

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
Band: 48 (1968)
Heft: 3

Vereinsnachrichten: Bericht über die 43. Hauptversammlung der Schweiz.
Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft in Einsiedeln :
Samstag, 28. und Sonntag, 29. September 1968

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: 24.01.2026

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

Bericht über die 43. Hauptversammlung der Schweiz. Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft in Einsiedeln

Samstag, 28. und Sonntag, 29. September 1968

A. Bericht des Vorstandes für 1967

Introduction

Le président rappelle les tragiques événements survenus à Prague au mois d'août dernier, qui ont eu notamment pour effet d'abréger le 23e Congrès géologique international et de rendre impossible la session de l'I.M.A. Notre Société était officiellement représentée à ces deux manifestations.

Après avoir pris contact avec quelques membres du Comité, le président a envoyé le 26 août le communiqué suivant à l'Agence télégraphique suisse :

Le 19 août 1968 s'ouvrira à Prague le 23e Congrès Géologique International qui devait durer jusqu'au 28 août.

Environ 4000 hommes de science s'étaient réunis dans la capitale tchécoslovaque à cette occasion. Leurs travaux furent interrompus le 21 août par l'occupation brutale du pays.

Le Comité et les Membres de la „Société suisse de minéralogie et de pétrographie“, qui était officiellement représentée au Congrès, désirent faire parvenir aux géologues tchécoslovaques le message suivant :

Chers Collègues,

Nous tenons à vous remercier chaleureusement de l'hospitalité que vous venez d'accorder aux géologues du monde entier et à vous féliciter pour l'organisation irréprochable du Congrès de Prague. Du fond du cœur, nous vous assurons de nos sentiments de sympathie et de solidarité dans les épreuves qui frappent votre patrie et vous exprimons notre admiration pour la conduite du peuple tchécoslovaque.

Nous protestons contre la violence qui est faite à votre pays et nous souhaitons ardemment qu'il retrouvera la liberté pour laquelle il lutte avec courage et dignité.

Pour la Société suisse de Minéralogie et de Pétrographie

Le Président:
Prof. R. Woodtli
Institut de Minéralogie
Palais de Rumine
1005 Lausanne

Lausanne, le 26 août 1968.

Rapport du président

En 1967, 28 membres personnels et deux membres impersonnels ont grossi les effectifs de notre Société. Il y a eu 13 démissions ou radiations. Nous avons eu le regret d'apprendre le décès d'un de nos membres, M. F. Weber, de Zürich.

*Liste des admissions 1967***A. Membres personnels**

Dr. S. Ayrton, Lausanne	R. F. Martin, Stanford (U.S.A.)
M. Brülhart, Bern	Prof. W. M. Meier, Winterthur
Dr. U. P. Büchi, Forch	K. Meyer, Zürich
Dr. S. Dürr, Marburg (Deutschland)	J. R. Möckel, Leiden (Hollande)
Z. Fejér, Zürich	Dr. W. Nungässer, Marly-le-Grand
Frl. R. Fischbach, Fribourg	Frau M. Potenza-Fiorentini, Milano (Italie)
A. Harnik, Zürich	F. Robertini, Piotta
H. P. Huggel, Zollikon	H.-J. Scheel, Affoltern a. A
J. Hügli, Bern	Frl. K. Schmid, Bern
L. Kajel, Bern	A. Simonetti, Agno
H. Keusen, Bern	R. P. Sinha, Halifax (Canada)
Dr. H. Kock, Marly-le-Grand	Dr. P. Trurnit, Heidelberg
Prof. S. Lorenzoni, Padova (Italie)	V. Tscherry, Zürich
Dr. R. Martin, Nyon	A. Vgenopoulos, Basel

B. Membres impersonnels

Laboratoire de pétrographie, Université, Liège (Belgique)
Muséum national d'histoire nat., Paris (France)

Décès

F. Weber, Zürich

Effectif

au 31. 12. 1966	375
Admissions	30
Décès	- 1
démission et radiations	- 13
	<hr/>
au 31. 12. 1967	391

Au 31 décembre 1967, notre Société comptait 391 membres contre 375 une année auparavant.

Le Comité exprime sa reconnaissance aux personnes qui ont soutenu financièrement notre Société et tient à remercier la Confédération pour la subvention de Fr. 10000 qu'elle lui a accordée par l'entremise de la SHSN.

Notre 42e assemblée annuelle s'est tenue à Schaffhouse le 30 septembre et le 1er octobre. Plus de 50 membres suivirent les deux séances scientifiques, placées sous le thème des „Minéraux des Alpes suisses“ et entendirent 14 communications.

Après la session, 29 personnes suivirent l'excursion scientifique organisée en Forêt Noire par M. le professeur Dr. W. Wimmenauer, de Freiburg i. Br., avec l'aide du Dr. Maus et de M. Otto, tous deux de Freiburg également. Minutieusement préparée, cette excursion jouit d'un succès mérité; le compte-rendu en a paru dans le 2e fascicule du tome 47 de notre Bulletin.

Le Comité a été renouvelé avec la composition publiée dans le Bulletin précédemment mentionné. M. le professeur Dr. A. Streckeisen a accepté la charge de vice-président et M. le professeur Dr. A. Niggli le poste d'assesseur.

Le président: *R. Woodtli*

Jahresrechnung

Betriebsrechnung

Einnahmen	Mitgliederbeiträge (inkl. Rückstände aus der Amtsperiode des alten Kassiers)	31 195.70
	Subvention SNG	10 000.—
	Zinsen	1 115.30
	Zeitschrift, Verlagsverkauf 1966	22 986.25
	Verkauf alter Hefte an Mitglieder	734.50
	Inserate	800.—
	Autorbeiträge (inkl. Rückstände aus der Amtsperiode des alten Kassiers)	33 492.13
		<hr/>
		100 323.88
Ausgaben	Heft 2/1966	24 533.70
	Heft 1/1967	26 177.15
	Verwaltungsspesen	3 092.95
	Honorar für Redaktor, Kassier und Sekretär	1 700.—
		<hr/>
	Betriebsgewinn 1967	55 503.80
		<hr/>
		44 820.08
		<hr/>
		100 323.88

Bilanz per 31. 12. 1967

Aktiven	Kasse	473.81
	Postcheck	4 186.99
	Kontokorrent	3 596.40
	Depositenkonto	30 424.05
	Wertschriften	25 000.—
		<hr/>
		63 681.25
Passiven	Konto bei Leemann AG	12 725.95
	Kapitalstand per 31. 12. 1967	50 955.30
		<hr/>
		63 681.25
Abschluss	Kapitalstand per 31. 12. 1966	33 395.12
	abzüglich Debitoren der Jahresrechnung 1966	—27 259.90
	Betriebsgewinn 1967	44 820.08
		<hr/>
		50 955.30

Der hohe Positivsaldo ist eine einmalige Ausnahme. Er röhrt daher, dass sich die Zahl der Schuldner unserer Gesellschaft unter dem Vorgänger des jetzigen Kassiers stark vermehrt hat. Dieses Geld ist im vergangenen Jahr weitgehend beigebracht worden. Normalerweise macht der Posten Mitgliederbeiträge Fr. 12000.— aus, 1966 war er dagegen auf Fr. 3700.— abgesunken.

In der Jahresrechnung ist jetzt kein Debitorenguthaben mehr aufgeführt. 1966 wurde beim Kassierwechsel ein verbuchter Debitorenposten von Fr. 27 259.90 hinterlassen, der 1967 voll einbezahlt wurde. Dieses Geld ist bereits in der Jahresrechnung

1966 als Guthaben verrechnet, 1967 aber nochmals als laufende Eingänge. Dieser Betrag ist entweder vom Kapitalstand 31. 12. 1966 oder vom Betriebsgewinn 1967 abzuziehen, damit man den wahren Vermögensstand erhält.

Auf lange Sicht ist unsere Gesellschaft nicht selbsttragend, woran vor allem der stark angewachsene Umfang unserer Zeitschrift schuld ist. Für 1969 haben wir keine Subvention beantragt, aber 1970 wird dies bereits wieder nötig sein. Der einmalige hohe Betriebsgewinn von effektiv Fr. 17000 erlaubt lediglich, dass wir die laufenden Druckereirechnungen bar bezahlen können, während wir früher oft Aufschub verlangen mussten.

Der Kassier: *M. Weibel*

Bericht des Redaktors

Im Jahre 1967 erschienen die beiden Hefte von *Band 47* der Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Mitteilungen, wobei Heft 1 dem Thema Feldspäte gewidmet ist. Der Band umfasst 1173 Seiten mit 331 Textfiguren, 59 Tabellen und 33 Tafelbeilagen, und enthält 49 Artikel, von denen 25 in deutscher, 18 in englischer, 5 in französischer und einer in italienischer Sprache abgefasst sind. Zwei Arbeiten sind Dissertationen (1 Genf, 1 Basel) und 3 Artikel sind zugleich „Kleinere Mitteilungen“ der „Beiträge zur Geologie der Schweiz“.

In diesem Band kam ferner der Bericht über die 42. Hauptversammlung in Schaffhausen mit 7 Referaten und einem Bericht über die Exkursion in den Schwarzwald zum Abdruck.

Die Gesamtkosten für den ganzen Band betragen Fr. 76343.85. An Rückerstattungen von Autoren, Stiftungen und der Schweiz. Geotechnischen Kommission konnten Fr. 32806.10 aufgebracht werden, so dass die Gesellschaft für diesen Band mit Fr. 43537.75 belastet wird.

