Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 57 (1964)

Heft: 2

Artikel: Compte rendu de la 80e assemblée générale de la Société Géologique Suisse à Zurich : samedi 10 octobre 1964

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-163154

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: 13.10.2025

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

Compte rendu de la 80e Assemblée générale de la Société Géologique Suisse à Zurich

Samedi 10 octobre 1964 à l'Institut de Géologie de l'Université et de l'E. P. F.

A. Rapport du Comité pour 1963/1964

Rapport du Président

Le Comité est formé des membres suivants:

Président:	Prof. Dr. AUGUSTIN LOMBARD, Genève
Vice Président:	Dr. FRANZ ROESLI, Luzern
Secrétaire:	PD Dr. LOUIS PUGIN, Marly, FB
Trésorier:	Dr. EMIL WITZIG, Schaffhausen
Rédacteur:	Prof. Dr. WALTHER NABHOLZ, Bern
Assesseurs:	PD Dr. HEINRICH JÄCKLI, Zürich
	Dr. FRITZ BURRI, Riehen BS
Archiviste:	Dr. HANS SUTER, Zürich

Les vérificateurs des comptes sont: Dr RONALD CHESSEX, chargé de cours, Genève et Lausanne, et Dr ALBERT MATTER, Berne.

Le Comité s'est réuni une fois à Berne le 11 juillet pour la gestion des affaires courantes et une seconde fois à Zürich le 9 octobre pour préparer l'Assemblé Générale.

La demande de subside annuel de fr. 20000.– adressée au Comité de la S.H.S.N. a été acceptée et nous exprimons notre vive reconnaissance à son Président pour ses efforts et sa compréhension. Cette aide va permettre à notre Société de faire face à l'augmentation des prix d'impression des Eclogae et aidera les auteurs. Le Comité Central de la S.H.S.N. nous a alloué 10000 frs. cette année, en attendant le premier versement de la subvention fédérale.

Le Guide géologique est entré dans la dernière phase de son impression et les deux premiers fascicules en sont aux dernières corrections. La Société Géologique Suisse sera représentée au 22e Congrès International de Géologie par le Dr A. SPICHER.

Comité

Le Président adresse ses remerciements aux membres du Comité, en particulier au Trésorier et au Rédacteur. Il réitère cette année encore sa gratitude à ceux qui ont travaillé pour le Guide, souhaitant que sous la présidence de son successeur, cet important ouvrage voie enfin le jour. Merci également aux Professeurs A. GANSSER, R. TRÜMPY et DAL VESCO pour avoir organisé et dirigé les excursions aux Grisons et en Suisse Centrale, enfin au Dr JÄCKLI pour l'organisation du lunch de section.

Membres et effectif

Depuis la dernière assemblée générale le 31 août 1963 à Sion, nous avons reçu 29 nouveaux membres personnels. Ce sont, dans l'ordre des inscriptions:

a. Membre à vie pour services rendus (séance du Comité du 11 juillet 1964)

Prof. Dr. Hans Suter, Zürich (ancien archiviste, membre depuis 1917)

b. Nouveaux membres

Membres personnels

M. Endre Szöts, France
M. Wolfgang Schweizer, Zuoz
M. Jean-Pierre Jaccard, Lausanne
M. Jean Aubouin, France
M. Francis Hirsch, Glattfelden
M. Fabio Medizza, Italie
M. Iginio Dieni, Italie
M. Christian Caron, France
M. Jean Meia, Neuchâtel
M. Uwe Pflaumann, Allemagne
M. Werner Flück, Berne
M. Urs Gasser, Kirchlindach
M. Dante Nassetti, Liestal
M. Volker Dietrich, Küsnacht
M. Pierre Stalder, Martigny
M. Hillert Ibbeken, Allemagne
M. Cornelis Willem Drooger, Hollande
M. Michel Septfontaine, Genève
M. Daniel Kissling, Genève
M. Konrad Görler, Allemagne
M. Thomas Gyr, Zurich
M. Jean-Antoine Zufferey, Sierre
M. Morton Polugar, Etats-Unis
M. André Guillaume, France
M. Bruce Allen Masters, Etats-Unis
M. André Vifian, Tunisie
M. Jan Johan Rozeboom, Libye
M. Henri Torrent, Monthey VS
M. Johann Peter Hunger, Locarno

Membres impersonnels

Ecole Nationale Supérieure de Géologie appliquée et de Prospection minière de l'Université de Nancy, France

Lehrstuhl für angewandte Geologie und Forschungsstelle für regionale und angewandte Geologie des Geologischen Instituts der Rhein.-Westf. Technischen Hochschule, Aachen, Allemagne

c. Démissions	*Année d'entrée*
M. E. B. Bailey, 76 Hampstead Way, London W. 11	1909
Prof. Dr. Hans Annaheim, Krachenrain 58, Basel	1934
M. Pierre Mercier, Tolochenaz sur Morges	1942
Radiation	
Mlle Annetta Staub, Fex (Engadine)	1958
d. Membres décédés	
Dr Peter von Schumacher (membre à vie) († 29. 2. 1964)	1922
Dr Paul Bieri, Thun	1922
Dr Gustaf Frischknecht, Zürich	1900

Récapitulation

L'effectif de notre Société comprend à ce jour:

A.	*Membre à vie*	1
B.	*Nouveaux membres:*	
	Membres personnels en Suisse	369 (+ 15)
	Membres personnels à l'étranger	219 (+ 14)
	Membres impersonnels à l'étranger	66 (+ 2)
C.	*Démissions*	
	Membres personnels en Suisse	3
	Membres personnels à l'étranger	1
D.	*Membres décédés*	
	Membres personnels en Suisse	3
Total des membres		686 (+ 24)

Je souhaite à tous les nouveaux membres une cordiale bienvenue et les invite à participer activement à nos séances, aux excursions et à notre journal périodique, les Eclogae.

Ainsi qu'il a été annoncé plus haut, nous avons eu le regret de perdre trois membres.

PETER VON SCHUMACHER est décédé le 29 février 1964 à l'âge de 56 ans à Zurich. Elève du Professeur PAUL ARBENZ à Berne, il fit sa thèse dans l'Helvétique, intitulée: «Der geologische Bau der Klaridenkette», parue dans les Matériaux en 1928. Après quelques années d'activité au service de la Shell, il se sentit appelé par ses goûts et son tempérament à d'autres destinées que celles de la géologie. Après quelques années d'activité à Bornéo et au Mexique, puis au Vénézuela, il regagne la Suisse et prend en main les destinées de la «Weltwoche» dont il fut le rédacteur en chef et l'animateur jusqu'à sa mort.

Le Dr PAUL BIERI est récemment disparu et nous regrettons le décès de ce collégue modeste et actif. Il consacra des années à l'étude de la géologie du Bas-Simmental. Il était maître secondaire à Thoune et publia plusieurs descriptions régionales des environs de cette ville.

Le Dr GUSTAV FRISCHKNECHT était né en 1899 et est décédé en 1963 après une longue maladie. Il fit des études de géomètre au Technicum de Winterthur, travailla quelques années dans sa profession puis acquit son diplôme de géologue à Zurich en 1923. Sa thèse de doctorat porta sur l'Adula, en collaboration avec H. JENNY et J. KOPP. Après un stage au Bureau HELBLING, il partit dans les Andes puis fut engagé par la Shell. Il fut envoyé en Nouvelle Guinée, en Birmanie puis à la Haye. Pendant la guerre, il travailla pour le Département Militaire puis pour les routes nationales.

Nous garderons de ces membres disparus un fidèle souvenir. Il n'y a pas eu de changements au Comité. L'archiviste, M. le Dr HANS SUTER se retire après de longues années d'activité. Le Comité dont vous venez d'approuver la gestion, a décidé de lui exprimer sa reconnaissance en le nommant membre à vie. Le Dr E. WITZIG a bien voulu accepter de le remplacer.

Genève, le 9 octobre 1964

Le Président:
AUGUSTIN LOMBARD

Bericht des Redaktors

Im Berichtsjahr sind die beiden Hefte des Bandes 56 der *Eclogae geologicae Helvetiae* erschienen. Sie umfassen die stattliche Zahl von 1178 Druckseiten mit 394 Figuren und 16 Tabellen im Text, ferner 94 zugehörige Tafeln. Von letzteren wurden zwei im Vielfarbendruck erstellt. Auf die vielseitigen Themata, die in den 20 Einzelarbeiten behandelt werden, sei hier nicht eingegangen. Neben den drei zum Abdruck gelangten Dissertationen, findet sich in diesem Band als umfangreichste Einzelarbeit der Beitrag von P. BRÖNNIMANN und D. RIGASSI über die Geologie und Paläontologie der Gegend von La Habana auf Cuba, deren Drucklegung dank finanzieller Unterstützung durch den Schweizerischen Nationalfonds ermöglicht worden ist. Im Bericht der Schweizerischen Gesellschaft über unsere

letztjährige Tagung in Sitten gelangten 7 der 10 dort gehaltenen Referate zum Abdruck. Den letzten Teil von Heft 2 nimmt wie gewohnt der Bericht der Schweizerischen Paläontologischen Gesellschaft ein; dessen Redaktion besorgte Herr Dr. Fritz Burri aus Basel, wofür ihm hier der beste Dank ausgesprochen sei. Über das im September 1964 zum Versand gelangte Heft 1 von Band 57 wird in einem Jahr zu berichten sein.

Die Druckkosten für Band 56 betrugen über 108000 Fr. Zahlreiche Kostenbeiträge verminderten den Betrag, den unsere Gesellschaft an diese grosse Kostensumme zu leisten hatte, auf ca. Fr. 51400. Wir verdanken dem Schweizerischen Nationalfonds für wissenschaftliche Forschung einen grossen Kostenbeitrag, weitere ferner einem Autor und der Stiftung Dr. Joachim de Giacomi der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Die Schweizerische Paläontologische Gesellschaft konnte wie gewohnt einen grossen Teil der Druckkosten ihres Berichts selbst übernehmen. Die Nachfrage nach Eclogaeheften bei unserem Verlag war auch dieses Jahr wiederum sehr erfreulich und brachte unserer Gesellschaft wesentlich mehr ein als die Mitgliederbeiträge, nämlich den respektablen Betrag von fast Fr. 30000.

Abschliessend sei darauf hingewiesen, dass die Johnson Reprint Corporation in New York nach Abschluss eines Vertrages mit unserer Gesellschaft den Nachdruck der alten vergriffenen Bände der Eclogae geologicae Helvetiae begonnen hat.

