anschliessende Messung des Winkels, den die Mikroskopachse in dieser Ebene mit den optischen Achsen (und den Mittellinien falls konoskopischer Strahlengang) bildet; dies geschieht durch Betätigen einer dritten Drehachse K; die mit dem Pol der durch die ersten zwei Operationen eingestellten Ebene übereinstimmt. Unter diesen günstigen Umständen können also drei Euler-Winkel direkt gemessen werden, welche die Raumlage der Indikatrix in bezug auf das Koordinatensystem XYZ des Polarisationsmikroskopes ausdrücken.

In anderer Hinsicht aber – in der Anwendung der Methode auf die Feldspatbestimmung – ist der Name des genialen Kristallographen Fedorow mit Fug und Recht mit der *Methode* verbunden. Angesichts der von Nikitin pointiert angespielten Leichtigkeit der deutschen Sprache in der Bildung von Tätigkeitswörtern dürfen wir von «Fedoroffieren» sprechen.

Ich befasse mich hier nicht mit der Genauigkeit der Feldspatbestimmung (dazu siehe BURRI, PARKER, WENK 1967, S. 218), sondern mit der Messung der optischen Orientierung von ausgesuchten Plagioklasen im Dienste der Feldspatforschung. Wie genau kann der Mensch die Raumlage des rechtwinkligen optischen Bezugssystems $[n_\alpha]$, $[n_\beta]$, $[n_\gamma]$ bestimmen, und zwar nicht bloss in bezug auf XYZ des Polarisationsmikroskopes, sondern in bezug auf das rechtwinklige *kristallographische* Koordinatensystem

$$\begin{aligned} X &= \frac{\perp [001]}{(010)} = \text{Zwillingsachse Roc-Tourné-Gesetz} \\ Y &= \text{Pol (010)} = \text{Zwillingsachse Albit-Gesetz} \\ Z &= [001] = \text{Zwillingsachse Karlsbad-Gesetz} \end{aligned}$$

Die Bedeutung dieses rechtwinkligen Koordinatensystems der triklinen Feldspäte hat Fedorow als erster voll erkannt.

Das kristallographische Achsenystem XYZ kann auf Grund von *morphologisch* auf dem Drehtisch eingemessenen Spalt- und Zwillingsverwachsungsflächen nur in Ausnahmefällen mit genügender Genauigkeit konstruiert werden. Die Unzuverlässigkeit solcher Messungen – sowohl in bezug auf Azimut als auch Neigungswinkel – ist bekannt: man misst Vizinalen. Bekannt sind auch die Tücken der Konstruktion der Koordinatenachsen XYZ auf dem Umweg über die aus (010) und (001) abgeleitete Zone [100]. Bei der Auswertung von morphologischen Daten müssen Fehler von einigen Graden in Kauf genommen werden. Anorthitreiche Feldspäte, deren Indikatrix sich mit ändernder chemischer Zusammensetzung und verschiedener thermischer Vorgeschiede nur wenig verlagert, verlangen aber eine Messgenauigkeit, die einen Grad unterschreitet. Diese Präzision kann nur erreicht werden bei stofflich homogenen (010) Zwillingsgruppen, welche die *Konstruktion der Zwillingsachsen* [001], Pol (010) und $\frac{\perp [001]}{(010)}$ aus den Symmetriebeziehungen zwischen den Indikatoren der Partner mit guter Präzision gestatten.

Gute Zentrierung von Mikroskop, Drehtisch und Präparat, möglichste Einschränkung der Apertur unter Verwendung einer starken Lichtquelle, sorgfältige Messung der Hauptschwingungsrichtungen und Konstruktion in einem unverzerrten Wulffschen Netz $d = 40$ cm sind selbstverständliche Voraussetzungen. Allenfalls entstehende Fehlerdreiecke der Albit-, Karlsbad- und Roc-Tourné-Zwillingsachsen werden dadurch weiter eingeengt, dass auf den sich in einem sphärischen Dreieck schneidenden Grosskreisen von konjugierten Schwingungsrichtungen auch die Winkelhalbierenden zwischen $[n_{\alpha_1}]$ $[n_{\alpha_2}]$, $[n_{\beta_1}]$ $[n_{\beta_2}]$ und $[n_{\gamma_1}]$ $[n_{\gamma_2}]$ eingetragen werden. Sind vier Individuen vorhanden, so kann die Position der Zwillingsachsen je doppelt konstruiert werden und es ergibt sich eine gute Kontrolle. Mit diesen Methoden resultiert nur sehr geringe Lagefreiheit für das rechtwinklige kristallographische Bezugssystem XYZ. Rotationen, die in der Regel weitere Ungenauigkeiten mit sich bringen, sollten vermieden, und die Euler-Winkel im Diagramm direkt abgelesen werden.

Eine Reihe von Simultanuntersuchungen an basischen Plagioklasen des Mondes und der Erde durch zwei oder drei Drehtisch-Spezialisten, die sich freiwillig dem Test unter-

zogen, und unabhängig voneinander die Euler-Winkel der gleichen Zwillingsgruppen nach diesen Methoden bestimmten, wurden im Verlauf der vergangenen 14 Monate durchgeführt und geben Antwort auf die gestellte Frage (WENK, GLAUSER, SCHWANDER und TROMMSDORFF 1972, WENK, SCHWANDER und WETZEL 1972, WENK, GLAUSER und SCHWANDER 1972). Sie zeigen, dass die verlangte Genauigkeit in homogen erscheinenden Domänen von Mondfeldspäten und von zonaren ternären Feldspäten Islands erreicht werden kann. Die von verschiedenen Spezialisten für markierte Bereiche bestimmter Zwillingsgruppen abgeleiteten mittleren sphärischen Positionen der Indikatrix weichen in günstigen Fällen bloss $\frac{1}{2}^\circ$ vom Mittelwert aller Messungen ab; bei deutlichem Zonarbau übersteigt der Fehler jedoch 1° . Die Bestimmung von optischen Achsenwinkeln $> 75^\circ$ ist unzuverlässiger, da in der Regel nur eine der optischen Achsen gemessen werden kann und jeder Fehler sich verdoppelt. Nur drehkonoskopische Messungen in Dickschliffen senkrecht zur spitzen Mittellinie ergeben genauere Resultate.

Bisher war von Simultanuntersuchungen am gleichen Kristall die Rede, und zwar an Material von durchschnittlicher Qualität. Wie genau kann jedoch die in verschiedener Hinsicht bedeutungsvollere, *mittlere* optische Orientierung von – nicht von Astronauten, sondern von Fachleuten gesammelten – erlesenen gesteinbildenden Feldspäten *statistisch* bestimmt werden? Neue simultane U-Tisch-Studien von A. Glauser und dem Sprechenden an hervorragend geeigneten Bytownit-Einsprenglingen eines isländischen Olivinbasaltes geben Auskunft über diese zweite Frage. Die beiden Operatöre konnten dabei aus zwei Schliffen dieses Gesteins Karlsbad-Roc-Tourné-Albit-Zwillinge beliebig auswählen. Die Resultate lauten:

		ϕ	θ	ψ	$2 V_\gamma$	$\frac{100 \text{ An}}{\text{Ab} + \text{An}}$ (H.S.)
A. G. (Schliffe 1 u. 2)	N	41	41	41	14	28
	\bar{x}	$23,1^\circ$	$35,5^\circ$	$-5,4^\circ$	$97,8^\circ$	86,1
	s	2,4	1,2	2,3	5,5	1,9
E. W. (Schliff 1)	N	15	15	15	6	16
	\bar{x}	$23,2^\circ$	$35,9^\circ$	$-4,9^\circ$	$96,3^\circ$	85,8
	s	1,1	0,6	1,8	2,7	1,6

Stellt man die zwei Positionen der Indikatrix mit spitzem Bleistift im grossmassstabigen Wulffschen Netz ($d = 40 \text{ cm}$) dar, so erkennt man aus der Projektion, was ein Routinier schon aus den Zahlen ersieht: Auf der Lagenkugel weichen die Projektionspunkte $[n_\alpha]$ der beiden U-Tisch-Optiker $< 0,5^\circ$, die beiden $[n_\beta]$ und $[n_\gamma]$ je $0,5^\circ$, die optischen Achsen A ca. 1° und die Achsen B $< 1^\circ$ voneinander ab. Würde man ein Wulffsches Netz üblicher Grösse ($d = 20 \text{ cm}$) benützen, so wären die Differenzen nur schwer zu erkennen.