Auf Ende 1967 hat Herr Prof. R. L. Parker seinen Rücktritt aus der Redaktionskommission genommen. Herr Parker hat seit 1959 die englisch abgefassten Manuskripte betreut. Ich möchte ihm an dieser Stelle herzlichst danken für seine kompetente und speditive Mitarbeit. Als Nachfolger hat sich Herr Dr. S. Ayrton, Lausanne, zur Verfügung gestellt. Auch mit ihm hat sich inzwischen eine sehr gute Zusammenarbeit angebahnt. Ihm und den andern Herren von der Redaktionskommission, den Herren Proff. Woodtli und Nowacki, sei der beste Dank des Redaktors ausgesprochen.

Der Redaktor: *A. Spicher*

B. Sitzungsprotokoll

1. Geschäftliche Sitzung

Samstag, 28. September 1968, 14.00 im Gymnasium, Kloster Einsiedeln.

Vorsitz: Prof. Dr. R. Woodtli, Präsident.

Anwesend: 20 Personen.

- Der Präsident verliest den Jahresbericht und gibt eine Erklärung ab zur vorgesehenen, aber nicht abgehaltenen IMA-Tagung in Prag (siehe Seite 824).

2. Der Redaktor verliest den Bericht 1967 über die Zeitschrift (siehe Seite 826).
3. Der Kassier legt die Jahresrechnung 1967 vor (siehe Seite 825). Sie wird von der Versammlung, auf Antrag der Rechnungsrevisoren, einstimmig genehmigt und dem Kassier Décharge erteilt.
4. Das vom Kassier vorgelegte Budget für das Jahr 1969 sieht Einnahmen von total Fr. 68000.— vor (Mitgliederbeiträge = Fr. 12000.—, Verlagsverkauf = Fr. 25000.—, Autorbeiträge = Fr. 30000.— und Zinsen = Fr. 1000.—). Die Ausgaben sind auf Fr. 79000.— voranschlagt (Zeitschrift = Fr. 75000.—, Verwaltung = Fr. 4000.—). Das Budget wird einstimmig genehmigt.
5. Als Nachfolger von Frl. Prof. E. Jäger (Bern) wird Herr Dr. M. Delaloye (Genf) zum neuen Rechnungsrevisor gewählt.
6. Gemäss Antrag des Vorstandes beschliesst die Versammlung den Beitritt unserer Gesellschaft zur Internationalen Assoziation für Geochemie und Kosmochemie als Kollektivmitglied. Zugleich wird dadurch der notwendigen Änderung von Artikel 3 unserer Statuten zugestimmt, der nun wie folgt lautet:

„Die S.M.P.G. ist eine Zweiggesellschaft und Sektion der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft (S.N.G.) und gehört dem Schweizerischen Nationalkomitee für Geologie, der Internationalen Union für Kristallographie, der Internationalen Mineralogischen Assoziation und der Internationalen Assoziation für Geochemie und Kosmochemie an.“
7. Als Nachfolger von Herrn Prof. R. Galopin (Genf) wird Herr Dr. V. Koeppel (Zürich) zum neuen schweizerischen Delegierten in die „Commission on Ore-Microscopy“ der IMA gewählt.
8. Verschiedenes: Prof. E. Niggli (Bern) orientiert über die DMG-Tagung, die vom 9. bis 12. September in Bern stattfinden wird (mit Exkursionen vor und nach der Tagung). Die Mitglieder unserer Gesellschaft werden zu diesen Veranstaltungen eingeladen werden.
Prof. F. de Quervain (Zürich) beantragt, dass die Jahrestagung der SMPG wie früher an einem einzigen Tag durchgeführt werden soll, damit die Teilnehmer nicht zu einer Übernachtung gezwungen werden.

2. Wissenschaftliche Sitzungen

Samstag, den 28. September 1968, 14.30 Uhr im Gymnasium, Kloster Einsiedeln.

Vorsitz: Prof. A. Streckeisen und Prof. G. C. Amstutz.

Anwesend: 33 Personen.

1. **E. Wenk** (Basel): *Cordierit aus dem Val Verzasca*. Erschienen in SMPM 48/2.
2. **E. Wenk** und **F. Keller** (Basel): *Isograde in Amphibolitserien der Zentralalpen* (Demonstration einer Karte). Erscheint in SMPM 49/1.

3. V. Trommsdorff (Basel): *The Wollastonite Reaction in the Western Bergell Alps.*

In the Bergell metamorphic rocks belonging to the amphibolite facies and to the hornfels facies different types of wollastonite bearing marbles can be distinguished. In the easterly regions the wollastonite isograd can be traced as a boundary separating rocks containing quartz + calcite from those containing either wollastonite + calcite or wollastonite + quartz. In this area the mineral zones are very closely spaced, corresponding to a large interval in the temperatures of metamorphism over a short distance (WENK 1966, JÄGER et al. 1967, TROMMSDORFF 1966). However, in the deeper seated western Bergell Alps, with wider spaced isograds and correspondingly much gentler temperature-distance gradients, the paragenesis wollastonite + quartz + calcite is not uncommon. In this region quartz bearing calcite marbles up to several tens of meters in thickness contain distinct beds rich in wollastonite. Most of these rocks show good mosaic fabric and no signs of retrogressive metamorphism. Fig. 1 shows the present state of knowledge

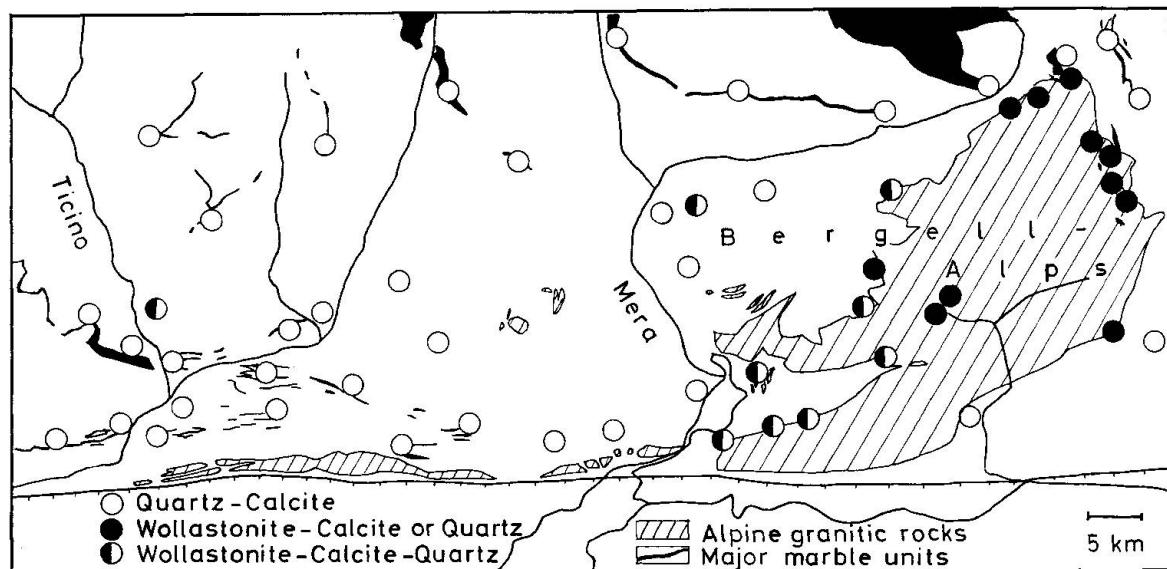


Fig. 1.

on wollastonite occurrences in the Bergell and eastern Leontine area. Open circles refer to marbles with quartz + calcite and full circles to rocks containing wollastonite + calcite or wollastonite + quartz. Half shadowed circles refer to occurrence of the paragenesis wollastonite + quartz + calcite and to layered marbles with alternating wollastonite bearing and wollastonite free quartz + calcite bearing beds. Following CORNELIUS (1931, p. 315f.) a minimum load pressure of 1.5 kb can be estimated for the eastern Bergell Alps. Further, it follows from regional tectonics as well as from the regional distribution of mineral parageneses that, in the western Bergell Alps, the pressures of metamorphism were at least 1 kb higher, at temperatures around 650—700°. Under such conditions the reaction: $\text{quartz} + \text{calcite} \rightarrow \text{wollastonite} + \text{CO}_2$ can only proceed, if the chemical activity of CO_2 is low, i. e. if the X_{CO_2} in the fluid is considerably below 1.0 (GREENWOOD 1967). In this case it can be expected that the fugacity of CO_2 in the fluid becomes buffered by the reacting solids up to values at which univariant equilibrium is attained, this continuing until either quartz or calcite is consumed. Analogous buffering has been proposed by MELSON (1966), to explain low variant assemblages in calc silicate hornfelses of a contact aureole in Montana.

The author concludes, that the assemblage wollastonite + quartz + calcite in the western Bergell Alps is due to such buffering and that the interchange in parageneses of different "grade" in these marbles is due to gradients in the fluid composition during

metamorphism. In contrast, no examples of coexisting quartz + calcite + wollastonite have been found in the eastern Bergell Alps. This discrepancy is partially accounted for by an increase in the pressures of metamorphism towards the west and by an increasing width of metamorphic zones in the same direction. Thus, the zone in which wollastonite could *only* form at low X_{CO_2} -values was very narrow in the eastern, but wide in the western Bergell Alps. Therefore in this area the probability of the progressive assemblage wollastonite + quartz + calcite surviving is much higher.

These results support the hypothesis that the low to medium pressure contact metamorphism of the eastern Bergell Alps gradually yields westwards to a medium pressure regional metamorphism.