Bern, im September 1964

Der Redaktor:
W. Nabholz

Rechnungsbericht pro 1963 und Budget pro 1964

I. Betriebsrechnung per 31. Dezember 1963

A. Einnahmen

	Rechnung 1963		*Budget 1964*	
a) *Allgemeine Verwaltung*	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Mitgliederbeiträge	18978.50		19000.—	
Zinsen	3689.40		3700.—	
Verkauf Eclogae	21912.65		29900.—	
Beitrag Schweiz. Geologische Kommission	1000.—		—.—	
Total Einnahmen Allgemeine Verwaltung		45580.55		52600.—
b) *Eclogae*				
Beiträge aus Stiftungen, Inseraten, Rechnungen des Redaktors				
Schweiz. Naturforschende Gesellschaft	10000.—		20000.—	
vol. 54	7214.70		—.—	
vol. 55	16378.—		—.—	
vol. 56	—.—		37700.—	
vol. 57/1	5250.—		13200.—	
Einbände	1707.05		1900.—	
Total Einnahmen Eclogae		40549.75		72800.—
Total Einnahmen		86130.30		125400.—

B. Ausgaben

a) *Allgemeine Verwaltung*				
Unkosten und Spesen	6710.95		6800.—	
Spesen Geologischer Führer	831.90		600.—	
Beitrag an Schweiz. Paläontologische Ges.	5174.10		7000.—	
Total Ausgaben Allgemeine Verwaltung		12716.95		14400.—
b) *Druckkosten Eclogae*				
vol. 55	33020.80		—.—	
vol. 56	46509.15		58500.—	
vol. 57/1	831.85		50600.—	
Einbände	1888.—		1900.—	
Total Ausgaben Eclogae		82249.80		111000.—
Total Ausgaben		94966.75		125400.—
Ausgabenüberschuss		8836.45		

II. Reservefonds

Bestand am 1. Januar 1963	22000.—
Keine Einnahmen/Ausgaben	—.—
Bestand am 31. Dezember 1963	22000.—

III. Bilanz per 31. Dezember 1963

Aktiven	Fr.	*Passiven*	Fr.	Fr.
Postcheckkonto	22103.61	Unantastbares Kapital		
Schweiz. Bankgesellschaft		Fonds Tobler	60000.—	
Wertschriften	118000.—	Fonds Erb	10000.—	
Depositenkonto	2386.75	Schenkungen	17100.—	
Kasse	163.15	Lebenslängl. Mitglieder	22306.30	
				109406.30
		Verwaltung		11247.21
		Reservefonds		22000.—
	142653.51			142653.51

IV. Vermögensänderung

Bruttovermögen am 1. Januar 1963	131406.30
Bruttovermögen am 31. Dezember 1963	131406.30
Keine Vermögensänderung	—.—

V. Erstellungskosten der Eclogae, Vol. 55

	Band 55/1 284 Seiten 12 Tafeln	Band 55/2 406 Seiten 38 Tafeln
	Fr.	Fr.
Druckkosten zu Lasten SGG	11806.70	18020.25
Beiträge	13920.80	15425.35
Total der Erstellungskosten	25727.50	33445.60

Schaffhausen, im Juni 1964

Der Kassier: E. Witzig

Revisorenbericht über das Jahr 1963

Die unterzeichneten Revisoren haben die Jahresrechnung 1963 der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft geprüft und in allen Teilen in Ordnung befunden. Sie überzeugten sich von der gewissenhaften Verbuchung der Einnahmen und Ausgaben und deren Übereinstimmung mit den Belegen.

Die auf den 31. Dezember 1963 in der Bilanz aufgeführten Aktiven sind durch Postcheck- und Bankausweise belegt. Die Ausscheidung der Vermögenswerte auf die einzelnen Fonds ist richtig vorgenommen worden. Der zusammenfassende Rechnungsbericht stimmt mit der detaillierten Buchführung überein.

Die Rechnungsrevisoren beantragen der Gesellschaft die Jahresrechnung 1963 zu genehmigen, dem Herrn Kassier Décharge zu erteilen und ihm für die der Gesellschaft geleistete grosse und zeitraubende Arbeit bestens zu danken.

Schaffhausen, den 8. September 1964

Die Revisoren: R. Chessex und A. Matter

B. 80e Assemblée générale ordinaire

Samedi, le 10 octobre 1964

Séance administrative, à 9 h, à l'Institut de Géologie de l'E.P.F à Zurich

M. Augustin Lombard, président, souhaite la bienvenue aux 46 membres présents et, suivant l'ordre du jour statutaire, donne lecture du rapport annuel pour 1963–64. Les rapports du rédacteur, du trésorier et des vérificateurs des comptes n'ont soulevé aucune remarque. Décharge est donnée à l'unanimité au Comité de sa gérance pour l'année écoulée.

M. E. Witzig, trésorier, présente le budget pour 1964, budget équilibré grâce à la subvention annuelle de Fr. 20000.– de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, somme qui sera versée pour la première fois cette année. Ce budget ayant été accepté, le comité propose à l'Assemblée générale de ne pas changer les taux des cotisations, ce qui est accepté.

A la suite de la démission statutaire du Président, M. Augustin Lombard et du trésorier, M. Emil Witzig, à qui sont adressés de chaleureux remerciements, sur la proposition du comité, l'assemblée nomme comme nouveaux membres du comité M. le professeur Augusto Gansser de Zurich et le PD Dr Marcel Burri de Lausanne.

Les deux vérificateurs des comptes MM. Ronald Chessex et Albert Matter ayant dû résigner leur fonction, l'assemblée nomme à leur place MM. PD Dr Franz Hofmann, pour une année et Urs Gasser, pour deux ans.

Puis l'Assemblée approuve la décision du comité de modifier l'article 8 du règlement d'impression des Eclogae geologicae Helvetiae par l'adjonction suivante: «Suivant le cas, l'auteur pourra recevoir une aide supplémentaire». «In besonderen Fällen kann dem Autor eine grössere Entschädigung gewährt werden.»

La présidence de la séance scientifique a été assurée par un de nos membres de passage au pays, M. le Dr Bruno Campana, de Melbourne.

Le secrétaire: L. Pugin

Séance scientifique, samedi, le 10 octobre 1964

Séance simultanée de la section de géologie de la S.H.S.N. (en partie en commun avec la Société Paléontologique Suisse).

---

1. – AUGUST GANSSER & THOMAS GYR (Zürich): **Über Xenolithschwärme aus dem Bergeller Massiv und Probleme der Intrusion.** Mit 16 Figuren und 1 Tabelle im Text.

ABSTRACT

Swarms of exogene and endogene xenoliths are described from the Tertiary Bergell batholith. While the former are related to the surrounding rocks, the latter seems to belong to an earlier, more basic intrusion, related by chemical composition and morphology of zircons to basic tonalites. Mixed xenolith breccias with a coarse grandioritic matrix can be intrusive into wallrocks. In the fluidally layered tonalites the xenoliths are elongated and do not change in composition. We believe that the layering is primary and not caused by subsequent tectonic deformation. Similar rocks frequently occur in the Adamello massif, situated south of the Tonale line.

The same deep seated origin is suggested for the Tertiary intrusions from the Bergell, Adamello to the Brixen mass, where migmatitic rocks from a deeper level are unknown. These intrusions must be distinguished from the migmatitic granites of the Lepontic region, which do not expose the widespread homogenisation characteristic for the Bergell type rocks.

Einleitung

In sauren batholithischen Intrusionsmassen bilden Xenolithe eine sehr häufige und auffallende Erscheinung, die rein phenomenologisch oft erwähnt, über deren Deutung aber immer noch recht verschiedenartige Vorstellungen herrschen. Die Bezeichnung Xenolith wird hier im weiteren Sinne gebraucht, wobei eigentliche Fremdeinschlüsse wie aber auch gewisse Frühausscheidungen und Differentiate, genetisch mit ein und derselben Phase verbunden, verstanden werden. Das klassischste Gebiet der Xenolithe finden wir in dem durch die ausgezeichneten Arbeiten der Padovaner Schule gut bekannten Adamello. Schon SALOMON sind die von ihm als Schlierenknödel bezeichneten Einschlüsse (erstmals beschrieben durch REYER 1881) aufgefallen.

Bei der Neubearbeitung der Bergeller Intrusion durch das Zürcher Institut sind auffallend schöne und bis jetzt wenig beachtete Xenolithschwärme beobachtet worden, über die hier summarisch berichtet wird. Das Auftreten dieser Schwärme, deren Lagerung und die lokale wie auch regionale Verteilung sind für das Gesamtverständnis der wichtigen jungen Bergeller Intrusion von nicht nebensächlicher Bedeutung. Ganz allgemein werden zwei Xenolithtypen behandelt: erstens Einschlüsse, welche wahrscheinlich mit einer früheren, basischen Ausscheidungsphase zusammenhängen oder auch durch Tiefenassimilation homogenisiertes Nebengestein gebildet worden sind, (endogene Xenolithe, Typus A) und solche, die sich aus Einschlüssen des umliegenden oder auch weiter entfernten, oberflächlichen Nebengesteins ableiten lassen (exogene Xenolithe, Typus B). Die weitverbreitete Ansicht, dass es sich bei dem einen Typus (A) eigentlich nur um eine extreme Umwandlung von Typus B handle, wobei sämtliche Übergänge beobachtbar seien, scheint sich bei genaueren und regionalen Untersuchungen nicht immer zu bestätigen, obwohl gewisse Konvergenzerscheinungen auftreten können.

Die Zusammensetzung der Xenolithe

Wie einleitend erwähnt, unterscheiden wir endogene Xenolithe sowie exogene Einschlüsse. Im folgenden werden wir uns speziell mit den endogenen Typen befassen, welche innerhalb der Intrusionsmasse weitaus den grössten Teil der Einschlüsse