Das sehr überraschende Resultat dieser Studie beweist also, dass man dem Menschen, der geeignete Kristalle fedoroffert, viel zutrauen darf. Insbesondere ermutigt das Ergebnis kristalloptische Weiterarbeit im heiklen Bereich der basischen Feldspäte.

Postscriptum

Bei unseren Konstruktionen haben wir das 1956 von BURRI eingeführte – und seither als Euler-Winkel I bezeichnete – Winkeltripel $\phi \theta \psi$ verwendet, bei dem $[n_\alpha]$ als Z' gewählt wird. Im Bereich der basischen Feldspäte bilden die Richtungen $[001] = Z$ und $[n_\alpha] = Z'$ spitze Winkel miteinander, was zur Folge hat, dass kleine Unsicherheiten in der Position von Z und von Z' starken Einfluss auf die Lage der Schnittgeraden der Ebenen XY und X' Y' haben, der Knotenlinie von Euler. Demgemäß sind die Winkel ϕ und ψ mit grösserer Unsicherheit behaftet als der Winkel θ , was in obiger Statistik Standardabweichung) klar zum Ausdruck kommt.

Wird hingegen die beim Bytownit senkrecht zu $[001] = Z$ stehende Schwingungsrichtung $[n_\beta]$ als Z' gewählt, so ist die Konstruktion der Knotenlinie viel sicherer. Wir werden in Zukunft das 1961 von Parker vorgeschlagene System der Euler-Winkel II verwenden (R I L $_\alpha$ LA), das auch besondere Vorzüge aufweist bei Alkalifeldspäten.

A. Streckeisen (Bern): *Zur Systematik der Plutonite.*

B. Ayrancı und M. Weibel (Zürich): *Zur Geochemie der rhyolithischen Gesteine des Erciyes-Vulkans (Zentralanatolien, Türkei).* – Erscheint demnächst in den SMPM.

Samstag, 14. Oktober 1972, 9.00 Uhr, Kantonsschule Alpenquai, Luzern.

Vorsitz: Prof. M. Burri und Prof. A. Streckeisen.

Anwesend: 140 Personen. Thema: Entwicklung alpiner Orogene. Gemeinsame Veranstaltung zusammen mit der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft.

R. Trümpy (Zürich): *L'évolution de l'orogénèse alpine à la lumière de la stratigraphie et de la tectonique.*

E. Jäger (Bern): *Die Entwicklung der alpinen Orogenese im Lichte der radiometrischen Altersbestimmung.*

A. Gansser (Zürich): *Die Zeit und Kinematik in den Anden, im Himalaja und den Alpen – ein Vergleich.*

Samstag, 14. Oktober 1972, 14.30 Uhr, Kantonsschule Alpenquai, Luzern.

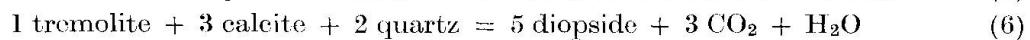
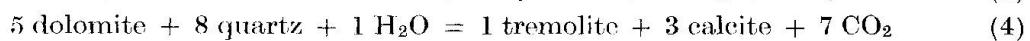
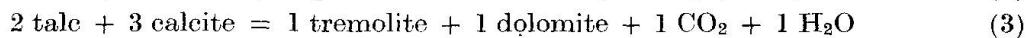
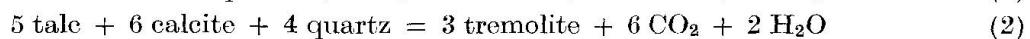
Vorsitz: Prof. A. Streckeisen.

Anwesend: 25 Personen.

Tj. Peters, H. Schwander, V. Trommsdorff (Zürich): *Mangansilikate der alpinen Metamorphose II. Paragenesen und Stabilität von Tephroit im Berninagebiet.*

V. Trommsdorff (Zürich): *Change in T-X during Metamorphism of Siliceous Dolomitic Rocks of the Central Alps.*

Phases in the progressively metamorphosed Lepontine dolomitic rocks belonging to the system CaO-MgO-SiO₂-CO₂-H₂O and considered here are: dolomite, calcite, quartz, talc, tremolite, diopside, and forsterite. It is possible to write 25 reactions among these seven mineral phases and a CO₂-H₂O fluid. Only then of these 25 reactions are likely to have occurred in the Lepontine sequence since the assemblages forsterite + talc, forsterite + quartz and diopside + talc were not observed in metacarbonates of the Central Alps. Omitting reactions which involve one of these three pairs, and restricting bulk compositions to the triangle dolomite-quartz-calcite, we get the following equations (numbers of reactions correspond to those listed in METZ and TROMMSDORFF, 1968):



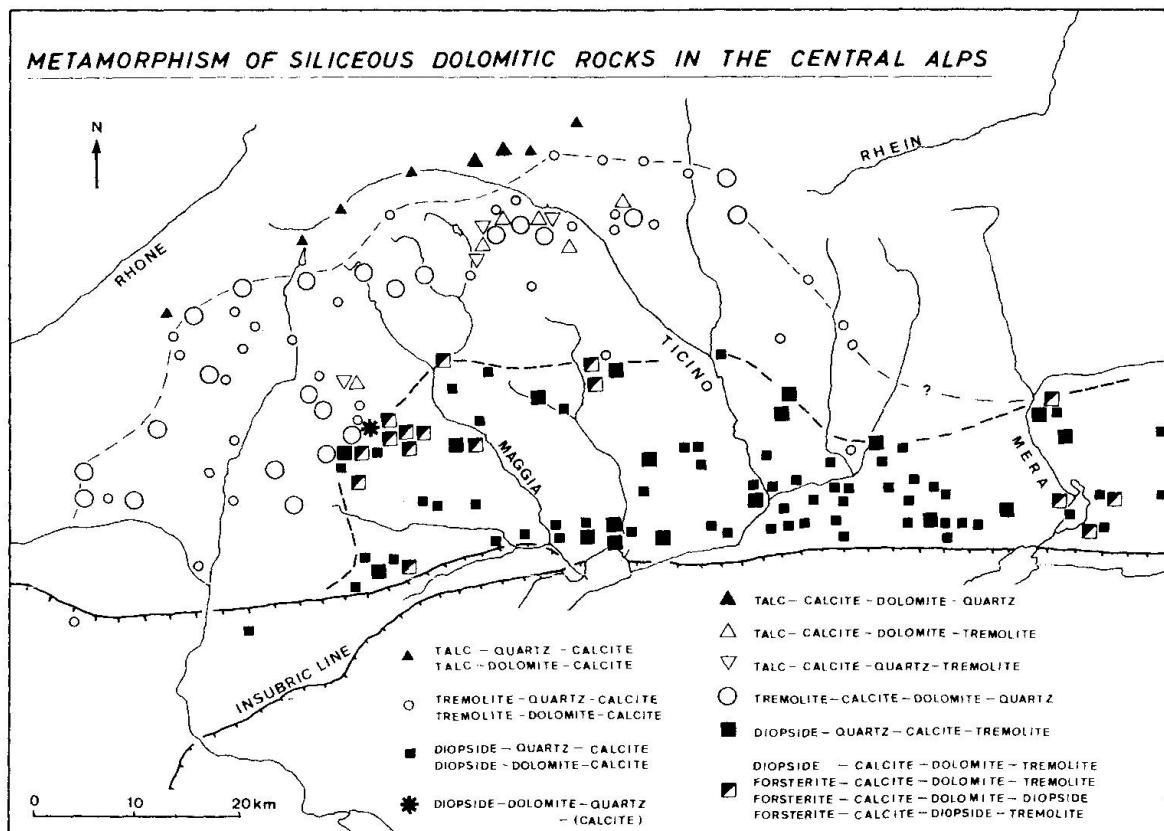
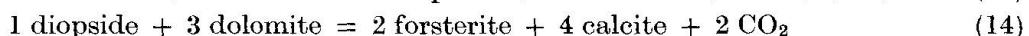
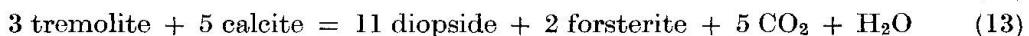
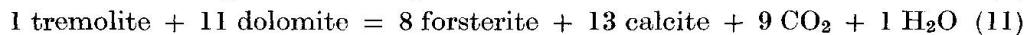
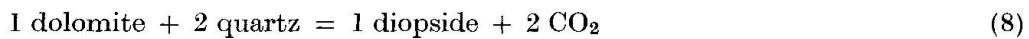


Fig. 1. Three and four phase assemblages in metamorphosed dolomitic rocks of the Central Alps. The isograds delineated are the tremolite-calcite-dolomite and the diopside-calcite isograd. The assemblage quartz + dolomite is widespread at all grades lower than the diopside-calcite isograd.