References

- CORNELIUS, H. P. (1931): Geologie der Err-Juliergruppe. I. Beiträge geol. Karte Schweiz, N.F. 70.
- GREENWOOD, H. J. (1967): Wollastonite: Stability in H_2O-CO_2 mixtures and occurrence in a contact-metamorphic aureole near Salmo, Brit. Columbia, Canada. Amer. Mineral. 52, 1669 – 1680.
- JÄGER, E., E. NIGGLI und E. WENK (1967): Rb-Sr-Altersbestimmungen an Gesteinsglimmern der Zentralalpen. Beiträge geol. Karte Schweiz, N.F. 134.
- MELSON, W. G. (1966): Phase equilibria in calc-silicate hornfels, Lewis and Clark County, Montana. Amer. Mineral. 51, 402 – 421.
- TROMMSDORFF, V. (1966): Progressive Metamorphose kieseliger Karbonatgesteine in den Zentralalpen zwischen Bernina und Simplon. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 46, 431 – 460.
- WENK, E. (1966): Einige Probleme des anatektischen Unterbaues der Alpen. Etages tectoniques. Colloque de Neuchâtel, 83 – 87.

4. **T. Labhart** (Bern) und **L. Rybach** (Zürich): *Der Giuv-Syenit und seine Radioaktivität.* Kein Manuskript eingegangen.
5. **M. Frey** (Bern): *Zur Metamorphose des Keupers vom Tafeljura bis zum Lukmanier-Gebiet.*

1. Einleitung

Es wurde der Einfluss der alpinen Metamorphose auf den Keuper untersucht, wobei diese Formation vom unmetamorphen Bereich des Jura, über die Bohrungen im schweizerischen Mittelland, die anchimetamorphen Glarner Alpen, die epimetamorphe östliche Urseren-Zone bis zum epi- und mesometamorphen Lukmanier-Gebiet verfolgt wurde. Die Resultate stützen sich auf die Ergebnisse von 6 Einzelprofilen des schwach- und unmetamorphen Keupers (Frick, Bohrung Lindau, Quarten, Lauifurkel, Limmernboden und Garvera), welche mit tonmineralogischen Methoden untersucht wurden, sowie auf 10 im Detail untersuchte Einzelproben des höher metamorphen Keupers; im ganzen wurden je ca. 25 Gesteins- und Mineralanalysen ausgeführt.

2. Geologische Voraussetzungen

- Dem Keuper der Glarner Alpen (= Quartenschiefer) entspricht im lithostratigraphischen Sinne der höhere Mittelkeuper des östlichen Schweizer Jura.
- Die Quartenschiefer (= QS) lassen sich als lithostratigraphische Formation von den Glarner Alpen bis ins Lukmanier-Gebiet verfolgen.
- Der höhere Mittelkeuper vom Jura bis zum Lukmanier-Gebiet ist leicht erkennbar an der stetigen Vergesellschaftung von Gesteinspartien toniger Zusammensetzung mit Dolomitbändchen und -knollen.
- Die schwach metamorphen QS der Glarner Alpen weisen denselben chemischen Variationsbereich auf wie die höher metamorphen QS des Lukmanier-Gebietes.

- Alle 6 untersuchten Einzelprofile zeigen ihrem verschiedenen Metamorphosegrad entsprechend sehr ähnliche Tendenzen in der mineralogischen Zusammensetzung vom Liegenden zum Hangenden, was auf einheitliche Entstehungsbedingungen hindeutet. Im unmetamorphen höheren Mittelkeuper von Frick und Lindau zeigt sich diese Tendenz in einer Abnahme der Illit-Kristallinität vom Liegenden zum Hangenden; in den schwach metamorphen QS der Glarner Alpen ist dieselbe Neigung erkennbar an einer Zunahme des Chloritgehaltes vom Liegenden zum Hangenden, und in den epimetamorphen QS der östlichen Urseren-Zone in einer entsprechenden Zunahme des Chloritoidgehaltes.
- Zusammenfassend: Die Metamorphose des Keupers vom Jura bis zum Lukmanier-Gebiet kann unter der wichtigen geologischen Voraussetzung untersucht werden, dass mit grosser Wahrscheinlichkeit ursprünglich überall ein ähnliches Ausgangsmaterial vorgelegen hat.

3. Beginnende Metamorphose in den Glarner Alpen

- Der unmetamorphe höhere Mittelkeuper von Frick ist tonmineralogisch sehr einfach zusammengesetzt: Illit im Liegenden und Illit/Montmorillonit im Hangenden.
- Im Keuper-Profil der Bohrung Lindau erscheint zusätzlich als diagenetische Neubildung in geringer Menge Chlorit.
- Die schwach metamorphen QS der Glarner Alpen bestehen aus den Phyllitmineralien Illit und Al-Chlorit (bis zu 30 Gew.-% Al_2O_3); das „mixed-layer“-Mineral Illit/Montmorillonit ist verschwunden. Eine beginnende Metamorphose ist in den QS der Glarner Alpen an folgenden Veränderungen erkennbar:
- Durch die Bildung des Al-Chlorites: Illit/Montmorillonit = Al-Chlorit + Illit + Quarz + H_2O .
- Durch eine Zunahme der Illit-Kristallinität von Norden nach Süden.
- Durch eine Modifikationsänderung des Illits: Während im höheren Mittelkeuper von Frick und Lindau ausschliesslich das Illit- bzw. Illit/Montmorillonit-Polymorph 1 Md gefunden wurde, und in Quarten die beiden Modifikationen 1 Md und 2 M₁ anwesend sind, besteht der phengitische K-Hellglimmer im QS-Profil von Limmernboden ausschliesslich aus der Modifikation 2 M₁.
- Durch eine Dichteänderung, welche darauf hinweist, dass die QS der Glarner Alpen den grössten Teil ihres Porenwassers bereits verloren haben.
- Durch eine Rot-violett-Verfärbung, hervorgerufen durch eine Aufnahme von Ti ins Hämatit-Gitter mit zunehmender Metamorphose (röntgendiffraktometrischer Nachweis).
- Durch texturelle Erscheinungen: In den QS der Glarner Alpen macht sich gegen Süden eine zunehmende Metamorphose bemerkbar durch eine wachsende Reaktionsfähigkeit zwischen tonigem Zement und detritischen Quarzkörnern.
- Zusammenfassend: Der Einfluss der alpinen Metamorphose auf die QS der Glarner Alpen ist auf verschiedene Arten eindeutig nachweisbar; die erwähnten Ergebnisse (vor allem der Illit-Kristallinität und der texturellen Erscheinungen) zusammen mit den schon bekannten Mineralneubildungen in andern Gesteinsformationen lassen den Schluss zu, dass sich die helvetischen Decken der Glarner Alpen im Bereich der Zeolithfazies, das Autochthon des östlichen Aarmassivs aber schon im Bereich der Chlorit-Zone der Grünschieferfazies befindet.

4. Die epimetamorphen QS der östlichen Urseren-Zone

- Im Bereich der östlichen Urseren-Zone findet eine violett-grüne Verfärbung der QS statt, welche sich chemisch in einer Reduktion des drei- zum zweiwertigen Eisen äussert.
- In den QS der östlichen Urseren-Zone treten als metamorphe Mineralneubildungen Chloritoid und Paragonit auf.
- Chloritoid bildet sich nach folgender Mineralumsetzung: Al-Chlorit + Ti-haltiger Hämatit = Chloritoid + Prochlorit + Rutil + H_2O + O_2 .

- Der Chloritoid der östlichen Urseren-Zone tritt nur in der triklinen Modifikation auf und weist einen geringen MgO-Gehalt auf (1—3 Gew.-% MgO); im Gegensatz dazu ist der Chloritoid des Lukmanier-Gebietes monoklin und deutlich Mg-reicher (4—6 Gew.-% MgO).
- Die heutige Nordgrenze der Chloritoid-Zone im Bereich der östlichen Urseren-Zone stellt wahrscheinlich keine Isograde dar, sondern ist chemisch bedingt; denn im Autochthon des östlichen Aarmassivs fehlen die höheren, chloritreichen QS, welche für die Chloritoidbildung notwendig sind.
- Mineralfaziell gehören die QS der östlichen Urseren-Zone der Biotit-Zone der Grünschieferfazies an, obwohl die QS selbst aus chemischen Gründen keinen Biotit führen, wohl aber der benachbarte Lias.

5. Die epi- bis mesometamorphen QS des Lukmanier-Gebietes

- Die auffallendsten Mineralneubildungen in den QS des Lukmanier-Gebietes sind Staurolith, Disthen, Hornblende und Granat.
- Die wichtigste, aber nicht einzige, Mineralreaktion zur Staurolithbildung lautet: Chloritoid + Muskovit + Chlorit = Staurolith + Biotit + Quarz + H₂O.
- Disthen dürfte sich überwiegend auf folgende Art bilden: Al-reicher Chlorit + K-Hellglimmer = Disthen + Biotit + H₂O.
- Für die Hornblendebildung ist folgende Reaktionsgleichung von Bedeutung: Dolomit + Chlorit + Epidot + Albit = Hornblende + Plagioklas + H₂O + CO₂. Zwischen Mineralchemismus und Metamorphosegrad bestehen folgende Beziehungen:
- Mit steigendem Metamorphosegrad wird Illit von Phengit und dieser wiederum von Muskovit abgelöst.
- Mit Paragonit koexistierender K-Hellglimmer wird mit zunehmender Metamorphose Na-reicher; röntgendiffraktometrisch äussert sich dies in einer Abnahme der Grösse d(002)_{K-Hellglimmer}-d(002)_{Paragonit} von 0,357 Å in der östlichen Urseren-Zone auf 0,289 Å in der Piora-Mulde.
- Der erste almandinreiche Granat weist einen Ca-Gehalt von bis zu 10 Gew.-% CaO auf.
- Die analysierten Biotite, Staurolithe und Hornblenden lassen keine eindeutige Abhängigkeit vom Metamorphosegrad erkennen; die Zusammensetzung dieser Mineralien ist stark vom Chemismus des Muttergesteins und/oder der Paragenese abhängig.
- Turmalin kann in den QS des Lukmanier-Gebietes als Metamorphoseindikator benutzt werden: Mit zunehmender Metamorphose beginnen die klastischen Turmalinkerne weiter zu wachsen, wobei das Turmalinwachstum von der Lukmanier-Passhöhe bis Frodalera durchschnittlich gleichmässig vor sich geht.
Zwischen Gesteinschemismus und Metamorphosegrad bestehen folgende Beziehungen (abgesehen vom schon erwähnten H₂O-Verlust, welcher sich in einer Dichteänderung offenbart, sowie der Reduktion des Eisens in der östlichen Urseren-Zone):
- Die QS werden mit zunehmender Metamorphose durchschnittlich Na-reicher.
- Im Lukmanier-Gebiet findet eine CO₂-Entgasung der dolomitführenden QS statt; der CO₂-Verlust kann bis zu 20 Gew.-% betragen.
- Texturelle Beziehungen, die Anwendung der Phasenregel sowie die Verteilung von Mg und Fe zwischen koexistierenden Biotiten, Granaten, Staurolithen und Hornblenden weisen darauf hin, dass in den QS des Lukmanier-Gebietes ein lokales chemisches Gleichgewicht annähernd erreicht wurde.
- Vom mineralfaziellen Standpunkt aus gesehen findet im Lukmanier-Gebiet der Übergang von der Grünschiefer- zur Amphibolitfazies statt.