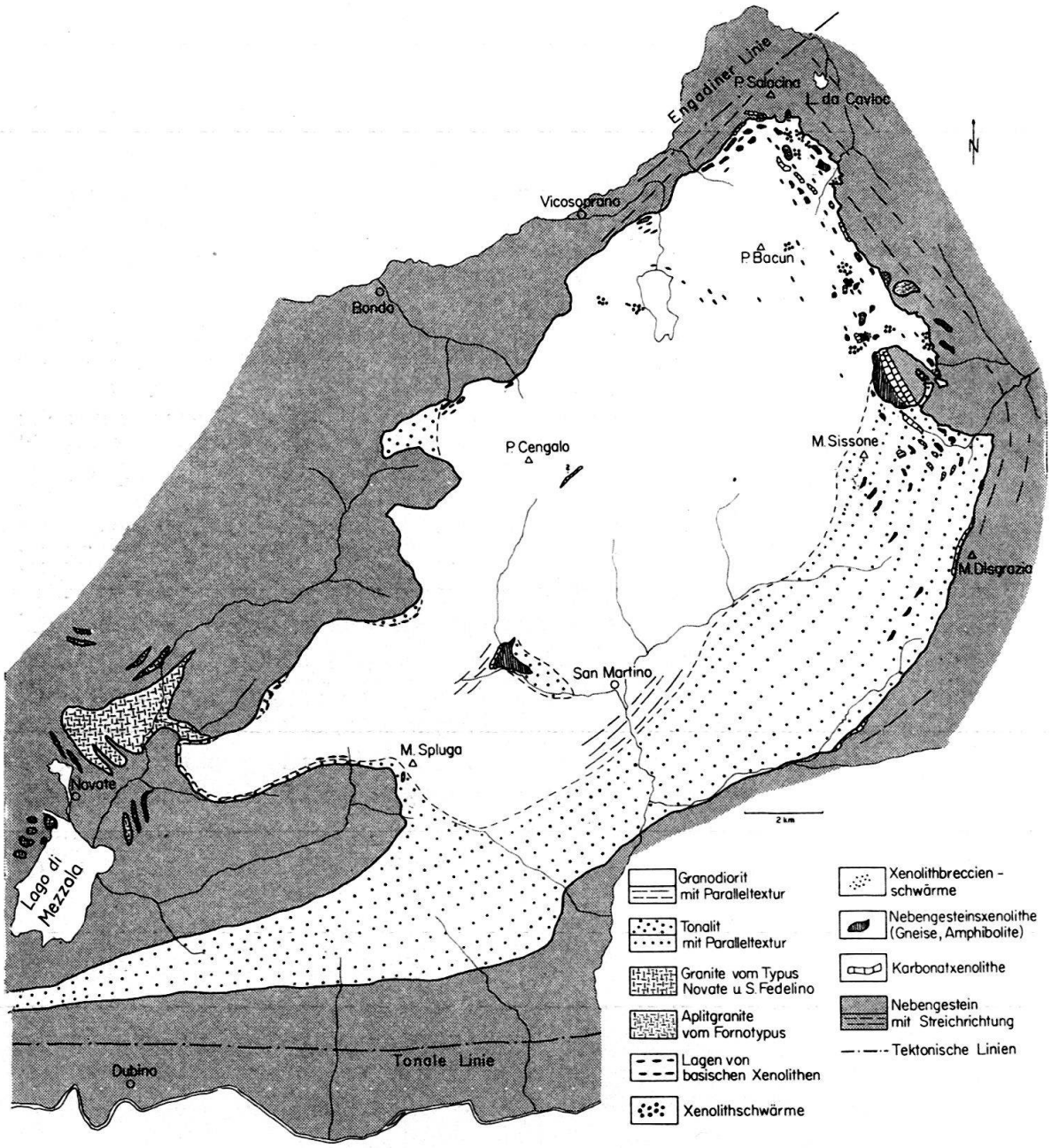

Fig. 1. Tektonische Skizze des Bergeller Massivs.

ausmachen, während die exogenen Xenolithe begreiflicherweise mehr auf die peripheren Gebiete und direkten Kontaktzonen beschränkt bleiben. Die Lagerungsform und Einzelausbildung der Xenolithe hängt weiterhin von der strukturellen und chemischen Zusammensetzung der Bergeller Intrusion ab. Zusammenfassend können hier drei Haupttypen von Intrusionsgesteinen unterschieden werden, die

sich strukturell und chemisch deutlich voneinander unterscheiden (Fig. 1). Im nördlichen Teil finden wir die massigen, grobkörnigen, meist porphyrischen Granodiorite (1) und öfters eine deutlich aplitgranitische Randfazies daneben, die sich auch als kompliziertes Gangsystem in das Nebengestein fortsetzt (2). Südlich folgen, mit mehr oder weniger scharfem Kontakt, die Tonalite bis Quarzdiorite (3). Im Unterschied zu den meist massigen Granodioriten (Typus 1), welche aber auch fluidale Feldspatanordnungen aufweisen können, lassen die Tonalite meistens eine lagige Textur erkennen, die sich auch deutlich in den auffallend langgezogenen Xenolithen widerspiegelt. Der Feldbefund scheint zu zeigen, dass es sich hier um prä-

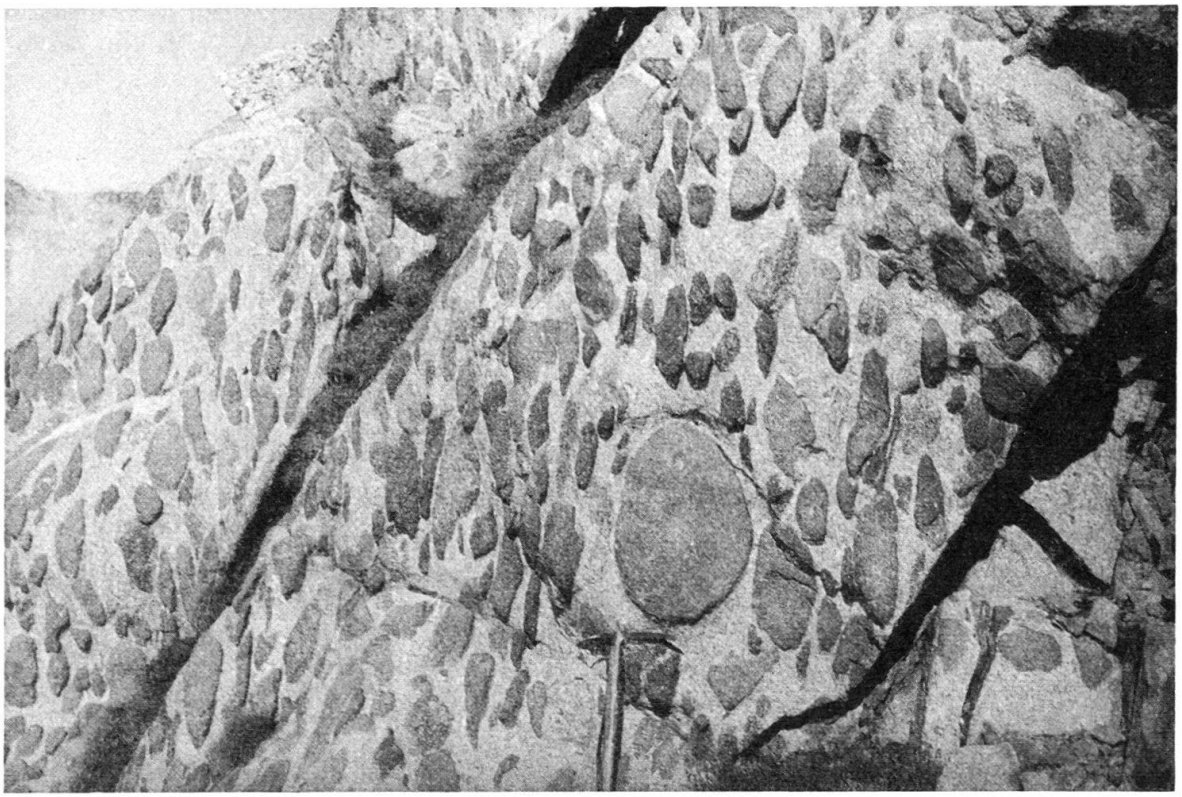

Fig. 2. Schwarm von vorwiegend endogenen Xenolithen in grobem Granodiorit. W Mt. Forno. (Photo GYR).

insubrische,unter einer Art Stress erfolgte Intrusionen handeln muss *und nicht um eine postgenetische Vergneisung*. Ganz ähnliche Erscheinungen treten auch im südlich der Tonalelinie gelegenen Adamello auf, auf die wir vergleichsweise weiter unten eingehen werden.

Die endogenen Xenolithe

Die endogenen Xenolithe treten im nördlichen Abschnitt des Massivs vor allem in Linsenform auf, doch bilden kugelige oder schwach kantige Formen keine Seltenheit. Die Kontakte zum Granodiorit bleiben dabei durchgehend scharf (Fig. 2). Südlich des M. Rosso finden sich jedoch oft auch grössere, meist langgezogene Schlieren, welche dann teilweise am Rande allmähliche Auflösungen im Granodiorit zeigen. Kontaktsäume wurden bis jetzt im Bergell noch nicht festgestellt, konnten

jedoch in Adamello in Form eines Biotitsaumes angetroffen werden. Makroskopisch fällt ein Überwiegen der dunklen Gemengteile auf. Neben ausgesprochenen Biotit- und Hornblendetypen finden sich auch alle Übergänge der beiden. Plagioklas bildet den Grossteil der hellen Gemengteile, und Quarz tritt vor allem in rundlichen Einschlüssen auf. In dieser Grundmasse finden sich nun in vielen Xenolithen zusätzliche Plagioklassprossungen, welche bis 2 cm lange Porphyroblasten bilden können. Diese sind ziemlich idiomorph, jedoch an den Kanten immer etwas abgerundet. Mikroskopisch lässt sich an vielen Plagioklasen Zonarbau feststellen, welcher meist normale, z. T. jedoch auch inverse An–Abnahme zeigt. Die Anorthitgehalte liegen zwischen 23% und 37%. was einem Oligoklas bis Andesin entspricht. Hornblende und Biotit sind meist feinfaserig resp. feinschuppig und bilden zusammen mit den Plagioklasleisten ein sperriges Gefüge, welches jedoch öfters eine schwache Parallel-

Fig. 3. Exogener Xenolith (Amphibolit) in Granodiorit mit fluidal angereicherten Alkalifeldspäten. Xenolith und Granodiorit werden von Granitaplitgängen durchschlagen. W Pizzi dei Rossi. (Photo Gyr).

textur zeigt. Auch unter dem Mikroskop sind die Grenzen zum Granodiorit noch absolut scharf.

Die exogenen Xenolithe

Als exogene Xenolithe treten im östlichen Teil des Massivs die metamorphen Gesteine der Suretta- und Margna-Decke auf. Von der Suretta-Decke lassen sich

Biotitgneise, Triasquarzite, Triasdolomite und Amphibolite (Fig. 3) und von der Margna-Decke andalusitführende Granat-Biotitgneise und Amphibolite der Fedozserie sowie Diopsidquarzite der Murettoserie unterscheiden (Fig. 4). Diese Xenolithe lassen öfters noch deutlich ihren alten normalen Verband erkennen, indem die einzelnen Serien zwar in Schollen aufgelöst wurden, aber noch eine der Nebengesteinslagerung parallele Streichrichtung aufweisen. Schollendrehungen sind oft anzutreffen und deuten sicher auf eine plastische Phase im Bereiche dieser Schollen. Ein grossräumiges Absinken oder Emporheben von exogenen Einschlüssen oder Zügen kann nirgends festgestellt werden, während horizontale Verstellungen bis einige hundert Meter vorkommen. Dies könnte jedoch einer prägranitischen tektonischen Verschuppung entsprechen. Die Kontakterscheinungen zum Grano-

Fig. 4. Exogene Xenolithe aus Murettoquarzit, teilweise aus dem ursprünglichen Verband rotiert. Rechte untere Flanke des Fornogletschers. (Photo GYR).

diorit sind mannigfaltig. Neben absolut scharfen, saumfreien Grenzen treten bis dezimeterbreite Kontaktzonen auf, welche vor allem in den Triasdolomiten aus schönen Kalksilikatfelsen mit Granat, Diopsid, Vesuvian, Humiten etc. (s. LOCHER & WEIBEL 1964) sowie aus Skarnbildungen bestehen. Die Murettoquarzite weisen oft ein dunkelgrünes Hornblendeband auf, während in den Surettagneisen randliche Kalifeldspatsprossungen festgestellt werden konnten. Im Granodiorit lässt sich am Kontakt zu den exogenen Xenolithen an vielen Orten eine Anreicherung von idiomorphen Kalifeldspatporphyroblasten feststellen, welche dann meist fluidal um die Schollen angeordnet sind (Fig. 3).