The four-mineral assemblages involved in *nine* of the above ten equilibria have been observed in the Central Alps.

Equilibrium within the four-mineral assemblages is suggested by the fact that all phases can be found in mutual contact in mosaic textures. Table 1 contains a list and Fig. 1 gives the regional distribution of such low variant assemblages.

The assemblage dolomite-quartz-diopside (reaction 8) and the five phase parageneses I, II and IV (designation after METZ and TROMMSDORFF 1968, Fig. 2, this paper) are rare.

A profile across Fig. 1 was used to arrange the equilibrium curves of the above reactions in a polybaric diagram where the Central Alpine PT gradient is plotted along the ordinate and X_{CO_2} along the abscissa. This diagram (Fig. 2) gives information independent from experimental data (METZ 1964, 1967; METZ and WINKLER 1963, 1964; GORDON and GREENWOOD, 1969; SKIPPER 1966, 1971). Assumptions made for the construction of this diagram are:

- That for the prevailing metamorphic conditions CO_2 and H_2O are miscible.
- That the mineral parageneses which occur in the metadolomites reflect equilibrium and were formed in one metamorphic event along a non discontinuous P-T gradient.

Metamorphic pressures reached in the Central Alps are probably greater than 5 kb (NIGGLI 1970, WENK 1970) and thus, the topology of the PT gradient - X_{CO_2} diagram derived from field data (Fig. 3) cannot be directly compared with isobaric sections at

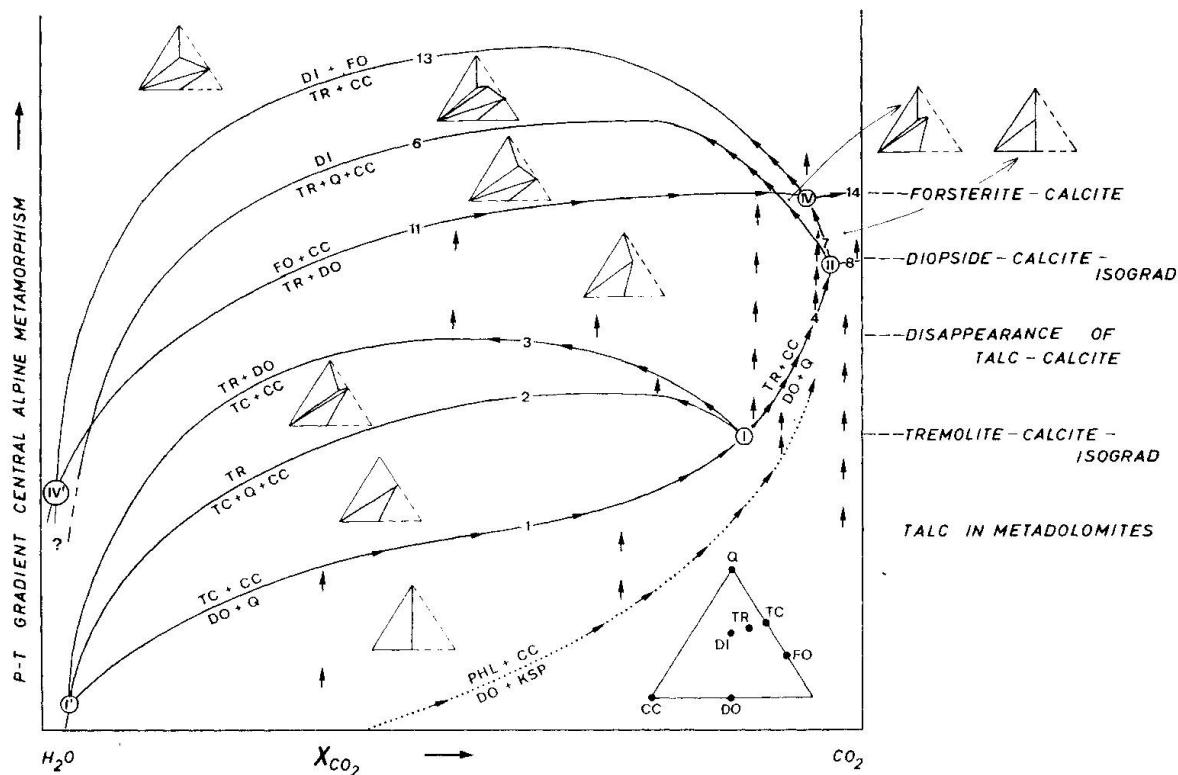


Fig. 2. Polybaric T-X_{CO₂} section for a part of the system CaO-MgO-SiO₂-CO₂-H₂O derived from a N-S profile between Ticino and Maggia across the map, Fig. 1. Isobarically invariant points I, II and IV are designated according to METZ and TROMMSDORFF (1968). Numbers of equilibria as in the text. Abbreviations as in Table 1; PHL = phlogopite, KSP = potassium feldspar.

Table 1

Assemblage	Reaction or isobarically invariant point	Number of cases observed
do-tc-cc-q	(1)	2
tc-cc-q-tr	(2)	4
tc-cc-tr-do	(3)	6
do-q-tr-cc	(4)	20
tr-q-cc-di	(6)	18
tr-cc-do-di	(7)	18
do-q-di-(cc)	(8)	2
tr-do-fo-cc	(11)	14
tr-cc-di-fo	(13)	13
di-do-fo-cc	(14)	14
Abbreviations:	do = dolomite tr = tremolite fo = forsterite q = quartz	cc = calcite tc = talc di = diopside

Four-mineral assemblages in metadolomites of the Central Alps. Data are restricted to bulk chemistry within the subtriangle quartz-dolomite-calcite in the CaO-MgO-SiO₂(-CO₂-H₂O) system. Therefore all assemblages contain calcite.

lower pressures such as published by SKIPPERN (1966, 1971) and by METZ and TROMMSDORFF (1968). An isobarically invariant point, forsterite-tremolite-talc-dolomite-calcite (point III of METZ and TROMMSDORFF 1968), is missing and the isobarically invariant

point I must be situated at higher X_{CO_2} (> 0.75) than suggested by SKIPPER (1971) for two kilobars total pressure because the assemblage talc + quartz + calcite, is observed well within the tremolite-calcite-dolomite field (Fig. 2). Furthermore it is inferred from field data that equilibrium (6) must be at higher temperatures than equilibrium (11) over a wide range of gas compositions. This contrasts with $T-X_{CO_2}$ sections derived from experimental data at lower pressures in which equilibrium (6) is invariably at lower temperatures than (11). The duplicates of invariant points I and IV were drawn according to observations on veins in the metadolomites and on parageneses in ultramafic rocks.

Except for the root zone along the Insubric Line, where late deformations are quite common, mosaic fabrics formed by postkinematic annealing are typical of the assemblages in metadolomites of the Lepontine belt. Together with the regional pattern (Fig. 1) this indicates that the whole sequence of four- and five-mineral assemblages is due to progressive metamorphism rather than to retrograde reactions. All the reactions as listed above produce large amounts of volatiles (CO_2 and often H_2O) and this, as well as the common occurrence of low variant assemblages and of fluid inclusions in the minerals (especially in quartz and carbonates) suggests strongly that during progressive metamorphism, a CO_2 - H_2O fluid phase existed in the dolomite rocks. The composition of such a fluid is controlled by the reacting solids until one of the reactants is used up. In other words: an assemblage consisting of all four solids which participate in one of the above reactions, forms a CO_2 - H_2O buffer.

We then may expect that in all dolomitic rocks where these divariant progressively metamorphosed assemblages are preserved, buffering continued during metamorphism. In $P-T-X_{CO_2}$ space the equilibrium condition for such a buffer reaction is given by a divariant surface and therefore, the paths of metamorphism follow such surfaces as long as a divariant assemblage is present in the rock (GREENWOOD 1967, MELSON 1966, TROMMSDORFF 1966, footnote p. 435).