Eine ausführliche Veröffentlichung der oben erwähnten Resultate wird in meiner Dissertation mit dem Titel „Die Metamorphose des Keupers vom Tafeljura bis zum Lukmanier-Gebiet (Veränderungen tonigmergeliger Gesteine vom Bereich der Diagenese bis zur Staurolith-Zone)“ erscheinen, welche unter der Leitung der Herren Professoren Dr. E. Niggli und Dr. Th. Hügi entstanden ist.

6. **H.-U. Nissen** und **L. Rybach** (Zürich): *Plagioklasbestimmungen durch Neutronenaktivierung*. Kein Manuskript eingegangen.
7. **H.-U. Nissen** (Zürich): *Eine Bemerkung über die Tiefplagioklase*. Kein Manuskript eingegangen.

Sonntag, 29. September 1968, 9.00 Uhr im Gymnasium, Kloster Einsiedeln.

Vorsitz: Prof. E. Wenk und Prof. P. Bearth.

Anwesend: 36 Personen.

1. **A. Streckeisen** (Bern): *Stilpnomelan in den Ost- und Südkarpathen*. Siehe Seite 751 dieses Heftes.
2. **B. Reinhardt** (Rijswijk): *Ophiolithe als Abkömmlinge einer ozeanischen Kruste — einige Ergebnisse geologischer Studien in Oman (Arabischer Golf)*. Erscheint in SMPM 49/1.
3. **G. Rocci** und **H. Lapierre** (Nancy): *Etude comparative des diverses manifestations du volcanisme préorogénique au Sud du Chypre*. Erscheint in SMPM 49/1.
4. **N. Pavoni, S. El Micacher** und **M. Weber** (Zürich): *Gesteinsmagnetische Untersuchungen an den Porphyriten der Morcote-Halbinsel*. Erscheint in SMPM 49/1.
5. **K. Bächtiger, G. Bayer** und **M. Corlett** (Zürich): *Komponenten der Enargit-Gruppe als paragenetische Bestandteile der Kupfervererzung im Röti-Dolomit der Alp Tobelwald im Murgtal (Kt. St. Gallen)*.

Abstract

Polished sections of copper sulfide-bearing Triassic dolomite from Alp Tobelwald show minor amounts of antimonite, some pyrite and plentiful enargite. The latter is intimately intergrown with a bluish-green, weakly anisotropic mineral; this phase has in the past been identified as a variety of tennantite (Murdoch, 1916; Ramdohr, 1955, 1960), or "green enargite" (Schneiderhöhn, 1922). X-ray powder diagrams of a portion of this intergrowth showed only the true enargite pattern.

Electron microprobe analyses revealed striking differences between the true enargite and the "green enargite"; the latter contains considerable amounts of Hg, traces of Ag and lesser amounts of S and Cu than the true enargite, and shows a more regular distribution of Sb than the true enargite does. Variations in As-content were not established, but the Sb-distribution in the true enargite is markedly irregular, and is on the average lower than the Sb-content of the second phase.

The data at present suggest that "green enargite" could be an As-rich analogue of schwazite, a Hg-bearing tetrahedrite; studies on both minerals will be continued.

Das Murgtal ist vor einigen Jahren von Ryf (1965) geologisch neu untersucht worden, wobei von ihm auch die von Stöhr (1865) bereits erwähnte kleine Lagerstätte mit alten Versuchsbauten im Röti-Dolomit der Alp Tobelwald kurz begangen worden ist. Da für ihn eine genauere Einzeluntersuchung dieses Erzvorkommens ohne grösseren Zusammen-

hang sinnlos war und von Bächtiger und Markus (A) ausserdem eine genetische Untersuchung über die Hämatit/Pyrit/Kupfer-Vererzung im Quarten-Sandstein des Schilstales bei Flums (Kt. St. Gallen) im Zusammenhang mit den Uran- und Kupfererzen der Mürt-schenalp [siehe dazu BÄCHTIGER (1963)] in Bearbeitung steht, wurden uns die Erzproben von Herrn Dr. W. Ryf, Zürich, in verdankenswerter Weise überlassen.

Das Nebengestein der Erzmineralien ist ein hell- bis dunkelgrauer kryptokristalliner bis dichter Dolomit, in dem das Erz entweder in kreuz und quer verlaufenden haarfeinen Adern oder in Form feinstter Körner (max. 2 mm Ø) dispers eingesprengt ist. Das reichliche Auftreten von *Malachit* sowie etwas *Azurit* deutete vor allem auf das Vorkommen von Kupfersulfiden hin, während gelbliche, olivgrüne und scharlach- bis ziegelrote pulvriges Krusten noch weitere, aber nicht eindeutig zu definierende Elemente wahrscheinlich machten. Neben einzelnen Körnern von gelbem *Pyrit* (max. 1 mm Ø) sind vor allem im frischen Bruch von Erzstufen an den grauen Sulfideinschlüssen ein ausgeprägter heller silbergrauer Metallglanz und damit eine gewisse Spaltbarkeit bzw. prismatische Wachstumsflächen zu erkennen. Diese Eigenschaften sowie kaum isometrische oder dreieckige (von Tetraedrit!), sondern vielfach rechteckige bis spitzwinklige Querschnitte lassen das im Trias-Dolomit des Helvetikums nicht selten auftretende As-Fahlerz unwahrscheinlich erscheinen und vielmehr *Enargit* vermuten. Sowohl im Erzanschliff als auch durch die Röntgenanalyse konnte dann dieser Verdacht eindeutig bestätigt werden. Im Erzanschliff wurde ausserdem festgestellt, dass der eigentliche hell bräunlichrosa reflektierende Enargit mit einem grünlich- bis bläulichgrau reflektierenden Mineral in einem Mengenverhältnis von durchschnittlich ca. 5 : 1 eng (z. T. entmischungsartig bis myrmekitisch) verwachsen ist, was zum ersten Mal von MURDOCH (1916) bei Enargit-Erzen von Butte (Montana, USA) beobachtet worden ist. Während MURDOCH (1916) dieses grünliche Mineral infolge seiner Ähnlichkeit zu Fahlerz und seines isotropen (?) Verhaltens an jener Fundstelle als Tenantit aufgefasst hat, sah SCHNEIDERHÖHN (1922) in einem ähnlichen grünlichen Mineral in Verwachsung mit Enargit in Kupfererzen von Tsumeb (SW-Afrika) auf Grund von gegenseitigen Gefügebeziehungen und von Ätzversuchen eher eine allotrope und stabilere (evtl. isotropisierte) Modifikation des Enargites als ein Fahlerz. WACHROMEJEW (1954) und RAMDOHR (1955, 1960) haben leider in neuester Zeit ohne Angabe präziserer eigener Untersuchungen oder irgendwelcher Quellen wieder die Ansicht von MURDOCH (1916) vertreten, wobei der letztere Autor allerdings einräumen musste, dass dieses As-Fahlerz „aber von dem in Tsumeb massenhaft vorhandenen Tenantit merklich abweicht“, so dass das Problem bis heute keineswegs sauber gelöst scheint. Weil das grünliche mit Enargit verwachsene Mineral von der Alp Tobelwald örtlich eine deutliche Anisotropie aufweist, scheinen auch den Verfassern die von SCHNEIDERHÖHN (1922) an der Fahlerznatur gehegten Zweifel noch solange angebracht, als sie nicht durch stichhaltige und eindeutige wissenschaftliche Beweise widerlegt werden können. Es muss in diesem Zusammenhang vielleicht noch darauf hingewiesen werden, dass in denselben Erzanschliffen vereinzelte und isolierte xenomorphe Körner von schmutziggrauer Farbe, isotropem Verhalten und mässigem Reflexionsvermögen beobachtet werden konnten, die trotz austehender Untersuchung mit der Mikrosonde einstweilen als *Fahlerz* aufgefasst werden und damit doch auch wieder merkliche Unterschiede zu dem mit Enargit verwachsenen grünlich-bläulichen „As-Fahlerz“ im Sinne von RAMDOHR (1955, 1960) aufweisen würden. Auch die nachfolgenden röntgenographischen Untersuchungen am verwachsenen Gemisch der beiden Komponenten und die Teste mit der Elektronenmikrosonde brachten bis zum derzeitigen Moment noch keine entscheidenden Resultate.