Allgemein fällt auf, dass im Verhältnis zum Gneis die Karbonatgesteine viel häufiger auftreten und ebenfalls mehr oder weniger langgestreckte Linsen und Lagen bilden, die meist wenig gestört noch die ursprüngliche Streichrichtung erkennen

lassen. Diese auch für die Bergeller Intrusion wichtige Feststellung kann in vielen Granitmassiven beobachtet werden und scheint die grössere Widerstandsfähigkeit der Karbonatgesteine bei der «Granitisierung» widerzuspiegeln.

Im südöstlichen Teil des Massivs finden wir an exogenen Xenolithen im Tonalit nur noch die Gesteine der Suretta-Decke, wobei gegen Süden der Anteil an Amphiboliten stark abnimmt. Gegen SW ist auch die Trias nur noch randlich aufzufinden, was jedoch mit der vorgranitischen Tektonik zusammenhängt. Unterschiede in der Varietät der Kontaktmineralien konnten bis jetzt noch keine festgehalten werden.

Die Xenolithschwärme W Monte Forno

Diese Xenolithaufschlüsse sind vielleicht die spektakulärsten des ganzen Bergeller Massivs. Wir können drei Haupttypen unterscheiden: grosse (über 1m)

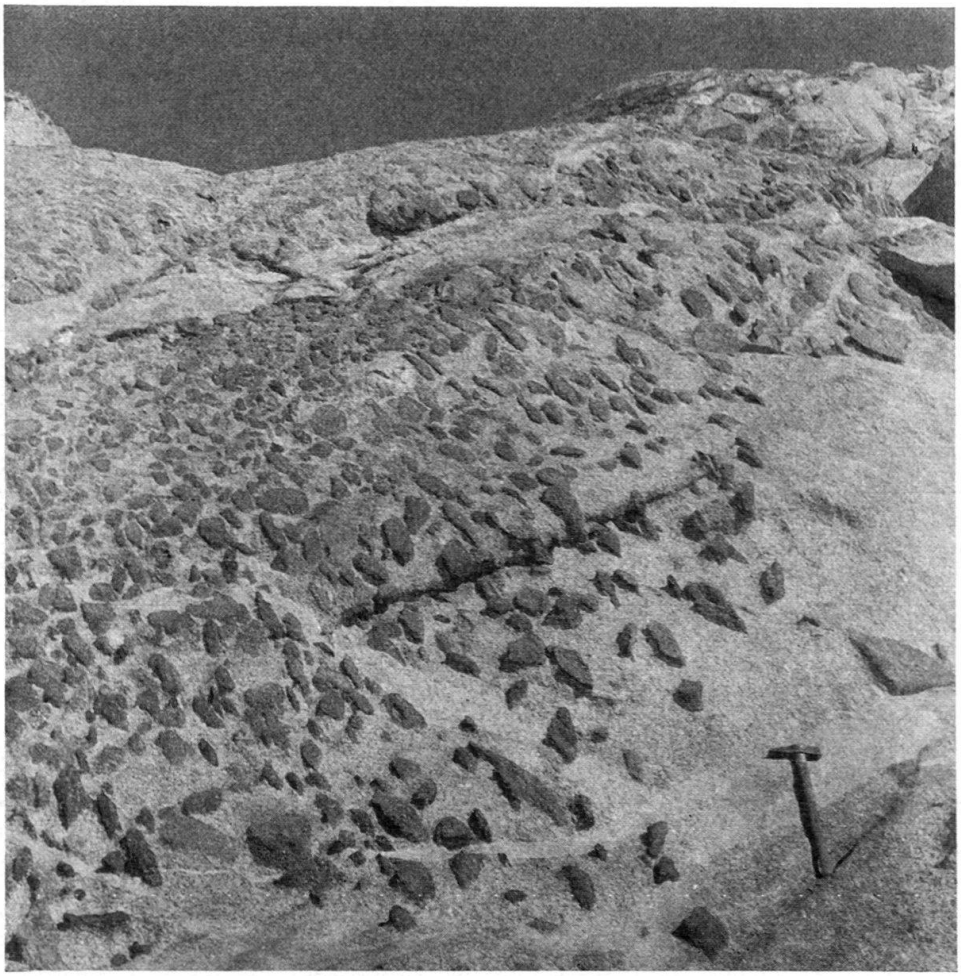

Fig. 5. Schwärme von kleinen, endogenen Xenolithen im Granodiorit. W Mt. Forno. (Photo Gansser).

Xenolithe, mit meist unregelmässigen, etwas länglichen Formen, darüber (im geographischen Sinn, was wohl auch der primären Lagerung entspricht) folgt ein grosser Schwarm von Xenolithen, deren Durchmesser zwischen 10–50 cm variiert

(Fig. 2). Auffallend ist die gleichmässige Verteilung und die meistens ausgesprochen rundlich-ovalen Formen. Diese morphologische Ausbildung deutet vielleicht auf Rundung während des Transportes. Man könnte hier direkt an eine Erosion des relativ schon verfestigten basischeren Gesteins durch den plastischen Kristallbrei des umschliessenden grobkörnigen Granites denken. Die Masse der Xenolithe steht ungefähr im Gleichgewicht zur Masse der Grundmasse. Diese ist durch einen massigen, einheitlichen, porphyrisch struierten Granodiorit gebildet, der abgesehen von einer Anreicherung der Feldspatporphyroblasten, keinerlei Beeinflussung durch die Xenolithe zeigt, was besonders bei den exogenen Einschlüssen auffällt. Seitlich und teilweise etwas höher gelegen finden sich weitere Schwärme von kleineren Xenolithen mit Durchmesser von 5–10 cm, welche wiederum durch die gleichförmige Verteilung auffallen (Fig. 5). Irgend eine gravitative Saigerung lässt sich dabei nicht erkennen. Die Xenolithe scheinen gleichsam nach dem «Aufströmen» mit der Granitmasse an Ort und Stelle fixiert. Eine subsequente Sprossung von Orthoklasporphyroblasten am Kontaktsaum lässt sich nur undeutlich erkennen. Kristallindividuen, welche den Xenolithrand durchwachsen, sind im Bergell eher selten, wurden aber bei ähnlichen Vorkommen häufiger beobachtet (Capanna Granit, Elba). Eine deutliche Plagioklassprossung innerhalb der basischen Xenolithe ist häufiger, doch entwickeln sich die Individuen selten zu den grossen Kristallen der granitischen Masse. Bei den oben besprochenen Xenolithschwärmen bestehen über 95% aus endogenem, basischem Material, und nur etwa 5% bilden Biotitgneise vom Suretta Typus. Meist sind deren Formen, verglichen mit den endogenen Typen, weniger gerundet.

Die Xenolithbreccienschwärme nördlich Murtaira

Ganz besonders auffallend sind feine Massen kleiner, bis faustgrosser Xenolithe meist exogenen Ursprungs, welche in grobkörnigem typischem Bergeller Granodiorit eingebettet sind (Fig. 6). Die Xenolithe bestehen hier grösstenteils aus gebänderten, oft verfalteten, meist eckig bis leicht gerundeten Biotitschiefern bis Gneisen vom Typus der hochmetamorphen Fedoz-Serie. Sie bilden mehr als die Hälfte der grobkörnigen Granodioritmasse. Der Granodiorit ist besonders reich an grossen Alkalifeldspäten, was bei exogenen Xenolithen häufig auftritt (Fig. 7). Besonders auffallend ist die gleichmässige Verteilung der meist gleichgrossen Xenolithe innerhalb des groben Granites. Die ganze Xenolith/Granitlage ist 2–3 m mächtig und bildet eine der nordöstlichen, nordwärts streichenden Granitapophysen innerhalb der umgebenden gut gebankten Murettoquarzite. Auf beiden Seiten wird sie von einer 1 m breiten Lage von feinkörnigem typischem Aplitgranit begleitet, welcher unregelmässig den Quarzit begrenzt. Der Kontakt der Xenolithmasse mit dem Quarzit ist nicht direkt aufgeschlossen. Wir haben hier also die erstaunliche Tatsache, dass eine eigentliche Xenolithmasse mit grobkörnigem Granit zusammen mit Aplitgranit die Quarzite intrudiert, mit Xenolithen, welche von den liegenden und hangenden Murettoquarziten verschieden sind.

Ein Vorkommen einer ähnlichen Xenolithanreicherung, welche intrusiv ins Nebengestein eindringt, werden wir weiter unten aus den Tonaliten der Val Sissone erwähnen.

Fig. 6. Feine Xenolithmassen in grobem, alkalifeldspatreichem Granodiorit. Nördlich Murtaira. (Photo GANSSER).

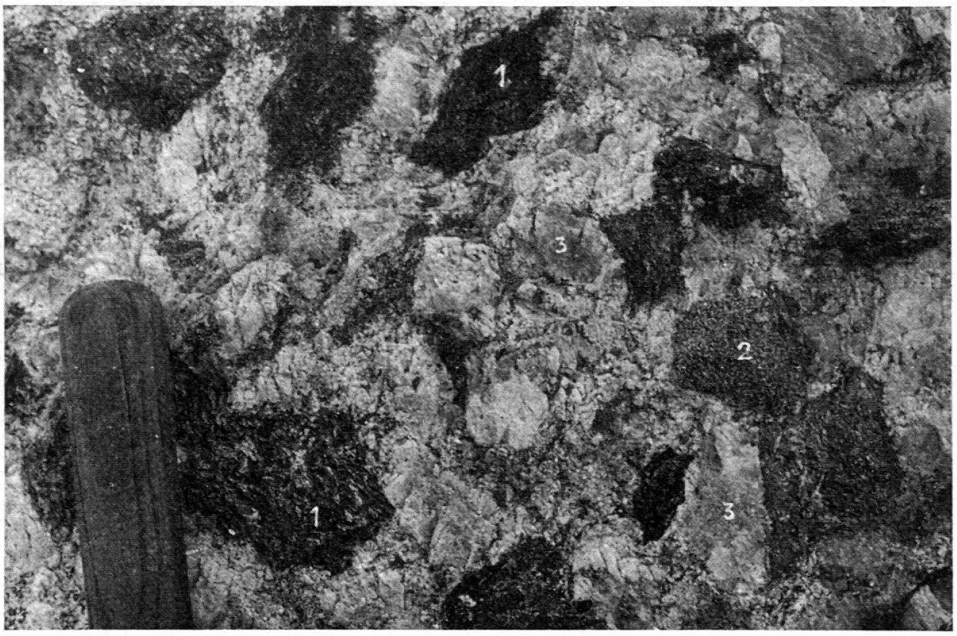

Fig. 7. Exogene 1 und endogene 2 kleine Xenolithe in Massen von grossen Alkalifeldspäten 3 eingebettet. Nördlich Murtaira. (Photo GYR).