To evaluate the changes in $T-X_{CO_2}$ with progressive metamorphism the regional distribution of low-variant assemblages as given in Fig. 1 is critical. Above the tremolite-calcite isograd occurrences of the assemblage dolomite-tremolite-calcite-quartz are widespread but talc bearing buffer assemblages also occur. In addition to this predominance of tremolite and the common persistence of dolomite + quartz up to the diopside isograd, the CO_2 -rich nature of the fluid accompanying Lepontine dolomite metamorphism is confirmed by the composition of fluid inclusions in vein minerals of the Central Alps (POTY and STALDER 1970).

In the impure dolomitic rocks the reactions leading to the formation of micas (see Fig. 2) prevent crystallisation of talc and cause an enrichment of the fluid in CO_2 at low metamorphic grades. For example, the assemblage dolomite + K-spar + phlogopite + calcite involved in the equilibrium: $3 \text{ dolomite} + K\text{-spar} + H_2O = phlogopite + 3 \text{ calcite} + 3 CO_2$ (GORDON and GREENWOOD 1970) provides a CO_2 - H_2O buffer within the stability field of dolomite + quartz (Fig. 2). A corresponding review of parageneses described by BIANCONI (1971) from the Campolungo-dolomites (half way between the tremolite-calcite and the diopside-calcite isograds) shows that the assemblage dolomite + quartz + calcite + phlogopite + K-spar is quite common and that talc and tremolite occur only in rocks that are free of K-spar. On the other hand, tremolite-K-spar assemblages were found at grades only slightly lower than the diopside-calcite isograd and at higher grades. This confirms the topology proposed by CARMICHAEL (1970) for a part of the $KAlO_2$ - SiO_2 - MgO - CaO - CO_2 - H_2O system. It is obvious that in the thick bedded Lepontine dolomite rocks which behave like a closed system, paths of metamorphism were controlled by bulk rock composition. In Fig. 2 these paths are indicated by arrows; the spacing of these arrows corresponds to the inferred frequency of the path followed.

Literature

- BIANCONI, F. (1971): Geologia e petrografia della regione del Campolungo. Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F. 142.
- CARMICHAEL, D. M. (1970): Intersecting Isograds in the Whetstone Lake Area, Ontario. J. Petrol. 11, 147-181.

- GORDON, T. M. and GREENWOOD, H. J. (1969): The reaction: dolomite + quartz + water = talc + calcite + carbon dioxide. *Amer. J. Sci.* **268**, 225–242.
- GREENWOOD, H. J. (1967): Mineral equilibria in the system $MgO \cdot SiO_2 \cdot H_2O \cdot CO_2$, in *Researches in Geochemistry*, Abelson, P. H., ed.: New York, London, Sydney, J. Wiley and Sons, 542–567.
- MELSON, W. G. (1966): Phase equilibria in calc-silicate hornfels, Lewis and Clark County, Montana. *Amer. Mineral.* **51**, 401–421.
- METZ, P. (1964): Experimentelle Untersuchung der Diopsidbildung aus Tremolit, Calcit und Quarz. *Naturwiss.* **51**, 640.
- METZ, P. (1967): Experimentelle Bildung von Forsterit und Calcit aus Tremolit und Dolomit. *Geochim. Cosmochim. Acta* **31**, 1517–1532.
- METZ, P. und WINKLER, H. G. F. (1963): Die Bildung von Talk aus kieseligem Dolomit. *Geochim. Cosmochim. Acta* **27**, 431–457.
- METZ, P. and TROMMSDORFF, V. (1968): On Phase Equilibria in Metamorphosed Siliceous Dolomites. *Contr. Mineral. Petr.* **18**, 305–309.
- NIGGLI, E. (1970): Alpine Metamorphose und alpine Gebirgsbildung. *Fortschr. Mineral.* **47**, 16–26.
- POTY, B. und STALDER, H. A. (1970): Kryometrische Bestimmungen der Salz- und Gasgehalte eingeschlossener Lösungen in Quarzkristallen aus Zerrklüften der Schweizer Alpen. *SMPM* **50**, 132–141.
- SKIPPEL, G. B. (1966): An experimental study of the metamorphism of siliceous carbonates. Ph. D. dissertation, Johns Hopkins Univ., Baltimore.
- SKIPPEL, G. B. (1971): Experimental Data for Reactions in Siliceous Marbles. *J. Geol.* **79**, 457–481.
- TROMMSDORFF, V. (1966): Progressive Metamorphose kieseliger Karbonatgesteine in den Zentralalpen zwischen Bernina und Simplon. *SMPM* **46**, 431–460.
- WENK, E. (1970): Zur Regionalmetamorphose und Ultrametamorphose im Lepontin. *Fortschr. Mineral.* **47**, 34–51.

T. P. Labhart (Bern) und **L. Rybach** (Zürich): *Der Vallorcine-Granit und seine radio-metrischen Anomalien.*

Einleitung

Systematische Radioaktivitätsmessungen in Kraftwerkstollen haben in der Schweiz bereits mehrfach zur Entdeckung von Uranvorkommen geführt. Das jüngste und wohl auch letzte grosse Stollensystem dieser Art ist dasjenige der Kraftwerke Emosson SA im Unterwallis. Über 30 Kilometer Stollen haben dort das Kristallin des Aiguilles Rouges-, Arpille- und Mont-Blanc-Massivs und der trennenden Sedimentzonen erschlossen. In ganz verschiedenartigen Gesteinen wurden dabei zahlreiche *Uran-Mineralisationen* gefunden. Weitauß die grösste Dichte solcher Anomalien findet sich in Stollensystem nördlich von Le Châtelard. Die Vererzungen liegen im Vallorcine-Granit oder nördlich und südlich unmittelbar angrenzend im Altkristallin des Aiguilles-Rouges-Massivs. Nach diesen Stollenmessungen versuchten wir in den Feldsommern 1971 und 1972 (mit Studenten von Bern, Genf und Lausanne) die Mineralisationen auch an der Oberfläche zu finden. Einbezogen in die Oberflächenprospektion wurde das ganze schweizerische Aiguilles-Rouges-Massiv im engeren Sinne und die östlich anschliessenden Sedimente des Karbons und Perms. Das Arpille-Massiv wurde nur östlich der Rhone begangen, ist aber durch einen gegen 10 Kilometer langen Stollen unter dem Mont de l'Arpille gut erschlossen.

Die Uranvererzungen

Die bei dieser Kampagne entdeckten rund 100 Anomalien lassen sich in drei Gruppen teilen:

1. Vererzungen, die im *Vallorcine-Granit* oder in seiner nächsten Umgebung liegen.
2. Vererzungen, die mit Phänomenen der *permischen Oberflächenverwitterung* verknüpft sind.
3. Vererzungen im *Karbon*, die stets eine deutliche Abhängigkeit von der Lithologie zeigen. Sie wurden bereits früher untersucht (HÜGR und JEDWAB 1966).

Es sollen hier nur die Vererzungen im Bereich des Vallorcine-Granits betrachtet werden und zwar in erster Linie die grosse Konzentration im Raum Le Châtelard/Finhaut (also dort, wo dank den Kraftwerkstollen die ersten Anzeichen gefunden wurden). Die Vererzungen sind fast durchwegs an *Querklüfte* gebunden. Häufig sind es eigentliche Quarzgänge, die auch etwas Sulfide führen. Bewegungen an den Kluftflächen haben teils zu Blastomyloniten, teils zu Lettenmyloniten geführt. An der Oberfläche lassen sich die einzelnen Anomalien selten weiter als einige Meter kluftparallel verfolgen. Die vererzten Klüfte unterscheiden sich in ihrer Lage und Ausbildung nicht von den im Querschnitt von Le Châtelard häufigen, unvererzten. Am Ostrand des Granits finden sich Vererzungen parallel zur sehr ausgeprägten Schieferung. Von besonderem Interesse sind zwei Stellen, an denen der unzerklüftete und kompakte Granit von gelben und schwarzen Uranmineralien imprägniert ist.

Uran wurde in zahlreichen Proben fluorimetrisch und gamma-spektrometrisch nachgewiesen. Die Gehalte im Handstückbereich liegen zwischen 200 und 20 000 ppm. Der Uranträger ist *Pechblende*, die an der Oberfläche häufig in gelborange, sekundäre Produkte umgewandelt worden ist. Uranotil wurde mehrfach nachgewiesen.