Die *Guinier-Pulveraufnahmen* (CuK_α -Strahlung) von mehreren Sulfideinschlüssen aus einem Handstück zeigten in allen Fällen fast ausschliesslich die *Reflexe des Enargites*, die genau mit den in der ASTM-Kartei (10—436) angegebenen Werten einer Probe von Ouray, Colorado, übereinstimmen. Es ergab sich zudem eindeutig eine Koinzidenz mit den Röntgenlinien einer Enargit-Vergleichsprobe von Las Capillitas (Prov. Catamarca, Argentinien) aus der Mineralogischen Sammlung der ETH. Linienverschiebungen wurden dabei praktisch keine beobachtet, wie sie z. B. bei einem Einbau von grösseren Konzentrationen anderer Elemente, wie Hg, Sb und Sn auftreten müssten. Das untersuchte Sulfidmaterial würde damit einmal die Anwesenheit eines auch anderswo vorkommenden

Enargites von ungefähr gleicher Zusammensetzung (Cu_3AsS_4 mit etwas Sb) widerspiegeln, was sich auch mit den Resultaten der Mikrosondenuntersuchung deckt. Neben den Enargit-Linien waren im Röntgendiagramm nur noch die Linien des Dolomites (als Verunreinigung) sowie eine einzige schwache Linie bei $d = 2,98 \text{ \AA}$ zu erkennen, die nach HAROURT (1942) ungefähr in der Nähe der stärksten Linien von Tetraedrit (Sb-Fahlerz), nämlich $d = 2,96 \text{ \AA}$ und Tennantit (As-Fahlerz), nämlich $d = 2,95 \text{ \AA}$, liegt. In Gangartinseln sowie im Enargit nicht selten zu beobachtende, aber im Verhältnis zum grünlich-bläulichen Mineral doch völlig untergeordnete pleochroitische (grau-weiss) und stark anisotrope Körner, Prismen und z. T. lanzenförmige Lamellen von *Antimonglanz* kamen im Röntgendiagramm nicht zur Geltung.

Zur weiteren Klärung der Beziehungen zwischen dem Enargit und dem mit ihm eng verwachsenen Mineral wurden auch *thermische Versuche mit der Mettler-Thermowaage am Enargit von Las Capillitas* durchgeführt. Beim Aufheizen der Enargitprobe (Stickstoff, 4° C/min) zeigte es sich, dass die Probe oberhalb ca. 380° C durch Verdampfung zerstellt wird. Eine Umwandlung zu Luzonit, der ja die Tieftemperaturform des Enargites darstellen soll, konnte weder bei langsamem Abkühlen noch bei *langzeitigem Tempern* (80 h bei 220° C) beobachtet werden, obwohl nach GAINES (1957) und MCKINSTRY (1963) eine Umwandlung des orthorhombischen Enargites in die Tieftemperaturform des tetragonalen Luzonites reversibel bei ca. 275° C , allerdings sehr träge, erfolgen soll.

Die Untersuchungen mit der *Elektronenmikrosonde* dienten einerseits zur Verifizierung des *Antimonites* und anderseits zur genaueren Präzisierung der chemischen Zusammensetzung des eigentlichen bräunlichrötlichen *Enargites* und des mit ihm eng verwachsenen *bläulichgrünlich reflektierenden Minerale*.

Für den *echten Enargit* wurde eine mehr oder weniger gleichmässige Verteilung von Cu, As und S, aber überraschenderweise wolkenartig-diffuse Anreicherung von Sb gefunden, die bei der erzmikroskopischen Untersuchung in Luft in keiner Weise zur Geltung kam. Diese ungleichmässige Sb-Verteilung im echten Enargit wurde an zwei Stellen in gleicher Weise festgestellt und ist somit keine Zufälligkeit.

Zur Abklärung des chemischen Unterschiedes der *grünlichen Komponente* zum echten Enargit wurde vorgängig der Teste auf die einzelnen Elemente zur Orientierung über eventuelle Unterschiede bzw. Gehalte an Schwerelementen eine Aufnahme vom Probenstrom angefertigt, die wiederum in überraschender Weise ein ausgeprägtes Relief und für die grünliche Komponente einen wesentlich höheren Gehalt an einem schweren Element erbrachte. Die grünliche Komponente des Enargites unterscheidet sich demnach auf Grund der ausgeföhrten Elementteste gegenüber dem echten Enargit durch einen kleinen Cu- und S-Unterschuss sowie einen sehr geringen Ag- und relativ starken Hg-Gehalt, ausserdem durch eine mehr oder weniger homogene Verteilung des Sb von der Grössenordnung der Sb-reichen Enargitpartien. Der As-Gehalt ist bei beiden Mineralien gleich gross, während der Sb-Gehalt besonders in grösseren Körnern von echtem Enargit gegenüber der grünlichen Komponente deutlich geringer bis nahezu fehlend sein kann. Die in der Literatur [z. B. PALACHE et al. (1944)] oft erwähnten Spurenelemente bis wesentlichen Gehalte an Fe, Zn, Ge, Pb, Bi und In liegen unter der mit der Mikrosonde erfassbaren Menge von ca. 100 ppm. Diese Resultate machen gewisse *Beziehungen zum sog. Schwazit* (ein Hg-Fahlerz) wahrscheinlich, die aber infolge z. T. widersprüchlicher oder z. T. auch fehlender präziser erzmikroskopischer und röntgenographischer Angaben an eigentlichem Schwazit bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht zu einer Identität der grünlichen Komponente mit ihm geführt haben.

Die Untersuchungen werden weitergeführt und verfeinert und es soll in einer späteren grösseren Arbeit erschöpfend über die Gesamtresultate berichtet werden.

Literatur

- BÄCHTIGER, K. (1963): Die Kupfer- und Uranmineralisationen der Mürtschenalp (Kt. Glarus, Schweiz). Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser., Lfg. 38.
 BÄCHTIGER, K. und MARKUS, J. H. (A): Subaquatisch-exhalative Hämatiterze und sulfidische Kupfererze in Sandsteinen der Quartett-Serie (Obere Trias) bei Ruhegg im Schilstal (Kt. St. Gallen). Vjschr. Natf. Ges. Zürich. (In Vorbereitung.)

- GAINES, R. V. (1951): The mineralogy, synthesis and genetic significance of luzonite, famatinite and some related minerals. Ph.-D. Thesis, Harvard University.
- HARCOURT, G. A. (1942): Tables for the identification of ore-minerals by x-ray powder patterns. Amer. Mineral. 27, 63—113.
- MCKINSTRY, H. (1963): Mineral assemblages in sulfide ores: The system Cu-Fe-As-S. Econ. Geol. 58, 483—505.
- MURDOCH, J. (1916): Microscopical determination of the opaque minerals. New York. 165 p.
- PALACHE, CH., BERMAN, H. und FRONDEL, CL. (1944): Dana's system of mineralogy. Vol. I: Elements, sulfides, sulfosalts, oxides. 7th Ed. New York & London. Wiley & Sons.
- RAMDOHR, P. (1955): Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen. Berlin. Akad. Verlag. 875 S.
- RAMDOHR, P. (1960): Die Erzmineralien und ihre Verwachsungen. Berlin. Akad. Verlag. 3. Aufl. 1089 S.
- RYF, W. H. (1965): Geologische Untersuchungen im Murgtal (St. Galler Oberland). Zürich. Diss. Univ. 103 S.
- SCHNEIDERHÖHN, H. (1922): Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung und Untersuchung von Erzen und Aufbereitungsprodukten, besonders im auffallenden Licht. Berlin. Selbstverl. Ges. Deutsch. Metallhütten- und Bergleute. 292 S.
- STÖHR, E. (1865): Die Kupfererze an der Mürtschenalp und der auf ihnen geführte Bergbau. N. Denkschr. d. allg. schweiz. Ges. f. d. gesamten Naturwiss. 36 S.
- WACHROMEJEW, S. A. (1954): Erzmikroskopie. Berlin. VEB Verl. Technik. 240 S.

C. Bericht über die Exkursion der Schweiz. Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft ins Oberhalbstein

Thema: Studium der Ophiolithe

vom 25.—27. September 1968

Von *Volker Dietrich* (Zürich) und *Tjerk Peters* (Bern)

Führung: *V. Dietrich* und *Tj. Peters*

Teilnehmer

<i>P. Bearth</i> (Basel)	<i>B. Reinhardt</i> (Rijswijk)
<i>A. Bezzi</i> (Genova)	<i>G. Rocci</i> (Nancy)
<i>G. Dal Piaz</i> (Torino)	<i>M. Schidlowski</i> (Heidelberg)
<i>E. Escher</i> (Zürich)	<i>H. A. Stalder</i> (Bern)
<i>E. Kramer</i> (Heidelberg)	<i>V. Trommsdorff</i> (Basel)
<i>Frl. C. Miller</i> (Innsbruck)	<i>E. Wenk</i> (Basel)
<i>G. Piccardo</i> (Genova)	<i>R. Woodtli</i> (Lausanne)

Die Ophiolithe des Oberhalbsteins (Zusammenfassung)

Die oberpenninische Platta-Decke (südliches Oberhalbstein, Kanton Graubünden) wird im wesentlichen aus Ophiolithen aufgebaut. Daneben finden sich die zugehörigen Sedimente, d. h. Kieselschiefer bis Radiolarite, Kalkmarmore, Kalkschiefer

sowie flieschartige Mergelschiefer, Tonschiefer, Phyllite und Kalkarenite, deren Alter zwischen oberem Jura und der Kreide liegen.