Die Xenolithe der Val Sissone (Chiareggio)

Diese neuen, meist erst in den letzten Jahren unter den sich rasch zurückziehenden Gletschern zum Vorschein gekommenen Aufschlüsse zeigen das verschiedenartige Auftreten der Xenolithe in den massigen, groben Granodioriten und in den mehr lagigen Tonaliten. Hier sind auch die Übergänge von granitischen in tonalitische Gesteine klar aufgeschlossen, wobei eindeutig feststeht, dass die massigen Granodiorite jünger als die lagigen Tonalite sind. Gewisse lagige Horizonte der

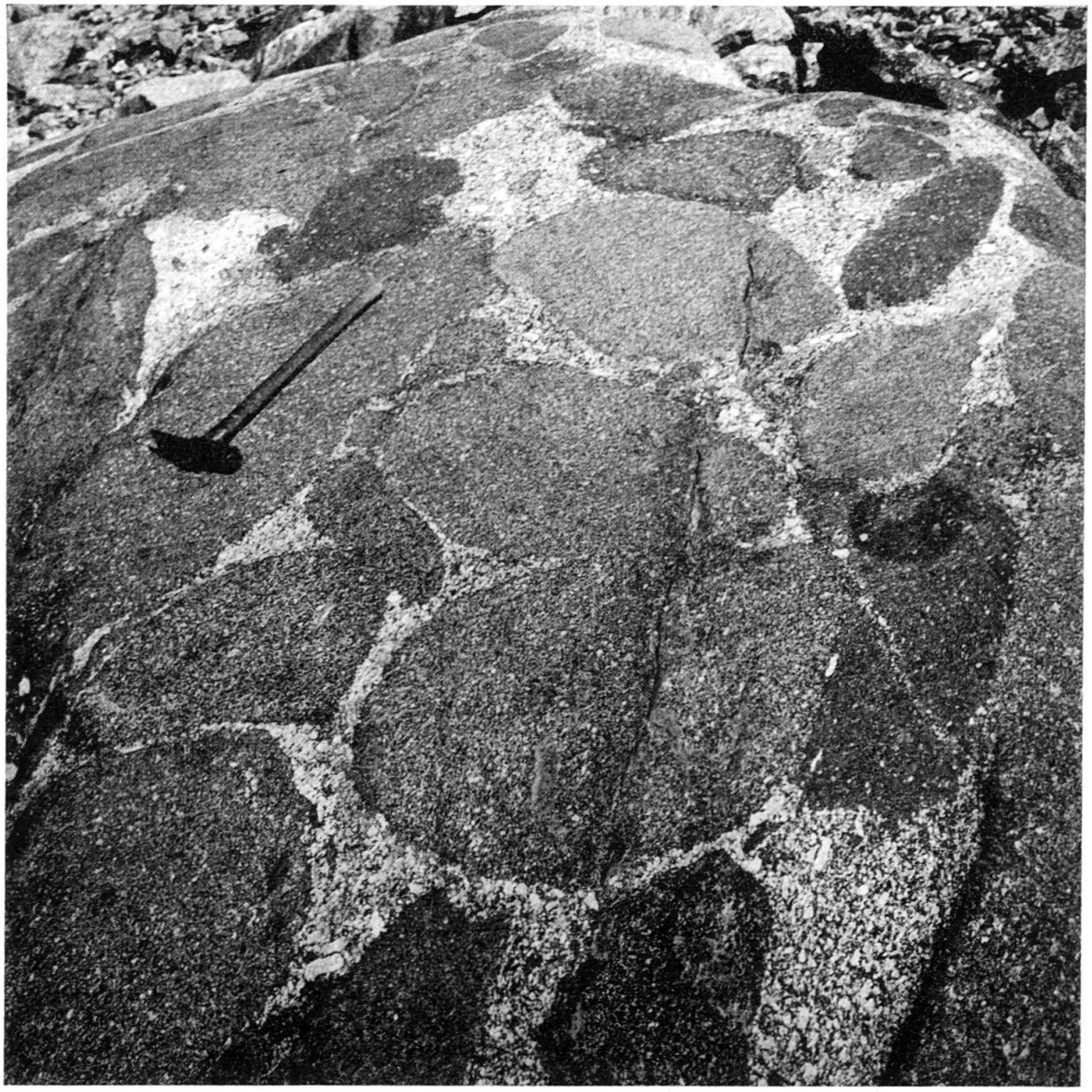

Fig. 8. Dicht gepackte endogene Xenolithe im Granodiorit unter Vazzeda Gletscher. (Photo GANSSER).

Tonalite, etwas hornblendeärmer und biotitreicher, zeigen oft Sprossungen von jüngeren Orthoklasporphyroblasten, die in keiner Weise tektonisch beansprucht, wohl aber der teilweise lagigen Fluidaltextur der Tonalite parallel orientiert, auftreten.

In den massigen Granodioriten treten die Xenolithe teilweise als Schwärme teilweise auch als randliche Auflösung ausgesprochen grosser, basischer Massen auf. Auffallend ist hier die bedeutend engere Packung der rundlichen und ovalen Xenolithe, die nur in den Zwickeln grobkörnige granitische Grundmasse erkennen lassen

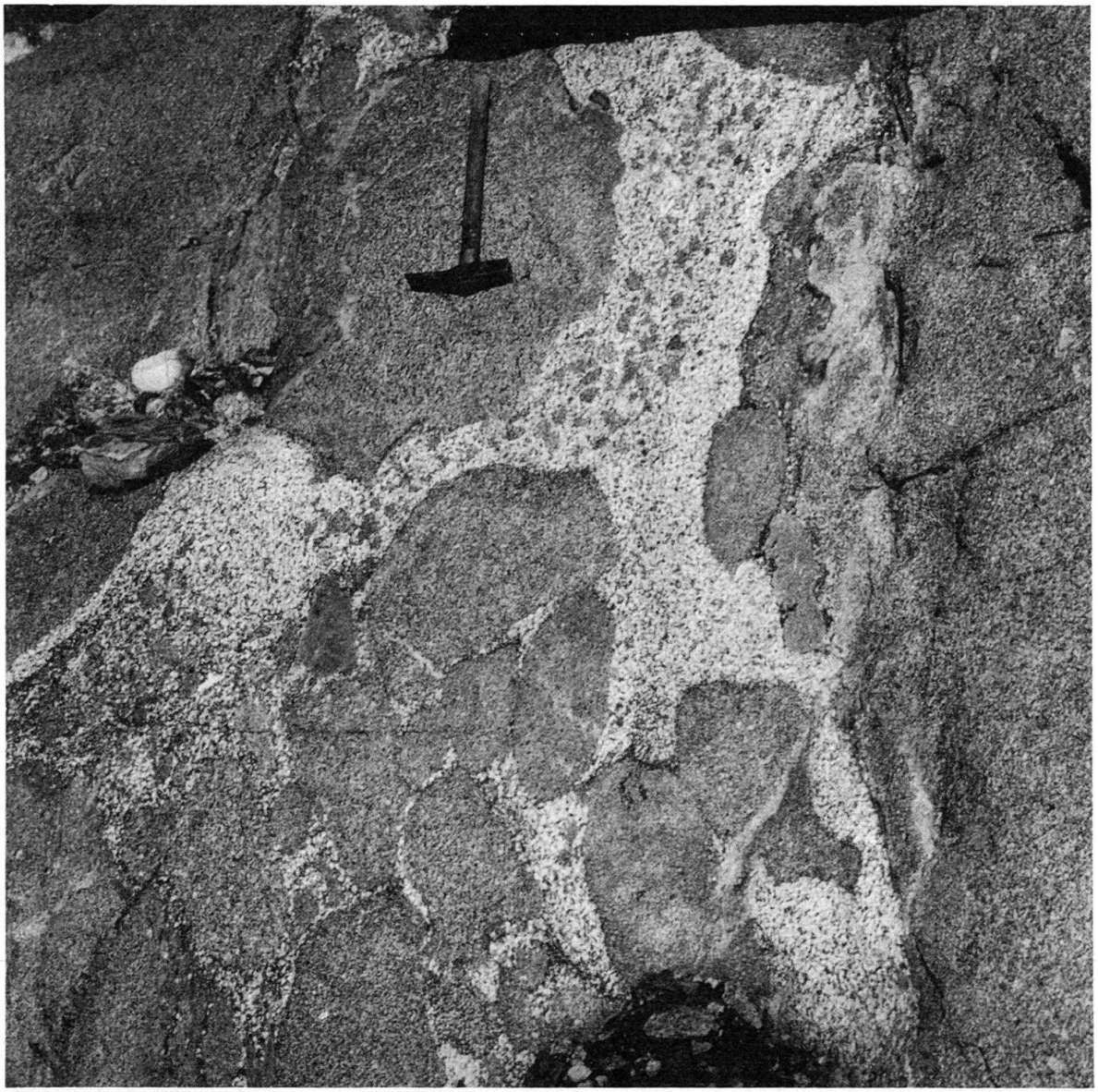

Fig. 9. Schwarm von kleinen eckigen endogenen Xenolithen in grösseren Xenolithmassen. Unter Vazzeda-Gletscher. (Photo GANSSER).

(Fig. 8). Sonst ist die Form, Zusammensetzung und Ausbildung nicht von den Fornotypen verschieden. Oft können lokal in den granitischen Grundmassen zwischen grösseren Xenolithen auch Schwärme von kleinen, nur 3–5 cm grossen, dann meistens eher kantigen Einschlüssen auftreten (Fig. 9).

Die lagigen Tonalite bis Quarzdiorite enthalten auffallend langgezogene Xenolithe, welche in ihrer Zusammensetzung den Xenolithen der Granodiorite ent-

sprechen. Eigentlich hornblendefreie Typen sind allerdings nicht anzutreffen. Die Abgrenzungen zum Tonalit sind hier oft weniger scharf als bei den Granodioriten. Die Einschlüsse sind auffallend parallel zu der Tonalittextur angeordnet, welche wiederum in grossen Zügen dem Rahmen des Massivs parallel läuft (Fig. 1). Sobald die Tonalite massiger ausgebildet sind, bilden auch die Xenolithe die bekannten

Fig. 10. Xenolithschwarm in Tonalit. Nördlich Val Sissone. In der tonalitischen Grundmasse mit Plagioklasporphyroblasten finden sich Biotitgneise 1, Strahlsteinfelse 2, Amphibolite und Hornblendite 3 und endogene Xenolithe 4. (Phot. GANSSER).

mehr oval-rundlichen Einschlüsse. Ganz allgemein fallen jedoch, wegen dem etwas geringeren Unterschied in der Zusammensetzung, die basischeren Xenolithe der Tonalite etwas weniger auf als die entsprechenden Einschlüsse in den leukokraten Granodioriten.