Der Vallorcine-Granit

Der Vallorcine-Granit als Träger der Uranvererzungen bildet eine mindestens 15 km lange, steilgestellte, 0,5 bis maximal 1,5 km mächtige Platte, die sich vom SW Vallorcine auf französischem Gebiet bis nach Miéville am Westrand des Rhonetales erstreckt. Die Fortsetzung auf der Ostseite des Rhonetales ist umstritten. Während der Granit auf dem Atlasblatt Saxon-Morcles noch bis unter die Dent de Morcles gezogen war, ist er auf der Neubearbeitung nicht mehr aufgeführt.

Auffallend ist der bogenförmige Verlauf des Granitkörpers, der von Vallorcine bis Le Châtelard im Mittel N 11 E, von Le Châtelard bis ins Rhonetal im Mittel aber N 36 E streicht. An seinem Nordwestrand stösst der Granit diskordant an das Altkristallin des Aiguilles Rouges-Massivs, die Strukturen der Gneise spitzwinklig abschneidend. Zahlreiche Nebengesteinsschollen und viel Pinit im Granit, ein Netz von Apophysen und Gängen im Nebengestein belegen einen (übrigens altbekannten) Eruptivkontakt. Im Gegensatz dazu wird die Südostgrenze des Granits durch eine Mylonitzone gebildet, die von REINHARD und PREISWERK (1927) eingehend beschrieben worden ist. Der südöstliche Randbereich des Aiguilles Rouges-Massivs wurde mindestens zweimal tektonisiert: einmal bei der Einmuldung bzw. Einschuppung der Karbon/Perm-Sedimente, ein zweites Mal bei der alpinen Gebirgsbildung. Die Verschuppung von Karbon mit Altkristallin-Lamellen und die enorme Verschieferung der Gesteine belegen die Intensität der Deformationen.

Im Handstück ist der Vallorcine-Granit ein mittelkörniger Biotit-Granit, der gelegentlich dem Gastergranit zum Verwechseln ähnelt. Ein variabler Gehalt an grossen Kalifeldspäten verleiht dem Gestein häufig ein porphyrtartiges Aussehen. In gewissen Bereichen verschwindet der Biotit vollständig zugunsten von Muskowit und Chlorit. Auch im Innern der Granitmasse treten immer wieder vereinzelt kleine, unscharf begrenzte Schöllchen auf, die Andalusit, Sillimanit und Cordierit führen. Die von uns untersuchten Granitproben zeigen einen recht konstanten Modalbestand: ein leichtes Überwiegen des Plagioklas über den Kalifeldspat bei etwa 30% Quarz. Es ergibt sich eine gute Abgrenzung gegenüber dem Schwerpunkt der Mont-Blanc-Granite (VON RAUMER 1967) mit ihrem deutlichen Überwiegen von Kalifeldspat und einem Quarzgehalt von 36%.

Das Alter des Granits ist bis heute nicht befriedigend genau bestimmt; die radio-metrischen Altersbestimmungen variieren von Silur bis Perm (BUCHS et al., 1962). Eindeutige Vallorcine-Granit-Komponenten im Karbonkonglomerat haben wir nicht geschen.

Das Verhältnis Granit/Uranvererzungen

Inwiefern kommt der Vallorcine-Granit als *Muttergestein* für die Uranvererzungen in Frage?

Hier interessiert in erster Linie die Radioaktivität des normalen, unvererzten Granits.

Das Mittel aus 27 gamma-spektrometrischen Bestimmungen beträgt 7,4 ppm Uran bei einer Variation von 3,3 bis 14,1 ppm. Da bei unseren Bestimmungen die uranreichere Randfazies übervertreten war, dürfte das Mittel etwa 4–6 ppm betragen. Verglichen mit anderen schweizerischen Graniten sind diese Gehalte niedrig; der Vallorcine-Granit gehört zu den uranärmsten Alpengraniten.

Auffallend ist die zonare Verteilung der radioaktiven Elemente im Querschnitt von Le Châtelard (Fig. 1). Bereits aus den Stollenmessungen ging hervor, dass die randnahen 60–80 m mächtigen Partien des Granits eine höhere Radioaktivität zeigen als die Hauptmasse. Das Uran ist hier um einen Faktor 3 bis 4 angereichert. Auch das Thorium macht diesen Trend mit, nur weniger ausgeprägt, so dass das Th/U-Verhältnis gegen den Kontakt hin deutlich kleiner wird.

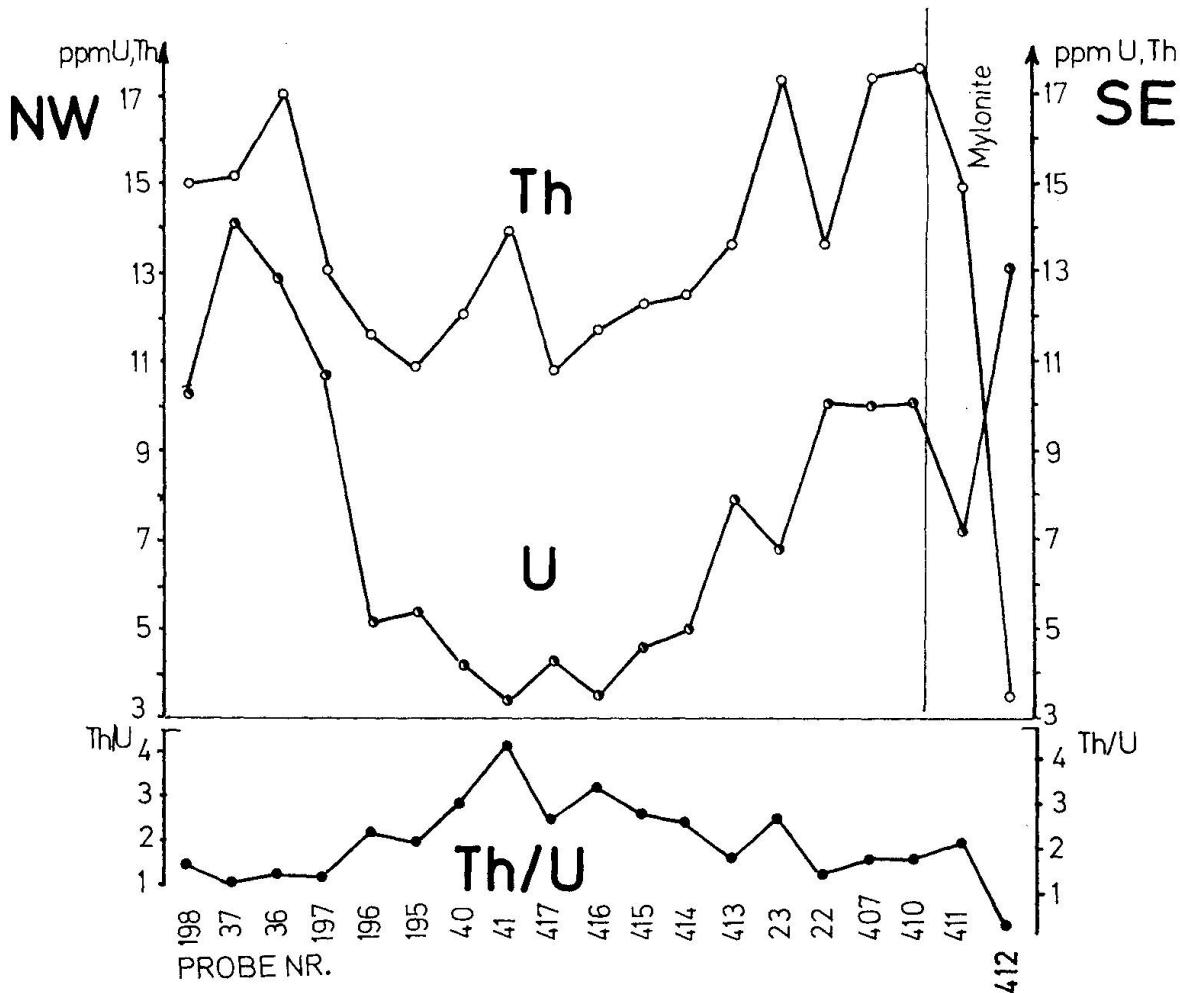


Fig. 1. Verteilung von Uran und Thorium in 19 Proben eines Querprofils durch den Vallorcine-Granit nördlich von Le Châtelard (VS).