Unter *Ophiolithen* verstehen wir Gesteine, die ursprünglich als basische Magmen und ultrabasische Massen längs Bruch- und Schwächezonen in die meist wenig mächtigen, unverfestigten Sedimente eines eugeosynkinalen Ablagerungsraumes eindrangen.

In der Platta-Decke war es nur teilweise möglich, primäre Lagerungsverhältnisse der Ophiolithe zu rekonstruieren; irgendwelche morphologische Grossstrukturen und Zusammenhänge innerhalb eines Ablagerungsraumes konnten bisher nicht erkannt werden. Für alle Vorkommen innerhalb der Platta-Decke trifft die Trilogie STEINMANNS (1926) zu, jedoch konnten keine Primärkontakte zwischen ultrabasischen und basischen Ophiolithen erkannt werden. Mögliche Kontakte wurden durch eine intensive Schuppentektonik, deren Abscherungshorizonte meist mit Serpentinitmassen ausgefüllt sind, vollkommen verwischt.

Um eine Übersicht der Vielgestaltigkeit der Oberhalbsteiner Ophiolithe zu vermitteln, geben wir nur eine kurze Gliederung:

Die basischen Effusivgesteine (Vulkanite)

Die schwach-metamorphen Vulkanite der „obersten Platta-Schuppen“:

Massive Diabase = Massive Laven (flow und sill).

Meta-Pillow-Laven.

Meta-Hyaloklastite s. l. (Meta-Hyaloklastit-Breccie, Meta-Pillow-Breccie, Diabas-Breccie und Meta-Hyaloklastite s. str.).

Die metamorph-überprägten Vulkanite der „unteren Platta-Schuppen“ und der „Forcellina-Schuppe“:

Grünschiefer.

Prasinit.

Mangan-Vererzungen in den Radiolariten, gebunden an Vulkanite.

Die basischen Intrusivgesteine (Gabbros und Ganggesteine)

Feinkörnige Gabbros.

Diallag-Gabbros.

Die Ganggesteine der Serpentinite.

Diabase bis feinkörnige Gabbros, alle Umwandlungsstadien zu Rodingiten, und reine Rodingite (Granat-Diopsid-Vesuvianfelse).

Fe-Cu-Ni-Vererzungen, gebunden an basische Ganggesteine in Serpentiniten.

Die ultrabasischen Intrusivgesteine (Serpentinite)

Die Lizardit-Chrysotil-Serpentinite.

Die Antigorit-Serpentinite.

Fe-Cr-Vererzungen innerhalb der Serpentinite.

Besondere Kontaktmineralien und Gesteine

Calcit, Aragonit, Dolomit und Brucit.

Aktinolith und Nephrit.

Talk und Chlorit.

Ophicalcite.

Es handelt sich also bei den vorliegenden Ophiolithen um ehemalige Basalte (Spilite?), sowie Peridotite, Pyroxenite und Gabbros, die während der alpinen Gebirgsbildung teilweise umgewandelt wurden, so dass heute vor allem Diabase (Spilite), saussuritisierte Gabbros und Serpentinite vorliegen.

Vom Hangenden zum Liegenden sowie gegen Süden lässt sich innerhalb der Platta-Decke eine fortschreitende Überprägung vom schwach metamorphen (Pumppellyit, Chlorit, Quarz, Albit, Aktinolith, Epidot und Lawsonit, Albit, Quarz Paragenesen) bis in den Grünschieferfazies Bereich verfolgen. In dieser Region können wir jedoch bis heute noch keine scharfen mineralfaziellen Grenzen ausscheiden.

Geologisch-tektonische Situation des Exkursionsgebietes

In der Region Oberhalbstein und Avers bauen die Ophiolithe ein etwa 100 km² grosses Gebiet auf, deren höchste Erhebung der Piz Platta (3392 m) ist.

Nach diesem Berg wurde von STAUB (1920 und 1926) die im wesentlichen aus Ophiolithen bestehende oberpenninische *Platta-Decke* benannt, die den kretazischen bis alttertiären *Arblatsch-Flyschmassen* und den *Averser Bündnerschiefern (Suretta-Decke)* aufliegt. Das Hangende bilden die noch nicht sicher datierbaren, flyschartigen *Roccabella-Schiefer* (*Roccabella-Serie s. l.*) und die darauf liegenden unterostalpinen Klippenreste (Scalotta-Klippe) der *Err-Decke*. Innerhalb der *Platta-Decke* können wir *zwei grosse Teildecken* unterscheiden (*untere und obere Platta-Schuppen*), die durch einen in sich verschuppten Serpentin-Gabbro-Diabas-Sediment-Komplex (*Mazzaspitz-Marmorera-Schuppen*) getrennt werden.

In den *oberen Platta-Schuppen* sind die primären Vulkanitstrukturen der basischen Ophiolithe noch recht gut erhalten, während sie in den *unteren Platta-Schuppen* verschwinden und in reine Grünschieferstrukturen übergehen. Innerhalb der Teildecken herrscht eine intensive Schuppentektik vor, wobei die ehemaligen Abscherungshorizonte meist in Serpentiniten, Diallag-Gabbros und Ophicalciten liegen. Primäre Kontakte zwischen basischen und ultrabasischen Ophiolithen konnten nicht erkannt werden. Auffallend ist, dass sich in den Serpentinit-Schuppenzonen eher ältere Sedimentreste finden (Trias und Jura) sowie sporadisch unsicheres Kristallin, während mit den basischen Vulkaniten meist jüngere Sedimente (oberer Jura bis Kreide) zusammenhängen. Die Sedimente setzen sich aus oberjurassischen, grünen und roten Radiolariten (teilweise nur reine Kieselschiefer), kieseligen Kalkschiefern und Kalkmarmoren (sogenannte Äquivalente der ostalpinen Aptychenkalke und Hyänenmarmore) sowie aus unterkretazischen Mergel- und Tonschiefern mit eingeschalteten Kalkareniten zusammen. Mikrofossilien (Foraminiferen Fauna) geben uns ein Apt-Alb-Alter an. Die letzteren Serien weisen oft normalstratigraphische Kontakte mit den basischen Ophiolithen auf. Eine Altersbestimmung an braunen Amphibolen eines Diabas-Sills bestätigte das unterkretazische Alter der Vulkanite (K-Ar Alter 113 ± 4 mio. a \cong Apt-Alb). Im Oberhalbstein können die mesozoischen Sedimente der oberpenninischen Decken faziell gut mit ihren unterostalpinen Äquivalenten verglichen werden. Es können, wenngleich auch an der Basis der bisher unterostalpinen Roccabella-Schiefer Verschuppungen erkannt werden, normal stratigraphische Kontakte mit Pillow-Laven und Hyaloklastiten auftreten, so dass wir, paläogeographisch gesehen, während der Kreide einen breiten Übergangsbereich zwischen dem bisher schematisch abgegrenzten obersten Penninikum und Unterostalpin postulieren können und nicht etwa eine scharfe Grenze.

Erster Tag: Mittwoch, 25. September 1968*Chur-Alp Flix-Falotta-Alp Flix*

Gegen 10 Uhr versammelten sich die Teilnehmer auf dem Bahnhofplatz Chur. Nach der grossen herbstlichen Schlechtwetterperiode verhiess uns der Wetterbericht den Abzug des grossen Tiefs nach Osten, verbunden mit einer Wetterbesserung durch den Aufbau eines Hochs über Westeuropa. Mit noch skeptischen Mienen verliessen wir um 10.15 Uhr Chur in einem kleinen Bus. Das Wetter besserte sich zusehends, und auf der Lenzerheide erwartete uns ein blauer Himmel mit einzelnen Wolkenfeldern. Ohne Aufenthalt fuhren wir über Tiefencastel ins Oberhalbstein bis nach Sur, einer kleinen Ortschaft östlich von Mühlen.

In einem Gasthaus wurde eine kurze Mittagsrast eingeschaltet. Der Präsident unserer Gesellschaft, Prof. R. Woodtli, benützte die Gelegenheit, die Teilnehmer zu begrüssen, der Exkursion gutes Gelingen und vor allem schönes Wetter zu wünschen. Dann brachte der Bus die Teilnehmer auf die Alp Flix zu der kleinen Ansiedlung Cuorts (ca. 2000 m) und das überflüssige Gepäck direkt zum Berghotel Piz Platta. Von Cuorts begann gegen 13 Uhr der Aufstieg zur Falotta. Auf mittlerer Höhe gaben wir einen Überblick über die regionalen geologischen Verhältnisse und versuchten, den Baustil (meist Schuppentektonik) innerhalb der Platta-Decke näher zu erläutern. Danach wurde der Aufstieg fortgesetzt.

1. Falotta (Koord. 770.000/157.300)

Studium der weissen, roten und grünen Ophicalcrite am tektonischen Kontakt Serpentinit-Meta-Pillow-Laven.

150 m weiter östlich Serpentinitbreccie (Koord. 770.150/157.340). In einer ophiocalcitischen Grundmasse stecken Serpentinit- und Ophicalcitkomponenten verschiedenster Grössen. Gerade in solchen Komponenten lassen sich vereinzelt schöne Reliktstrukturen erkennen.

Diskussion: Charakter der Ophicalcrite. Entweder primäre Entstehung während der Serpentinisierung oder rein tektonische Vermischung zwischen Peridotit- resp. Serpentinit- und Sedimentmaterial. Führte an diesen Orten zu keinem Ergebnis, da an den Kontakten keine Sedimente mehr vorhanden sind.

2. Falotta (Kord. 770.300/157.380)

Meta-Pillow-Breccie. Pillowbruchstücke und sogar einzelne Pillows (chloritisch, variolitische Varietät) stecken in einer feinen Grundmasse, in der kleine Variolen, Bläschen und umgewandelte (chloritiserte und albitisierte) Glasreste von Auge noch zu erkennen sind.