Im nördlichen Val Sissone, unter den Sissone-Vazzeda-Gletschern, treten in den Tonaliten Linsen und Lagen von eigentlichen Xenolith«breccien» auf. Diese hochinteressanten Gesteine gleichen im gewissen Sinn den feinen Xenolithschwärmen nördlich des Murtaira im grobkörnigen Granodiorit, sind aber, was die Xenolithfragmente anbetrifft, fast noch reichhaltiger (Fig. 10). Die Durchmesser der Einschlüsse liegen zwischen 1 und 3 cm. An Komponenten lassen sich feinkörnige Biotitgneise, Strahlsteinfelse, Amphibolite, Hornblendit und Xenolithe vom endogenen Typus unterscheiden. Die Grundmasse bildet ein grobkörniger Tonalit mit Plagioklassprossung und teilweiser Anreicherung von Hornblende. Die endogenen Einschlüsse machen schätzungsweise 50% der Gesamtxenolithe aus, also bedeutend mehr als in den Vorkommen von Murtaira im groben Granodiorit. Besonders auffallend ist auch hier die Tatsache, dass die ganze Masse von Xenolithen, eine eigentliche dicke «Xenolithsuppe» (80% xenolithische, 20% tonalitische Grundmasse), *intrusiv* reagiert. Kubikmetergrosse Einschlüsse von gefalteten Amphiboliten können darin als Einschlüsse auftreten, und die Masse selber bildet in den Hornblendegneisen am Grat E der Cima di Vazzeda regelrechte Gänge, teilweise begleitet von Granitaplitlagen. Dabei stimmt das Xenolithmaterial nur teilweise mit dem Nebengestein überein, eine Tatsache, die wir schon bei den Xenolithen nördlich Murtaira beobachtet haben.

Chemismus und Zirkongehalt der Xenolithe

Chemismus: Als ein vorläufiger Beitrag zur Abklärung des Chemismus von basischen Xenolithen im Bergeller Massiv wurden 4 chemische Analysen ausgeführt.

Die Proben 1, 2 und 3 stammen aus dem grossen Xenolithenschwarm 700 m nördlich der Fornohütte (Koord. 774/930 und 134/430).

No. 2 zeigt schwache Paralleltextur. Im Dünnschliff lässt sich neben viel Plagioklas etwas Quarz und wenig Kalifeldspat, und an melanokraten Gemengteilen Hornblende und Biotit in gleichen Mengen erkennen. Das Gefüge ist sperrig.

No. 3 enthält keinen Biotit, sondern nur Hornblende, und im Gefüge tritt eine Pflasterstruktur auf.

No. 1 zeigt deutlich lagige Textur und enthält ein dünnes Kalksilikatbändchen. Es handelt sich hier vermutlich um eine Nebengesteinsscholle. Im Dünnschliff lässt sich jedoch ausser dem Fehlen von Hornblende, und stärkerer lagiger Textur kein Unterschied zu No. 2 und 3 feststellen. Das Gefüge ist ebenfalls sperrig.

Tabelle 1. Chemische Analysen von Bergeller Xenolithen

Analytiker: P. Thommen

	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	H_2O	Summe
1	50,5	1,53	18,8	2,5	7,3	0,15	5,0	5,0	3,9	4,1	0,20	0,9	99,88
2	51,0	0,70	17,0	2,2	6,4	0,23	7,0	6,6	5,5	1,9	0,50	0,65	99,68
3	55,0	0,50	12,0	2,7	7,1	0,33	8,5	8,6	2,8	1,2	0,30	0,5	99,53
4	66,5	0,40	14,6	0,4	3,45	0,10	3,7	3,3	3,9	2,2	0,65	0,4	99,60
5	65,4	0,49	16,1	0,91	2,8	0,09	4,0	2,8	3,9	2,4	0,05	0,63 + BaO + Sabz. 0	99,8

Niggliwerte und entsprechende Magmentypen nach P. Niggli (1936)

	si	al	fm	c	alk	k	mg	ti	p	Magmentyp nach Niggli
1	131,4	28,8	40,6	13,9	16,7	0,41	0,48	2,97	0,16	mugearitisch
2	124,1	24,4	41,5	18,2	15,9	0,18	0,58	1,31	0,58	mugearitisch
3	135,0	17,4	51,7	22,4	8,5	0,22	0,61	0,88	0,29	melagabbrodioritisch
4	257,0	33,2	31,6	15,3	19,9	0,27	0,60	1,16	1,16	Normalquarzdioritisch
5	249,0	36,0	27,5	16,5	20,0	0,28	0,58			Normalquarzdioritisch

Probe 4 stammt aus einem grossen Xenolithenschwarm 700 m östlich vom P. Murtaira (Koord. 773/820 und 137/680), am Nordrande des Bergellermassivs. Die Textur ist absolut massig. Im Dünnschliff zeigt sich etwas mehr Quarz wie in den Proben 1–3 und an dunklen Gemengteilen findet man Biotit und Chlorit, welche auch hier ein sperriges Gefüge bilden.

Probe 5 ist eine vergleichende Analyse von M. Weibel aus dem Albignastollen (Weibel 1960).

No. 1, 2 und 3 zeigen ähnlichen Chemismus. Der vermutete Nebengesteinseinschluss unterscheidet sich chemisch nicht besonders von den anderen Typen. Kleine Unterschiede in der Mineralführung bilden sich auch in der Analyse ab.

No. 4 unterscheidet sich von den ersten 3 Analysen deutlich, durch den grösseren si- und den kleineren fm-Gehalt. Der Chemismus entspricht ferner der Analyse No. 5 von M. Weibel, welche ebenfalls aus dem N-Rand des Massivs stammt.

Statistische Untersuchungen an Zirkonen aus Gesteinen des Bergeller-Massivs:

Da die Zirkone als Frühausscheidung den ganzen magmatischen, metamorphen und ihrer Resistenz wegen auch den sedimentären Ablauf eines Gesteins miterleben, können statistische Untersuchungen ihrer Länge/Breite-Verhältnisse, Morphologie und Einschlüsse eine Aussage über die Vorgeschichte des Gesteins machen.

Um einmal einige erste Vergleichswerte aus dem nördlichen Bergeller-Massiv zu erhalten, wurden 3 verschiedene Gesteinstypen, nämlich Granodiorit und ein massiger Xenolith und Tonalit auf ihre Zirkone hin untersucht.

Probe 1: Grobkörniger Granodiorit mit grossen Kalifeldspatporphyroblasten, westl. vom Fornogletscherende.

Probe 2: Feinkörnige, biotitreiche, massige Scholle, östlich vom P. Murtaira.

Probe 3: Mittelkörniger lagiger Tonalit von der Cma. di Rosso.

	Idiomorph / davon getrübt od. mit Einschlüssen	Kantengerundet / davon getrübt od. mit Einschlüssen	Vollst. Gerundet / davon getrübt od. mit Einschlüssen	auf 100 Zirkone Bruchstücke (nicht ausgewertet)
Granodiorit	73*/44	19/5	8/1	55
Xenolith	9/4	51/29	40/24	82
Tonalit	5/0	48/33	47/18	11

* davon 42 mit Anzeichen einer schwachen Rundung

Die Statistik der Länge/Breite-Verhältnisse zeigt folgendes, (Fig, 11) : Der Granodiorit zeigt ein Maximum im Bereich 2–2,25, der Tonalit und der Xenolith ein solches im Bereich 1,5–1,75. Nach A. POLDERVAART (1956) sind L/B-Verhältnisse unter 2 für Granite selten, können jedoch für Diorite vorkommen. Die deutlich unter 2 liegenden Werte für den Tonalit und die basische Scholle schliessen jedoch eine «metamorphe» Entstehung dieser 2 Typen nicht aus. Die Rundung der Zirkone nimmt von Granodiorit über die basische Scholle zum Tonalit deutlich zu.

Der Tonalit enthält die einheitlichsten Zirkone bezüglich L/B-Verhältnis, Verunreinigung und Rundung, während der Xenolith am meisten unregelmässige und korrodierte Formen zeigt. Die Einschlüsse und Trübungen wurden noch nicht detailliert untersucht, ebenso wurden Zirkonkerne erst sporadisch festgestellt. Die Untersuchungen werden jedoch noch weitergeführt.

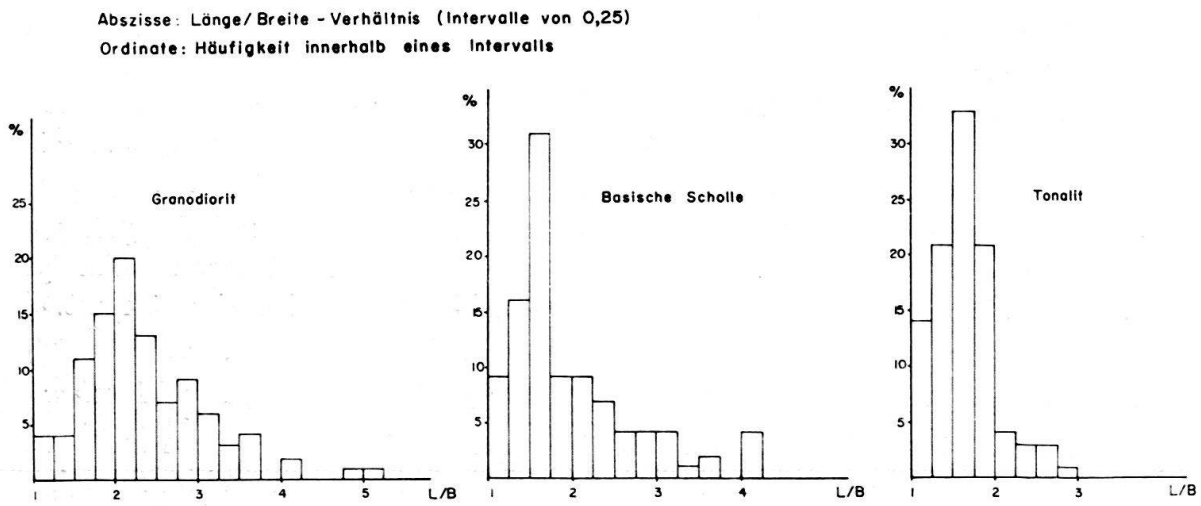

Fig. 11. Verhältnisse von Länge zu Breite an je 100 Zirkonen.

G. HOPPE (1962) schliesst auf Grund des häufigen Vorkommens älterer Kerne in den Zirkonen des Bergeller Granits im Val Masino auf eine ultrametamorphe Entstehung des Granits im Bereiche der Proben. Auch die Tonalitproben aus dem Adamello lassen eine derartige Entstehung vermuten. Die basischen Einschlüsse wurden nicht sicher gedeutet.

Regionale Betrachtungen

Die besprochenen Xenolithvorkommen der Bergeller Intrusion bilden nur speziell spektakuläre Vorkommen einer Erscheinung, die praktisch überall mit sauren Intrusionsmassen verbunden ist. Sie sind besonders schön entwickelt in den tertiären, teils spätorogenen Intrusionsmassen des Bergell und des Adamello, etwas weniger häufig im Monte Croce und Brixener Granodiorit und Tonalit. Sie finden sich schön entwickelt im pliocaenen Capanna Granodioritpluton auf Elba und treten auch in den präalpinen Granitmassiven häufig auf. Auffallende Bildungen beobachtete der eine von uns (A.G.) am westlichen Rande des Sierra Nevada-Batholithen (Kalifor-

nien), wo bei auffallend gleicher Zusammensetzung die lappigen Formen der Xenolithe besonders entwickelt sind (Fig. 12).