Nachdem die Randgesteine auch eine spezielle petrographische Ausbildung zeigen (sie sind etwas heller und feinkörniger als der Normalgranit), dürfte es sich hier um eine primäre Variation des U- und Th-Gehaltes handeln. Wir haben nun bereits mehrfach die Beobachtung gemacht, dass in Graniten mit deutlich zonarer U-Verteilung eine erhöhte Tendenz zur Ausbildung eigentlicher Uranvererzungen besteht (z. B. LABHART und RYBACH 1971). Ist die primär erhebliche Variation des U vielleicht ein Hinweis auf eine besonders ausgeprägte geochemische Mobilität des Elementes im betreffenden Gestein? Eine Serie von Leaching-Versuchen hat für den Vallorcine-Granit diese hohe Mobilität

bestätigt: durch Behandlung mit kochender Salpetersäure konnten aus Gesteinspulvern 40–60%, aus Randgraniten bis 80% des Gesamturans herausgelöst werden. Dünnschliffuntersuchungen zeigten, dass ein Grossteil der pleochroitischen Höfe um Erzkörnchen oder um orthitische oder um schwer identifizierbare, metamikte Mineralien auftritt. Zirkone zeigen relativ schwache, gelegentlich gar keine Höfe; nach BUCHS et al. (1962) enthielt eine Zirkonfraktion aus dem Vallorcine-Granit nur 1335 ppm U. Uran ist also in Mineralien angereichert, aus denen es erfahrungsgemäss sehr leicht mobilisiert werden kann.

Eine Deutung der Entstehung der Vererzungen während der permischen oder alpinen metamorphen und tektonischen Überprägung scheint nahe zu liegen. Der Transport wäre in wässriger Lösung in Form von Uranylkomplexen erfolgt, die Ausfällung tektonisch kontrolliert auf Klüften oder Schieferungsflächen. Der Einfluss tektonischer Vorgänge wird hervorgehoben durch die Tatsache, dass die Mineralisationen in Querklüften an der Biegestelle des Granits auftreten, einer Richtungsänderung, die vielleicht durch das Abtauchen des südöstlich vorgelagerten Arpille-Massivs bedingt ist.

Es ist wahrscheinlich, dass die Genese der Uran-Mineralisation komplex ist, dass sich etwa mit Spätphasen der Abkühlung des Granits verknüpfte Vererzungen neben später entstandenen finden (es gibt einzelne Paragenesen mit Zink/Blei) oder dass während mehrerer tektonischer Phasen Umlagerungen stattgefunden haben. So sind Vererzungen bereits durch bisher als alt betrachtete Mylonite zerschert worden, andere finden sich in Kluftsystemen, die in der Deformationsgeschichte der Gesteine sehr spät (wahrscheinlich alpin) einzustufen sind.

Wenn hier über die ökonomische Bedeutung der Vorkommen nichts ausgesagt wird, so aus dem Grunde, weil die Untersuchungen darüber nicht abgeschlossen sind.

Die Untersuchungen wurden durchgeführt im Auftrag des «Arbeitsausschuss Atom-brennstoffe», der vorwiegend durch einen Bundeskredit der Abteilung für Wissenschaft und Forschung finanziert wird.

Literatur

- BUCHS, A., CHESSEX, R., KRUMMENACHER, D. et VUAGNAT, M. (1962): Ages «plomb total» déterminés par fluorescence X sur les zircons de quelques roches des alpes. SMPM 42/2, 295–306.
- HÜGI, TH. und JEDWAB (1966): Distribution de la radioactivité et phénomènes optiques dans le charbon de Dorénaz. SMPM 46/2, 377–387.
- LABHART, T. und RYBACH, L. (1971): Abundance and distribution of U and Th in the Syenite of Piz Giuv (Aar-Massif, Switzerland). Chemical Geol. 7, 237–251.
- VON RAUMER, J. (1967): Kristallisation und Gefügebildung im Mont-Blanc-Granit. SMPM 47/2, 508.
- REINHARD, M. und PREISWERK, H. (1927): Über Granitmylonite im Aiguilles-Rouges-Massiv. Verh. Natf. Ges. Basel 28, 188–200.

Um 16.30 Uhr orientierten die Herren Prof. W. Nabholz und Dr. A. Spicher unsere und die Schweizerische Geologische Gesellschaft über die Reorganisation der geologischen Landesuntersuchung.

C. Exkursion der Schweiz. Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft ins Gotthardgebiet

vom 30. September bis 2. Oktober 1972

Samstag, 30. September 1972: Gotthard-Strassentunnel, Südseite: Leitung: E. Dal Vesco.

Sonntag, 1. Oktober 1972: Gotthard-Strassentunnel, Nordseite. Leitung: F. Keller.

Montag, 2. Oktober 1972: Tavetscher Zwischenmassiv, Urserenmulde und nördliches Gotthardmassiv. Leitung: A. Arnold und E. Niggli.

Teilnehmer:

G. Armari, Padova (1, 2)

A. Arnold, Bern (3)

P. Baggio, Padova (1, 2)

Frl. I. Ball, Zürich (1, 3)

H. U. Bambauer, Münster (1-3)

Frau R. Bättig, Lyss (1, 2)

S. Bättig, Lyss (1, 2)

P. Bearth, Basel (3)

Frl. E. van Binsbergen, Zürich (1-3)

Mme I. Bocquet, Grenoble (1-3)

E. Dal Vesco, Zürich (1)

E. F. Escher, Zürich (1-3)

D. Gebauer, Zürich (1, 3)

Frau R. Georg-Jakob, Allenwinden (1)

M. Grünenfelder, Zürich (1)

A. Günthert, Münchenstein (1)

S. Hafner, Marburg (2)

P. Indergand, Göschenen (1)

F. Keller, Zug (1-3)

V. Köppel, Zürich (1-3)

V. Longo, Zürich (1, 2)

H. Masson, Lausanne (2, 3)

H. J. Meyer-Marsilius, Horgen (3)

A. von Moos, Zürich (1, 2)

J. Mullis, Fribourg (1-3)

E. Niggli, Bern (3)

W. Oberholzer, Zürich (1-3)

K. Ronco, Basel (1, 2)

A. Spicher, Basel (1-3)

H. A. Stalder, Bern (1-3)

R. Steiger, Zürich (3)

A. Streckeisen, Bern (1-3)

K. Wahren-Wichser, Lyss (1-3)

*R. Wanner-Geyer und Gemahlin,
Wettingen (1-3)*

E. Wenk, Basel (1)

(Die in Klammern genannten Zahlen geben die Tage an, an denen die Teilnehmer anwesend waren.)

Montag, 2. Oktober 1972

Val Nalps und Val Curnera

Bericht von A. Arnold und E. Niggli

Meistens bietet eine Exkursion nach Nalps und Curnera anfangs Oktober keine Schwierigkeiten. Dieses Jahr lag jedoch, an Schattenhängen über 1800 m ü. M., bereits Schnee. Zudem war die Strasse nach Nalps im südlichen Teil vereist und nicht befahrbar, so dass auf die Aufschlüsse bei der Staumauer Nalps verzichtet werden musste.

Wir danken der Kraftwerke Vorderrhein AG für die Erlaubnis zum Befahren der Kraftwerkstrassen. Diese Erlaubnis sollte in jedem Fall eingeholt werden; zumal ein Schlüssel besorgt werden muss, um die Schranke zu öffnen, welche die Strasse zur Staumauer Curnera sperrt.

1. Profil vom Tavetscher Zwischenmassiv über die Urserenzone ins Gotthardmassiv entlang der Strasse Sedrun–Nalps

Das Profil von Nacla bis zu den Aufschlässen SE der Brücke über der Rein da Nalps wurde zu Fuss gut in drei Stunden studiert. Dabei durchquerten wir, von N nach S, im ersten Kilometer Gesteine des Tavetscher Zwischenmassivs, im zweiten jene der Urserenzone und im dritten die Gneise des nördlichen Gotthardmassivs.