3. Felssturzgebiet nördlich unterhalb Pkt. 2502 (Koord. 770.300–400/157.520–550)

Studium der basischen Vulkanittypen: Meta-Pillow-Laven, Meta-Pillow-Breccien, Meta-Diabas-Breccien und Meta-Hyaloklastite s. str. Sämtliche Typen treten sowohl in der chloritischen als auch hämatitischen Varietät in den frischen Felssturzblöcken auf.

4. Gletscherschliffe nördlich Pkt. 2443 (Koord. 770.600/157.720)

Studium der lockergepackten, meist hämatitischen Meta-Pillow-Laven. Die Zwischenmasse (Meta-Hyaloklastit s. str.) besteht aus fluidal angeordneten, umgewandelten Glasresten, Variolen, Bläschen, rotem Kieselschiefer (ohne Radiolarien)

und rosa fein- bis grobspäti gen Calcitknollen und Schlieren, in denen neben Calcit Lawsonit vorhanden ist.

Diskussion: Spilitproblem. Dr. Reinhardt weist auf das Vorhandensein von spilitischen Chemismen in rezenten Basalten hin, denkt jedoch nicht an ein rein spilitisches Magma. Prof. Rocci bestätigt aus eigenen Beobachtungen und Analysen unsere Annahmen und Ergebnisse (DIETRICH, 1967), dass jeweils nur der Gesamtchemismus zu betrachten ist. Das heisst für enggepackte Pillow-Laven die Analyse eines ganzen Pillows oder bei Pillow-Breccie die Analyse der Bruchstücke mit der hyaloklastischen Zwischenmasse. Solche Analysen führten in unseren Vulkaniten zu normalen basaltischen Chemismen. Die Mineralumwandlungen zu Albit, Chlorit, Epidot, Pumpellyit, Lawsonit etc. scheinen durch die schwache Regionalmetamorphose unserer Gebiete bedingt zu sein, die sich ja nicht nur auf die Ophiolithe, sondern auch auf alle anderen umgebenden Gesteine ausgewirkt hat.

5. Manganerz-Mine Falotta bei Pkt. 2160 (Koord. 769.330/158.000)

Zwischen lagigen bis enggefältelten roten Kieselschiefern und Radiolariten liegen konkordant feine Manganerzbänder (Braunit + Quarz). Daneben treten diese Verzerrungen auch in grösseren Linsen und Boudins auf. Auf grossen Klüften Quarz und seltene Mangansilikate (Parsettensit, Tinzenit, Sursassit, Piemontit, Rhodonit und Manganocalcit); siehe GEIGER (1948).

Gegen Abend legte sich der kalte Nordwind, und der stellenweise noch graue Himmel entwölkte sich ganz. Von der Mangan-Mine traversierten wir die Falotta gegen Norden und erreichten mit einbrechender Dunkelheit die Alp Flix und unser erstes Nachtquartier, das gastliche Berghotel Piz Platta.

Zweiter Tag: Donnerstag, 26. September 1968

Alp Flix–Marmorerassee–Muntognas digls Lajets–Crap da Radons–Bivio

Das sich über den Alpen ausbreitende Hoch bescherte uns einen leicht bewölkten Morgenhim mel, der uns nach dem Frühstück eine prächtige Aussicht auf das Exkursionsgebiet der westlichen Talseite und den Piz Platta gewährte.

Gegen 7.30 Uhr brachen wir mit Jeeps zum Marmorera-Staudamm auf. Das unnötige Gepäck wurde von dort weiter direkt ins Hotel Grischuna nach Bivio befördert. Ohne Anmarschweg hatten wir diesmal die ersten Aufschlüsse direkt vor uns.

6. Staudamm Marmorera bei Pkt. 1684 (Koord. 768.450/153.450)

Meta-Pillow-Laven am östlichen Widerlager auf Strassen niveau. Es handelt sich um sehr enggepackte schwach variolitisch-chloritische Pillows, die schon leicht zu b-Tektoniten ausgewalzt worden sind. Nur geringe Breccienbildung en. Gegen den südlichen tektonischen Serpentinitkontakt werden die Pillow-Laven stark geschiefert.

Der Steinwall des Staudamms enthält eine schöne Kollektion der Gesteine des südlichen Oberhalbsteins. Pillow-Laven in allen Intersektionen, rote Kieselschiefer bis Radiolarite, rot-grüne Diabas-Schiefer und metamorphosierte Hyaloklastite.

Westlich des Dammes erblickt man in einer steilen Felswand hinter der Ruine Marmorera Meta-Pillow-Laven, die durch die Verwitterung sehr schön aus dem Fels herauspräpariert sind. Der Kontakt zwischen den Pillow-Laven und den südlich daran anstehenden Serpentiniten ist tektonischer Art, in dem stellenweise Nephrite auftreten.

Während sich ein Teil der Exkursion mit Herrn *Dietrich* schon an den Aufstieg zu den alten Kupferabbauen in den Serpentiniten westlich oberhalb des Marmorera-sees machte, führte Dr. *Peters* die zweite Gruppe zu einem Aufschluss an der Auto-strasse. Man erwartete noch Herrn Professor *Wenk*, der erst jetzt zu uns stossen konnte.

7. Galerie, Strasse Marmorera (Koord. 768.925/152.950)

Am Restaurant Marmorera zunächst kompakte Diallag-Serpentinite, die nach Süden gegen die Galerie hin stärker geschiefert werden. In den Serpentiniten stecken einzelne Diabasgänge und Boudins sowie feinkörnige Diopsid, z. T. Granat-Vesuvian-felse („gelbe Rodingite“). Auf Klüften sind teilweise Grossular und Vesuvian sichtbar. Die Strukturen der ehemaligen Diabase können stellenweise noch beobachtet werden, obwohl die Mineralien ausser einigen Augiten in Hydrogrossular, Vesuvian und Chlorit umgewandelt sind.

Zwei Stunden später trafen sich beide Gruppen hoch über dem Marmorerassee bei den nächsten Aufschlüssen.

8. Punkt 2276,1 (Kord. 767.140/152.040)

Alte Kupferabbaue in den Serpentiniten. Im wesentlichen handelt es sich jedoch um Fe-Cu-Ni-Vererzungen, die an Störungszonen innerhalb der Serpentinmasse gebunden sind. Möglicherweise stehen die Vererzungen in engem Zusammenhang mit den diabasischen und gabbroiden Gängen, die die Serpentinite scharf begrenzt durchziehen, was in diesen Aufschlüssen besonders schön zum Ausdruck kommt. Die Gefüge dieser z. T. grob intersertalen Diabasgänge sind noch gut erhalten. Einige augitische Diabasvarietäten. Andererseits tritt hier randlich auch schön neben Pumpellyit Granat und grosser idiomorpher Vesuvian auf.

Da das freundliche Herbstwetter anhielt, beschlossen wir, die Muntognas digls Lajets zu besteigen. Wie am Vortage befanden wir uns in den oberen Schuppen der Platta-Decke, doch treten an den Muntognas die einzelnen Schuppen, treppenförmig gegen Norden abgestuft, viel deutlicher zutage als an den stark versackten Schuppen der Falotta.

9. Profil Muntognas, Punkt 2356 bis Punkt 2791,9 (Koord. 766.250/151.500)

An der Basis liegen auf einer Serpentinitenschuppe Mergel- bis Tonschiefer, die einen normal-stratigraphischen Kontakt zu einer Basal-Breccie (mit Pillowbruch-stücken und einzelnen Pillows) von einigen Metern Mächtigkeit besitzen. Darauf folgt ein Diabassill mit intersertalen, gabbroiden und z. T. porphyrischen Struk-turen. Anreicherung der Augite gegen das Zentrum und vor allem an der Basis des Sills. Drei chemische Analysen bestätigen die feldpetrographische Annahme einer normalen Lagerung. Auf diesen Sill folgen Pillowlaven. Nach einer zweiten Serpen-tinitenschuppe, die noch Diabaseinschuppungen enthält, folgen 10—20 m hämatitische Pillowbreccie, in die drei rote Radiolaritzüge eingeschaltet sind. Darüber nochmals eine Serpentinitlinse, eine Meta-Pillow-Breccie, ein weiterer Sill, Pillow-Laven und schliesslich, den Punkt 2791,9 aufbauend, eine Meta-Pillow-Breccie.

Nach dem anstrengenden Aufstieg konnten wir in Ruhe und unter der wärmenden Herbstsonne das Panorama der Bündner Alpen geniessen. 500 m senkrecht unter uns lag die zerklüftete Val Bercla, über der sich im Westen die stolze Pyramide des Piz Platta erhob. Dieser Berg, der alle tektonischen Elemente der Platta-Decke

enthält, besteht im wesentlichen aus basischen Vulkaniten, deren Strukturen gegen die Basis zunehmend überprägt sind. Nach der Mittagsrast folgte eine Erläuterung der Ophiolith-Tektonik zwischen Mazzaspitz und Piz Platta, dann eine kurze Gratwanderung und der Abstieg über einen Diallag-Serpentininit zum Leg Neir, Pkt. 2463.

10. Serpentinitgrat (Koord. 766.430/151.100)

Diabasgänge (teilweise schon in Diopsid-Granat-Vesuvianfelse umgewandelt), die die Diallag-Bänderung der Serpentinite scharf diskordant durchschneiden.

Diskussion: Professor *Rocci* betrachtet die Gänge als primäre normale Begleiter der Peridotite. Auf seine Fragen über Regeln ihrer Lage und Verteilung in den Serpentiniten können wir keine Antwort geben. Die Schuppentezonik hat zuviel Unregelmässigkeiten hineingebracht. Ausserdem finden sich neben diesen Ganggesteinen noch tektonisch eingeschuppte Vulkanitreste.