Fast überall ist die Zusammensetzung der Xenolithe, die Nebengesteinseinschlüsse ausgenommen, ähnlich, und die Lagerung zum umschliessenden Gestein anffallend konstant. Dies trifft besonders für die häufigen Xenolithe des Adamello

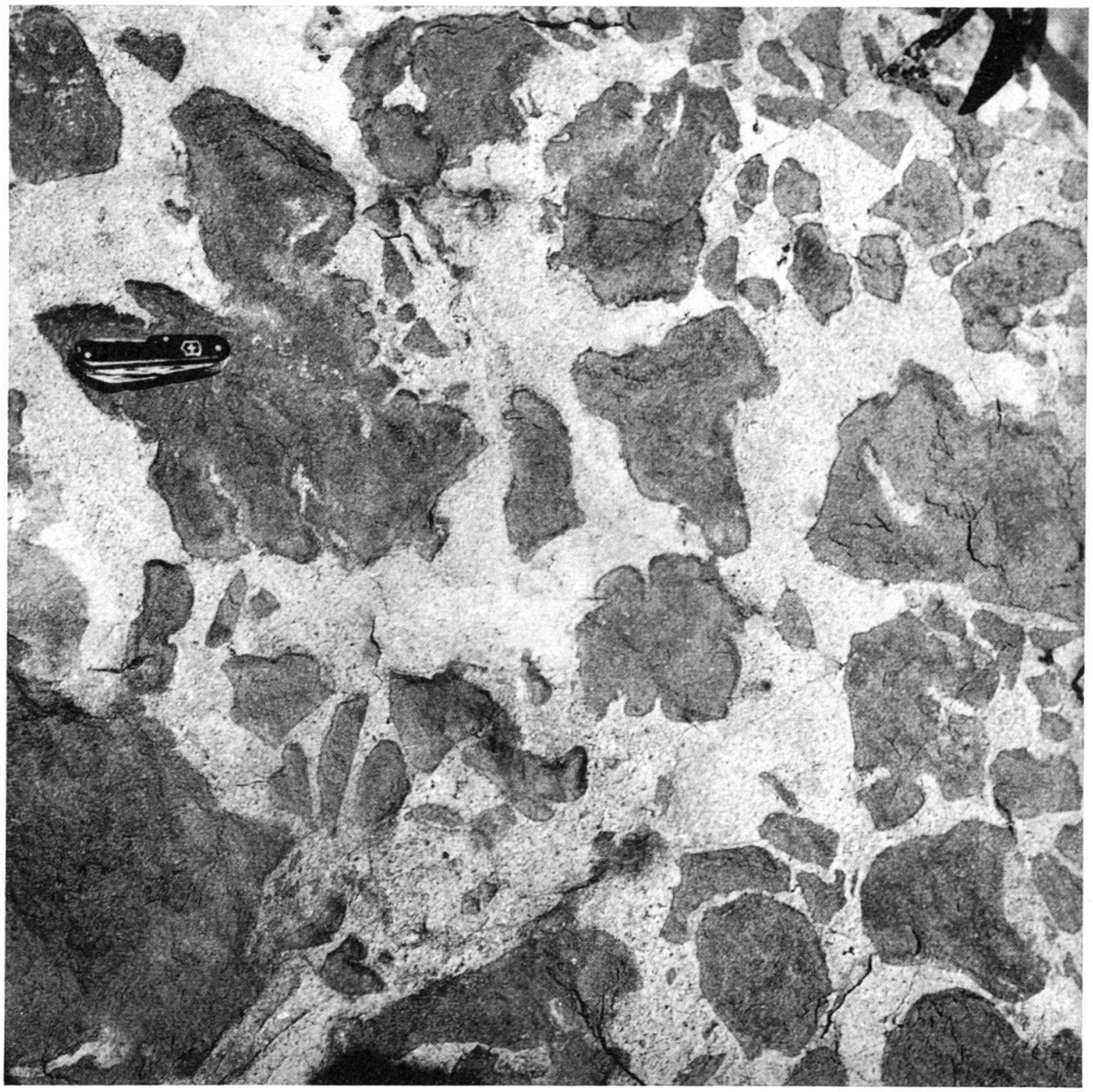

Fig. 12. Endogene Xenolithe mit dünnem Reaktionssaum (Biotit) und lappigen Formen am W-Rand des Sierra Nevada Granodiorit-Batholithen (California). (Photo GANSSER).

zu, die durch die Padovaner Schule eine intensive Bearbeitung erfahren haben und teilweise noch weiter untersucht werden. Kursorische Untersuchungen im Adamellogebiet durch die Verfasser waren für einen Vergleich mit der Bergeller Intrusion von ganz speziellem Interesse. Im Adamello ist die Tatsache besonders deutlich, dass die Hauptmassen der massigen Adamellotonalite meist rundliche Xenolithe

Fig. 13. Ausgezogene endogene Xenolithe in lagigem Tonalit. Südlich Lago della Vacca (S. Adamello). (Photo GANSSER).

Fig. 14. Extrem fluidal ausgezogene Xenolithe in lagigem Tonalit, überprägt mit ungeregelten idiomorphen Hornblendeporphyroblasten. Südlich Lago della Vacca (Süd Adamello). (Photo GANSSER).

enthalten, dass aber in den eindeutig fluidal lagigen Partien auffallend langgezogene Xenolithe auftreten (Fig. 13, 14). Dieses lagenartige Auftreten ist identisch mit den Vorkommen im südlichen Bergell und lässt vermuten, dass die lagige Ausbildung der Tonalite sowie der eingeschlossenen dazu parallel orientierten Xenolithe durch Stresserscheinungen *während* der Intrusion entstanden sind und nichts mit einer spätalpinen Überprägung, «Vergneisung», zu tun haben. Eine entsprechende alpine Beanspruchung ist für den südlich der Tonalelinie gelegenen Adamello kaum anzunehmen. Anderseits haben unsere Begehungen gezeigt, dass die Adamello-Masse häufig von meist flach liegenden Bewegungshorizonten durchzogen wird, die durch eine auffallende Diaphtorese (Chloritisierung) und Mylonitisierung charakterisiert sind. In gewissen Horizonten (im obersten Val di Genova) konnten wir sogar Ultramylonite und Pseudotachylite beobachten. Bewegungszonen dieser Art sind für die oft auffallende flache Bankung der Tonalite und Granodiorite verantwortlich, wie sie häufig in den tonalitischen Massen beobachtet werden können. Wichtig ist jedoch die Tatsache, dass die lagigen Horizonte der Tonalite nichts mit diesen jüngeren Störungszonen zu tun haben. Flachliegende Ultramylonitzonen sind im Bergellermassiv viel seltener. Scharfe, meist diagonale, offene Klüfte sind hier charakteristisch, was sich auch in den Stollenbauten wegen der Wasserführung oft unliebsam bemerkbar macht (LOCHER und WEIBEL 1964). Im Adamello scheinen die syngenetischen Stresserscheinungen teilweise durch den Massivrahmen bedingt, wie aus der Kartenskizze (Fig. 15) ersichtlich ist. Die auffallend gleiche Ausbildungsweise im südlichen Bergell ist dabei kaum anders zu erklären. Die Hauptgesteine des Bergells, die praktisch durchwegs massigen, groben porphyrischen Granodiorite, Serizzo-Ghiandone[1]) der italienischen Geologen, fehlen dem Adamello. Gleichkörnige Granodiorite sind verbreitet, doch treten sie im Vergleich mit den eigentlichen Tonaliten (grober und feiner Typus) zurück.

Noch recht umstritten ist die Genese der Xenolithe. So deutet F. K. DRESCHER-KADEN (1940) die dunklen Xenolithe im Bergell als umgewandeltes Nebengesteinsmaterial (Murettoquarzite), während er in den Xenolithen im Adamello umgewandelte permische Porphyrbruchstücke sieht (1961). Der Ursprung der exogenen Einschlüsse ist offensichtlich. Die direkten Zusammenhänge zum entsprechenden Nebengestein sind, abgesehen von den intrusiv aktivierten Xenolithbreccien, gut ersichtlich. Oft sind diese Xenolithe strukturell noch in ihrer ursprünglichen Lage, was besonders bei den grösseren Individuen der Fall ist. Nur die kleineren Elemente sind teilweise aus ihrer Originalstellung rotiert.

Bei den endogenen Xenolithen fällt, wie schon erwähnt, die einheitliche Zusammensetzung auf, die höchstens durch verschiedene Korngrössen des Gesteins einen gewissen Unterschied erkennen lässt. Einzig die Vorkommen aus dem Albignastollen und die ebenfalls nördlich gelegenen grossen Xenolithe des Murtaira zeigen

---

[1]) Serizzo und Serizzo Ghiandone sind alte Steinmetzbezeichnungen, welche das Gestein schlecht charakterisieren, und öfters falsch verstanden werden. Serizzo (von Seide, «wertvoll», hergeleitet) bezeichnet die Tonalite und Serizzo Ghiandone die porphyrischen, massigen Granodiorite des Hauptbergellertypus. «Ghiandone» hat interessanterweise nichts mit Augengneis zu tun, sondern gilt nur für die Granodiorite mit idiomorphen Alkalifeldspateinsprenglingen. (Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Prof. G. SCHIAVINATO).