In diesem Profil wurden zahlreiche alpine Zerrklüfte angetroffen, welche vorwiegend folgende Mineralien führen: Quarz, Adular, Siderit, Ankerit, Calcit, Albit, Chlorit, Glimmer, Anatas, Rutil, Brookit, Ilmenit, Turmalin, Monazit, Pyrit, Magnetkies, Xenotim, Arsenopyrit, Boulangerit, Jamesonit, Zinkblende und Titanit. Neu für die Schweizeralpen ist ein Fund von Davidit (ein uranhaltiges Fe-Ti-Mineral) als Kluftmineral. R. Monn, A. Caveng, W. Nowacki und E. Niggli werden in Kürze darüber publizieren.

a) Tavetscher Zwischenmassiv

Es konnten in diesem Profil folgende Gesteine studiert werden: Muskovitgneise, feldspatreiche Mischgneise und Phyllonite. Diese Gesteine wurden voralpin in Amphibolitfazies geprägt und alpin retrograd und selektiv umgewandelt. Als Einlagerungen wurden mehrere felsitische Quarzporphyre und Muskovitpegmatite beobachtet.

Ungefähr 600 m nördlich Pardatsch sahen wir feldspatreiche Mischgneise, die mehrere Muskovitpegmatite enthalten. In den Gneisen sind die voralpinen Gefüge mit der flachen Lineation und den Schieferungsflächen mit grobblättrigem Muskovit noch teilweise erhalten. Fast überall aber kann daneben die feine, steile, alpine Lineation (Striemung) auftreten. Die Pegmatite des Tavetscher Zwischenmassivs sind relativ arm an Mineralarten. Sie bestehen im wesentlichen aus Quarz, Mikroklin, Albit-Oligoklas und Muskovit. Nur relativ selten kommen noch Turmalin und Granat hinzu.

Nach Süden folgen weisse felsitische Quarzporphyre, die in diesem Profil bis nahezu 300 m mächtig sind. Makroskopisch erkennt man sie als dichte, weisse bis grünlich-weiße Gesteine, die hie und da Quarzeinsprenglinge und schwarze Turmalinstengelchen enthalten. Sie bestehen aus Quarz und Albit, die eine Grundmasse bilden, und Einsprenglingen von Quarz (teilweise korrodiert) und Plagioklas. Dazu kommen als Nebengemengteile Turmalin, Magnetit, Pyrit und Calcit. Diese Mineralien sind alpin

sehr stark retrograd umgewandelt, wobei Sericit überwiegt. Ob diese Quarzporphyre (eigentlich gangförmige Metarhyolithe) zeitlich jenen entsprechen, die weiter östlich im Perm der Urserenzone liegen oder nicht, kann nicht entschieden werden. Im südlichen Teil des Aufschlusses beobachteten wir eine eigenartige Brekzie mit felsitischer Matrix, in welcher Einschlüsse von Gneis und Pegmatit liegen.

Ungefähr 100 m südwestlich der Abzweigung der Forststrasse trafen wir *mächtige Muskovitpegmatite*, die zum Teil auch Turmalin führen. Nach JÄGER, GEISS, NIGGLI, STRECKEISEN, WENK und WÜTHRICH (1961) gibt der Muskovit hier ein Rb-Sr-Alter von 295 ± 14 Mio. J. Nach Süden folgt dann eine rund 200 m mächtige Zone von *Muskovitgneisen und Phylloniten*. Diese alpin sehr intensiv umgewandelten Gesteine schließen das Tavetscher Zwischenmassiv nach Süden ab.

b) Die Urserenzone

Die Urserenzone liegt als autochthone Sedimentserie normal auf dem Gotthardmassiv. Sie umfasst in unserem Profil, von S nach N, Phyllite und Psammitgneise des Perm, Dolomit, Rauwacke und Quartenschiefer der Trias, sowie liasische schwarze Tonschiefer und Sandkalke. Im Norden liegt eine ca. 150 m breite Schuppenzone zwischen dem Lias der Urserenzone und den Gesteinen des Tavetscher Zwischenmassivs. Diese Sedimente wurden alpin in der mittleren Grünschieferfazies metamorphosiert. Nach FREY (1969) und mündlichen Mitteilungen von FREY treten hauptsächlich folgende Mineralien als wichtige alpidisch-metamorphe Neubildungen auf: Phengit, Paragonit, Margarit, Biotit, Chlorit, Epidot, Albit, Aktinolith und Chloritoid. Die alpin-tektonische Durchbewegung ist praktisch penetrativ und die steile alpine Lineation ist durchwegs ausgeprägt.

Westlich Pardatsch trafen wir als erste Vertreter der Urserenzone die rund 150 m breite *Schuppenzone*, deren Phyllite und Konglomeratgneise teilweise dem Lias oder den Quartenschiefern, teilweise den permischen Gesteinen ähnlich sehen. Auffallend ist die grosse Zahl von Zerrklüften sowohl an der Strasse, als auch am Gegenhang unterhalb Pardatsch. Direkt südlich davon kamen wir zu *Sandkalke des Lias*, die noch Crinoidenreste enthalten dürften. Am Südende des Aufschlusses stehen *schwarze Schiefer des Lias* an. In diesen wurde, unweit des Aufschlusses, auf der Alp Tgom, Margarit gefunden (mündliche Mitteilung von M. Frey).

Rund 100 m weiter südlich schlugen wir in einem kleinen Aufschluss *Dolomite der Trias* an. Im Bachbett unterhalb der Strasse hätten wir die Chloritoidschiefer der Quartenschiefer-Formation sammeln können.

Bei Pardatsch da Stiars führt die Strasse an *blauen Phylliten des Perms* vorbei, in welchen wir auch die kleinen Dolomitlinsen beobachteten. Im südlichen Teil des Aufschlusses trafen wir zwei Bänke von grünen Schiefern, die metamorphe Spilite sein könnten. Das südlichste Ende des Aufschlusses bilden *Psammitgneise*, an deren klastischen Komponenten wir die alpine Deformation sahen.

Im Zusammenhang mit der Urserenzone und dem Tavetscher Zwischenmassiv, wurde hier erwähnt, dass manche Autoren, das Tavetscher Zwischenmassiv als Wurzel der helvetischen Decken oder eines Teils derselben betrachten.

c) Gotthardmassiv

Der nun südlich folgende vorpermische Teil des Gotthardmassivs besteht aus zwei Komplexen: den älteren Ortho- und Paragneisen und den jungherzynischen Intrusivgesteinen. *Der ältere Komplex* enthält im Teil, den wir betrachteten vor allem Paragneise, in welche Migmatitgneise, Pegmatite und Kalksilikatfelse eingelagert sind. ARNOLD (1970) konnte darin zwei voralpine Metamorphosen: eine vorherzy-

nische (kaledonische?), teilweise granulitfazielle und eine herzynische, amphibolitfazielle nachweisen. Dies gelang auf Grund von Mineral- und Gefügeabfolgen, sowie von radiometrischen Altersbestimmungen. Nach ARNOLD kommt der Streifenlineation der Streifengneise, welche auch in den übrigen Gneisen vorhanden ist, eine ähnliche Bedeutung als «Leitlineation» für die herzynische Metamorphose zu, wie der steilen Striemungslineation für die alpine Metamorphose.

Der *jüngere vorpermische Komplex* manifestiert sich hier nur durch die intermediären Gänge, welche die Gneise durchschwärmten, und die voralpinen Gefüge mit der Streifenlineation diskordant abschneiden.

Die alpine Metamorphose hat die Gesteine retrograd in Grünschieferfazies überprägt. Die Intensität der Umwandlung und der Durchbewegung nimmt dabei von der Urserenzone nach Süden ins Innere des Massivs ab. Sind die Gneise direkt südlich der Urserenzone penetrativ zu Phylloniten umgeprägt, die im Deformationsstil den Phylliten der Urserenzone gleichen, so beschränkt sich die Hauptdeformation nach Süden, im Inneren des Massivs, allmählich auf Scherzonen. Diese zerhacken das Massiv zu einer Art Grosslinsen, innerhalb welcher die voralpinen Gefüge noch gut erhalten sind.

200 m südlich der Urserenzone trafen wir *Phyllonite und Paragneise*. Sie gleichen im Detail teilweise Gesteinen der Urserenzone. Charakteristisch ist aber das Auftreten von grobblättrigem Muskovit und pegmatoiden Nestern. Beide fehlen in der Urserenzone.