Diskussion zur Frage der unregelmässigen Umwandlung solcher Ganggesteine zwischen Dr. *Dal Piaz*, Dr. *Reinhardt* und Dr. *Peters*. Wahrscheinlich blieben jene basischen Gänge besser erhalten, wo der umgebende Peridotit nicht sofort serpentinisiert wurde. Ausserdem dürften leicht unterschiedliche Chemismen, der Wassergehalt und die Mächtigkeiten der Gänge von erheblicher Bedeutung sein.

Nach kurzer Rast wanderten wir zu den letzten Aufschlüssen des zweiten Tages.

11. Crap da Radons (Koord. 768.420/148.850)

In den Nordwänden der Crap da Radons wechseltlagern rote und grüne Kiesel-schiefer bis Radiolarite mit Kalkschiefern bis Kalkmarmore (sog. Aptychenkalke und Hyänenmarmore). Am Kontakt gegen den liegenden Serpentinit treten rote und grüne Ophicalcite auf.

Nochmals diskutierten wir bei einigen ophicalcitschen Felssturzblöcken über deren Entstehung und wandten uns dann dem Abstieg von der Crap da Radons (2365 m) nach Bivio (1769 m) zu. Im gepflegten Hotel Grischuna liess uns ein vorzüglich zubereiteter Gemsbraten die Mühen des Tages vergessen.

Dritter Tag: Freitag, 27. September 1968

Bivio–Sur al Cant–Forcellina–Septimer-Pass–Lunghin-Pass–Maloja–Bivio–Chur

Das schöne Herbstwetter hatte sich nun durchgesetzt, und am Himmel zeigten sich nur einzelne leichte Wölkchen. Um 7.30 Uhr verließen wir Bivio mit einem Jeep und VW und fuhren die alte Septimer-Passstrasse hinauf bis auf ca. 2100 m. Von dort stiegen wir gegen die Höhen Sur al Cant, die gegen 9 Uhr erreicht wurden.

12. Sur al Cant (Koord. 768.460/144.680) auf 2600 m

In besonders schöner Anwitterung treten dort Serpentinitknollen auf (Besonderheit: Serpentinminerale innerhalb der Knolle: Lizardit und Chrysotil, auf Klüften ein sehr merkwürdiges konzentrisches Serpentinmineral. Serpentinminerale des umgebenden Serpentinit: Antigorit und Chrysotil). Einige Meter oberhalb der Serpentinitknollen grünlich-weiße Maschenserpentinite und einige schmale Rodingitzüge (teils reine Diopsidfelse, teils Granat-Vesuvianfelse). Jenseits des Grates eine kompakte Masse eines harten splitternden Diopsidfelses im Serpentinit. Dieses Gestein macht im Bruch einen brecciösen Eindruck. Die schwarzen Komponenten

(Maschenserpentin, Lizardit-Chrysotil mit fein verteilem Magnetit und Pentlandit) liegen in einer diopsidischen Grundmasse, worin stellenweise noch ein heller Chlorit auftritt.

13. Leg Curegia, Punkt 2594 (Koord. 767.515/143.540)

Traversierung entlang der Sur al Cant Südwände Richtung Forcellina. Vom Leg Curegia bis Punkt 2453 Profil durch die Grünschiefer bis Prasiniten der Forcellina-Schuppe. In diesen Gesteinstypen konnten keine ursprünglichen Vulkanitstrukturen mehr erkannt werden. Die Chlorit-Epidot-Albitschiefer führen stellenweise reichlich Alkalihornblenden.

Diskussion: Art der ursprünglichen Vulkanite in diesen feingebänderten Grünschiefern.

Dr. Trommsdorff erwägt metamorphe Sedimente. Professor Bearth möchte auf Grund der Heterogenität (Epidotknollen etc.) dieser Grünschiefer ehemalige Hyaloklastit- und Pillow-Breccien sehen.

Zwei Gebiete, in denen militärische Schiessübungen abgehalten wurden, konnten ohne Gefahr passiert werden.

14. Lunghin-Pass südlich Punkt 2645 (Koord. 770.970/142.490)

Querung des Septimer-Passes (2310 m) und neuer Anstieg gegen den Lunghin-Pass. Südlich unterhalb des Passes stecken in den Antigorit-Serpentiniten einige z. T. boudinierte 0,5—3 m mächtige Granat-Vesuvianfelse, die gegen den Grat zum Piz dal Sase hinaufziehen. Als Varietäten treten Vesuvianfelse mit grünem Vesuvian und gelblichem Grossular sowie rotem Vesuvian auf. Stellenweise kommt Diopsid hinzu. Am Kontakt gegen die Serpentiniten ist meist grossblättriger Chlorit ausgebildet. Auf Klüften in den Vesuvianfelsen finden sich idiomorpher Grossular, Calcit und grüner Vesuvian, deren Kristalle 2—3 cm Länge erreichen können. Weiterhin treten in den Serpentiniten gelblich-grüne, reine Diopsidfelse auf. Eine Besonderheit bildet ein dunkelgrünes, felsiges Gestein mit weisslich-grünen Adern. Die grüne Grundmasse besteht aus einem Chlorit, die Adern sind von Diopsidbüscheln erfüllt. Im Schutt findet man dunkelgraue plattige Schiefer, die weiter oben gegen den Piz dal Sasc in den Serpentiniten eingelagert sind. Von Auge erkennt man feine, eingeregelte Hornblenden; unter dem Mikroskop scheint das Innere der Hornblenden aus einem Aktinolith, der Rand aus einer Alkalihornblende zu bestehen. Die feinkörnige Grundmasse besteht aus Quarz und Albit.

Diskussion: In den grobkörnigen Varietäten der Vesuvianfelse glaubt Dr. Dal Piaz ehemalige gabbroide Strukturen zu erkennen.

In den Alkalihornblende- und Stilpnometanschiefern sieht Prof. Bearth ehemalige Kieselschiefer.

Bei diesen Aufschlüssen, die um 12.30 Uhr erreicht wurden, schalteten wir eine längere Mittagspause ein, damit genügend Zeit für das Suchen von Mineralien zur Verfügung stand.

Vor dem Abstieg wanderten wir noch wenige Meter bis zum Grat hinauf, östlich des Piz dal Sasc bei Pkt. 2733. Das Oberengadin und Bergell breiteten sich in voller herbstlicher Pracht unter dem tiefblauen wolkenlosen Himmel aus. Wir wiesen besonders auf die einzigartige Wasserscheide zwischen Septimer- und Lunghin-Pass hin, von der drei grosse Flussysteme Europas, das des Po (über Maira und Adda), des Rheins und des Inn ausgehen und seit dem Tertiär an der Gestaltung dieser grossartigen Morphologie Anteil haben. Mit Hilfe der Berninakarte von R. STAUB

versuchten wir die tektonischen Zusammenhänge zwischen penninischen und ost-alpinen Decken sowie die Stellung des tertiären Bergeller Granits zu erklären. Danach stiegen wir den Passweg 900 m hinab ins Oberengadin und erreichten Maloja gegen 15.30 Uhr, so dass noch genug Zeit für einen gemütlichen Abschiedstrunk blieb. Der Präsident, Prof. *Woodtli*, dankte den Teilnehmern aus fünf Alpenländern für ihr Kommen, der Exkursionsleitung für die umsichtige Vorbereitung und Führung sowie Petrus für die drei sonnigen Herbsttage. Der pünktlich erschienene Bus brachte alle Teilnehmer über Bivio, wo das restliche Gepäck deponiert worden war, nach Chur zurück. Zufrieden, müde und mit mehr oder weniger starkem Muskelkater konnte jeder die Heimreise antreten.

Literaturverzeichnis

- CORNELIUS, H. P. (1935): Geologie der Err-Julier-Gruppe, Teil I. Das Baumaterial (Stratigraphie und Petrographie), Beitr. geol. Karte Schweiz, NF, 70. Lfg.
- (1950): Geologie der Err-Julier-Gruppe, Teil II. Der Gebirgsbau, Beitr. geol. Karte Schweiz, NF, 70. Lfg.
- (1951): Geologie der Err-Julier-Gruppe, Teil III. Quartär und Oberflächengestaltung, Beitr. geol. Karte Schweiz, NF, 70. Lfg.
- DIETRICH, V. (1967): Geosynkinaler Vulkanismus in den oberen penninischen Decken Graubündens (Schweiz). Geol. Rdsch. 57, 246—264.
- GEIGER, TH. (1948): Manganerze in den Radiolariten Graubündens. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser., Lfg. 27.
- STAUB, R. (1920): Geologische Beobachtungen im Avers und Oberhalbstein. Eclogae Geol. Helv. 25/4, 492—501.
- STEINMANN, G. (1926): Die ophiolithischen Zonen in den mediterranen Kettengebirgen. Compte rendu XIVe Congrès Int. de Géologie, fasc. II, 637—668, Madrid.
- VUAGNAT, M. (1946): Sur quelques diabases suisses. SMPM 26, 116—283, Zürich.
- (1948): Remarques sur trois diabases en coussins de l'Oberhalbstein. SMPM 28, 263—273, Zürich.

Geologische Karten

- CORNELIUS, H. P. (1932): Geologische Karte der Err-Julier-Gruppe, 1 : 25 000, West-Blatt, Schweiz. Geol. Kommission, Spezialkarte Nr. 115a.
- STAUB, R. (1926): Geologische Karte des Avers, 1 : 50 000, Schweiz. Geol. Kommission, Spezialkarte Nr. 97.
- (1946): Geologische Karte der Bernina-Gruppe und Umgebung, 1 : 50 000, Schweiz. Geol. Kommission, Spezialkarte Nr. 118.