300 m nördlich der Brücke über den Rein da Nalps folgen *Augengneise*. Sie enthalten bis 2 cm grosse Kalifeldspataugen. Die voralpinen Gefügeelemente, wie die flache Lineation und die Kristallisationsschieferung mit Muskovit und Biotit treten schon besser zu Tage.

Bei der Brücke über den Rein da Nalps fanden wir *Glimmerplagioklasgneise* mit gut erhaltenen voralpinen Strukturen. Die Gneise bestehen vor allem aus Quarz, Albit-Oligoklas, Biotit und Muskovit. Ein *intermediärer Gang (Quarzdioritporphyrit)* durchschlägt die Gneise diskordant. Er ist aber parallel zum eigenen Streichen verschiefert. In einer Diskussion wurde darauf hingewiesen, dass der Begriff intermediäre Gänge im chemischen Sinne gebraucht wird. Er wurde von NIGGLI (1944) für die zahlreichen Gänge quarzdioritischer bis gabbrodioritischer Zusammensetzung eingeführt, welche das Gotthardmassiv und zum Teil auch das Tavetscher Zwischenmassiv durchschwärmten und zwar darum, weil kein genügender Beweis dafür erbracht werden kann, dass diese Gänge genetisch Lamprophyre, also basische Differentiate der jungherzynischen Granite sind, und weil der Chemismus zwischen basischen und sauren Gesteinen liegt.

Im gleichen Aufschluss konnten wir *pegmatoide Linsen mit Granat und Turmalin* anschlagen. An der südöstlichen Seite des gleichen Aufschlusses durchschneidet eine bis 20 m breite *alpine Scherzone* die Paragneise. Sie liegt diskordant zur voralpinen Schieferung der Gneise. Ihre Phyllonite könnten im Handstück teilweise mit Gesteinen der Urserenzone verwechselt werden. Wir sahen direkt, wie die voralpine Lineation abgeschnitten und ersetzt wird durch die steile, alpine Striemungslineation.

In einer weiteren Diskussion wurde darauf hingewiesen, dass die alpine Zerscherung und Bildung von Grosslinsen, vorwiegend auf Inhomogenitäten im Alt-kristallin zurückzuführen ist. Die intermediären Gänge schliesslich wurden meistens so stark alpin durchschiefert, weil sie schon voralpin, zu einem grossen Teil, die gleiche räumliche Lage hatten, wie die heutigen alpinen Scherzonen.

Herumliegende Blöcke boten hier eine «Ausstellung» der südlich in der Val Nalps auftretenden Gesteine. Es sind dies: Streifengneise, Augengneise, Mischgneise,

Paradisgneise und Diorite. In manchen Blöcken liegen kleine Kalksilikatfels-Einschlüsse.

2. Profil von der Urserenzone ins Gotthardmassiv entlang der Strasse nach Curnera

Mit dem Bus fuhren wir über Sedrun und Tschamutt nach Traviers, an der Geländekante zwischen dem Vorderrheintal und der Val Curnera, um zu Fuss ein etwa 1,5 km langes Profil von der Urserenzone ins Gotthardmassiv hinein zu verfolgen. Klirrende und windige Kälte empfing uns. Statt in zwei bis drei Stunden, wurde das Programm in einer Stunde erledigt.

Von Maun Traviers wurde das schöne Panorama auf das Aarmassiv und das Vorderrheintal bewundert. Obwohl das Profil teilweise eine Wiederholung ist, bietet es hier einen besseren Einblick in die Gesteine des Perms und praktisch durchgehende Aufschlüsse ins Gotthardmassiv hinein. Zudem treten vermehrt Pegmatite und vor allem Kalksilikatfels-Einschlüsse auf.

Die ersten 400 m von Maun Traviers nach Süden durchquerten wir das *Perm der Urserenzone*. Das Profil beginnt mit *Konglomeratgneisen*, die bis einige cm grosse Gerölle enthalten. Es sind dies vor allem Quarzgerölle, aplitische Gerölle und dunkle feinkörnige Gesteinsgerölle. Ein direkter Zusammenhang zu den heutigen gotthardmassivischen Gesteinen konnte hier bisher nicht gefunden werden. Oft kann Schichtung beobachtet werden. In Zerrklüften dieser Konglomeratgneise kommen hier, und vor allem in der Cavradischlucht, die berühmten Hämatite mit aufgewachsenem Rutil vor. Weitere bekannte Mineralien sind: Adular, Calcit, Turmalin, Baryt u. a.

Nach Süden gehen die Konglomeratgneise über in *Phyllite mit Dolomitlinsen*. Diese Phyllite führen teilweise auch *Magnetitporphyroblasten*, die dann auch, teilweise hinter Eis und Schnee, gefunden wurden. Vor dem Kontakt zum Gotthardmassiv schaltet sich ein gelblicher, pyritreicher *Quarzit* ein.

Nach Süden folgen *Phyllite* und *Phyllonite*. Die Grenze zum Gotthardmassiv ist hier nicht scharf erkennbar. Sie kann auf etwa 30 m eingeengt werden, wenn man als Kriterium für gotthardmassivisch, das erste Auftreten von grobem Muskovit und pegmatoiden Nestern verwendet.

Die gotthardmassivischen Gneise sind auch hier direkt südlich der Urserenzone praktisch vollständig zu Phylloniten umgewandelt. Auch die *Pegmatite* sind alpin intensiv verschiefert, wobei sich aber zeigt, dass grober Muskovit sehr resistent sein kann.

Es folgen nach Süden *Glimmerplagioklasgneise* mit *migmatitischen* Einschaltungen, in welchen allmählich die voralpinen Gefüge besser hervortreten.

Beim Platz *300 m nördlich der Staumauer Curnera* durchschlagen wieder *intermediäre Gänge* die Gneise diskordant. Hier konnten die Feldspateinsprenglinge gut beobachtet werden. An der gleichen Stelle treten die ersten *Kalksilikatfels-Einschlüsse* auf. Sie wurden von ARNOLD (1970) eingehend beschrieben. Er konnte einen doppelten Zonarbau feststellen, deren älterer einer progressiven und deren jüngerer einer retrograden Metamorphose zugeschrieben wird. Die von ARNOLD beschriebenen primären Sedimentstrukturen in den Kalksilikatfels-Einschlüssen stammen von diesem Gebiet. Primär sedimentär deutet er sie als Lagen oder Schmitzen von kalkreicherem Material in Grauwacken oder Arkosen. Dies im Gegensatz zu anderen Autoren, welche sie als Kalkkonkretionen betrachten. Heute können wir feststellen, dass es in ausseralpinen Gebieten Kalksilikatfels-Einschlüsse gibt, die sicher Konkretionen waren, indem Sedimentstrukturen sowohl die Einschlüsse wie das Nebengestein klar durchsetzen. Auf der anderen Seite aber gibt es sichere Boudinage, bei welcher

die Einschlüsse zerrissen und der Zonarbau regeneriert wurden, so dass wohl mit beiden Entstehungsmöglichkeiten gerechnet werden muss.

Die Strasse steigt von hier nach Süden ab zur Staumauer Curnera. Bis zur ersten Wendeplatte treffen wir noch Glimmerplagioklasgneise mit Migmatitgneisen, Kalksilikatfels-Einschlüssen und diskordanten intermediären Gängen. Bei der Wendeplatte schliesslich bildet ein *Augengneis* den eigentlichen Talriegel vor dem südlichen Glazialbecken. An dieser Stelle wurde bei eisiger Kälte die Exkursion beendet.

Zitierte Literatur

- ARNOLD, A. (1970): Die Gesteine der Region Nalps-Curnera im nordöstlichen Gotthardmassiv, ihre Metamorphose und ihre Kalksilikatfels-Einschlüsse. Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F. 138.
- FREY, M. (1969): Die Metamorphose des Keupers vom Tafeljura bis zum Lukmanier-Gebiet. Beitr. geol. Karte Schweiz, N.F. 137.
- JÄGER, E., GEISS, J., NIGGLI, E., STRECKEISEN, A., WENK, E. und WÜTHRICH, H. (1961): Rb-Sr-Alter an Gesteinsglimmern der Schweizer Alpen. SMPM 41, 61.
- NIGGLI, E. (1944): Das westliche Tavetscher Zwischenmassiv und der angrenzende Nordrand des Gotthardmassivs. SMPM 24, 58.