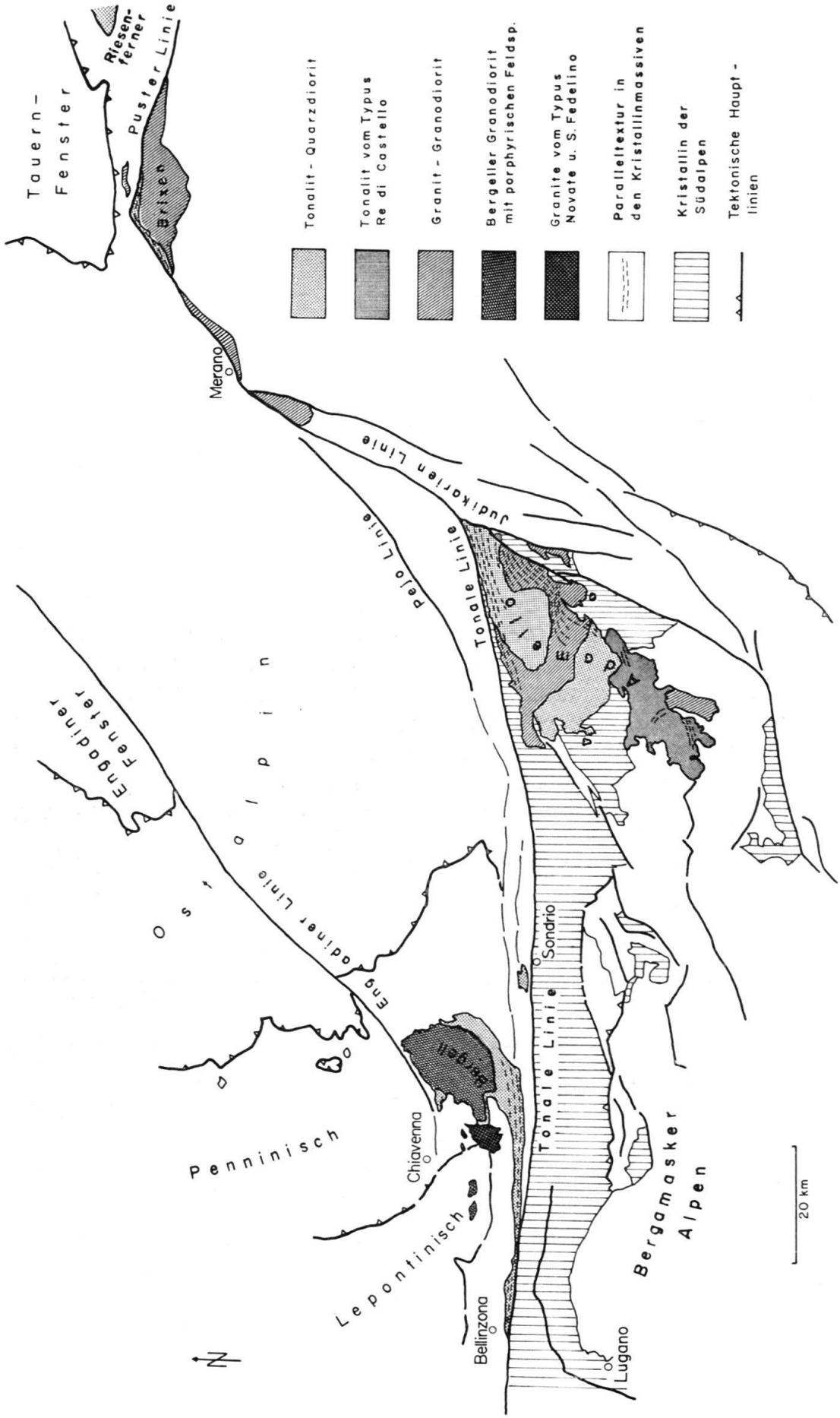

Fig. 15. Tektonische Kartenskizze des Gebietes Bergell–Adamello–Brixen.

eine mehr saure, granodioritische Zusammensetzung (s. Analysen Tab. 1). In der südöstlichen Sissonegegend konnten wir feststellen, dass sich die petrographisch gleichen Xenolithe aus einer grösseren entsprechenden Masse abspalten. Diese Masse ist auffallend homogen ausgebildet, und könnte durch eine basischere ältere Auskristallisation erklärt werden. Dieser südliche Teil des Bergells entspricht auch einem tieferen Aufschlussbereich, der zum grössten Teil aus den älteren tonalitischen Gesteinen gebildet wird. Es könnte auch angenommen werden, dass die endogenen Xenolithe ursprünglich aus einer sogar vortonalitischen Frühausscheidung stammen würden, denn ähnliche Einschlüsse sind ja auch in den Tonaliten beobachtet worden. Mit der jüngeren granitischen, wohl plastischen Masse wurden dann die Xenolithe nach oben transportiert und bei der weiteren Abkühlung im Granit als Schwarm fixiert.

Fig. 16. Kontakt von Granodiorit mit Xenolithen an Esino-Kalkmarmoren (Trias). 1 Esinokalk; 2 Kalksilikat-Kontaktzone; 3 Endogene Xenolithe in Granodiorit. Südwand von Monte Cadino (Süd Adamello). (Photo GANSSER).

Die grossen wie auch speziell die kleinen Xenolithmassen müssen mitsamt dem einschliessenden Granodiorit und Tonalit bei Druck und Temperaturbedingungen eingedrungen sein, die genügten, um in gewissen Bereichen das Nebengestein noch deutlich kontaktlich zu beeinflussen. Der Intrusivcharakter der «Xenolithsuppen» im Murtaira- und Sissonegebiet des Bergells ist schon erwähnt worden. Bei kürzlich erfolgten Vergleichsbegehungen im südlichen Adamello konnten wir in den Südhängen des Monte Cadimo Granodiorite beobachten, welche angefüllt mit Xenolithen des endogenen Typus, ladinische Dolomite kontaktlich veränderten. Teils grenzt Granodiorit, teils Xenolith an den Dolomit, und *beide*, Granit wie Xenolith, erzeugten dasselbe auffallende Kontaktband von etwa 10 cm Mächtigkeit mit ausgesprochenen Kalksilikaten einschliesslich Diopsid, Epidot, Wollastonit und Olivin (vgl. Bianchi und Dal Piaz 1937, p. 62/63) (Fig. 16). Die vorhandenen Kontaktmineralien deuten auf relativ hohe Temperaturen, die für die granitische Masse wie aber auch für die Xenolithe angenommen werden müssen. Trotz dieser hohen Temperatur haben sich die Xenolithe kaum verändert, mit Ausnahme einer leichten Pressung am Kontakt, die auf einen semiplastischen Zustand dieser Einschlüsse deutet (Fig. 16). Dieses Beispiel, dem bei genaueren Untersuchungen noch weitere beigefügt werden könnten, gibt uns gewisse Anhaltspunkte über die Zustandsverhältnisse der xenolithgeladenen, granitischen Massen.

Die Vorstellung einer früheren und tieferen Anreicherung basischen Materials dürfte für die allgemeine Genese des Bergeller «Plutons» von Interesse sein, besonders was die weit verbreitete Anschauung von migmatitischem Unterbau und mobilisiertem Oberbau betrifft. Die teilweise aus einer tieferen Zone stammenden Xenolithe scheinen nichts von einem migmatischen Unterbau anzudeuten, wenigstens nicht in der Tiefenzone ihrer Bildung und sicher nicht in der jetzt im südlichen Bergell aufgeschlossenen Tiefenzone. Eine eigentliche Vergneisung konnten wir bis jetzt im tieferen südlichen Bergell nicht feststellen, auf alle Fälle keine Vergneisung, welche irgendwie *direkt* mit der Bergeller Intrusion in Verbindung stehen würde. Der tiefere aufgeschlossene Teil des Bergells dürfte darum kaum mit dem migmatischen tieferen Lepontin verglichen werden (Wenk 1963). Es ist sogar anzunehmen, dass die Grosszahl der lepontinischen Migmatitzonen älter sind als die Intrusionsgesteine des Bergells, auch älter als die südlichen Tonalite. Ein Beispiel für diese Vermutung bildet der grosse Aufschluss migmatischer Gesteine der Bagni di Masino, aus welchem die Thermen von Masino sprudeln. Diese Migmatite lassen sich von gewissen lepontinischen Migmatiten kaum unterscheiden. Sie enthalten sogar mobilisierte Partien, in denen sich Granit bildete, der mit dem Bergeller Typus nichts zu tun hat. Dieser kilometerlange Aufschluss ist von kompliziert gelagerten Amphiboliten, Ultrabasiten und Karbonatgesteinen begleitet und durch Tonalit begrenzt, an den direkt der grobkörnige Granodiorit anschliesst, der den eigentlichen Kessel von Masino bildet.

Anderseits haben wir in den prächtigen Migmatiten und Graniten von Novate Granitisierungserscheinungen, die sicher jünger als die Tonalite sind, da sie Einschlüsse von typischem Tonalit enthalten (mündl. Mitteilung von R. Hänny). Die Altersbeziehungen zum Bergeller Granodiorit sind jedoch noch nicht erwiesen. Die aus der Granitisierung resultierenden Novate Granite und die ähnlichen lokalen Vorkommen in der Val Bodengo sind jedoch deutlich von den Bergeller Granodio-

riten verschieden. Sie unterscheiden sich auch von den Bergeller Aplitgraniten (Forno), mit denen sie oft verglichen worden sind. Soweit bis jetzt bekannt, scheint es sich bei den Graniten vom Novate Typus um spätalpine Mobilisate zu handeln, die altersmässig der Bergeller Intrusion ähnlich sind, die jedoch genetisch nicht direkt damit zusammenhängen.

Wenn diese Anschauungen auch mit den soweit feststehenden absoluten Biotitaltern etwas kontrastieren (Vergleiche auf der Zirkonbasis fehlen aber noch, und für die Biotitalterdiskrepanz sind Erklärungen möglich (JÄGER und NIGGLI 1964)), so dürfte es sich bei der Bergeller Intrusion um ein Mobilisat handeln, das wohl kaum als das Oberbauprodukt aus den lepontinischen Migmatitelelementen angesehen werden kann, sondern aus einer Anatexis herzuleiten wäre, die noch bedeutend tiefgründiger sein dürfte, und als migmatischer Unterbau von der heutigen Erosionsbasis noch nicht erreicht worden ist. Die gleiche Phase muss auch für den so auffallend gleich ausgebildeten Adamello angenommen werden. Dass beide Intrusionsmassen durch die wichtigste alpine Struktur, die Tonalelinie, getrennt sind, dürfte diese Annahme noch unterstreichen. Von der Val Morobbia bis zum Bergell nördlich der Tonalelinie wie vom Adamello bis zur Brixener Masse südlich davon und östlich deren Fortsetzung, der Judikarienlinie, *fehlen* irgendwelche Anzeichen eines sichtbaren migmatischen Unterbaus, aus dem sich die so auffallend gleichen Intrusionsmassen entwickelt haben könnten. Sicher spielt das tiefere Niveau der allgemein östlich abtauchenden tektonischen Elemente eine gewisse Rolle, doch wäre bei den Aufschlüssen längs der Tonale- und Judikarienlinie ein Auftauchen migmatischer Elemente doch zu erwarten, wenn nicht der «Unterbau» speziell tief liegen würde. Auch in den wurzelnahen Teil der östlichen Tessiner Kulmination (Bellinzona) streichen die Tonalite des Melirolo als auffallend einheitliches Band, das, wohl alpin beansprucht, aus einem immer noch tiefer liegenden «Unterbau» herzuleiten wäre.

Die weiträumigen, relativ uniformen Intrusionsmassen des Bergells und des Adamello, samt ihren spektakulären Xenolithen, sind, mit den weiter östlich gelegenen jungen Massiven, das Produkt aus möglichen anatektischen Vorgängen, die bedeutend tiefgründiger waren als die heute aufgeschlossenen migmatischen Massen des Lepontins, deren alpine Mobilisation wohl zu plastischen, syngenetischen Verformungen führte, aber kaum zu uniformen, in grösseren Massen homogenisierten Intrusionen gereicht hat.

LITERATUR

BEARTH, P. (1950): *Einige Bilder aus dem Granitmassiv des Bergells.* Leben und Umwelt *8*, Aarau.

BIANCHI, A., & DAL PIAZ, G. (1937): *Il settore meridionale del massiccio dell'Adamello.* Boll. del R. Uff. geol. d'Italia *62*/1.

– (1937): *Atlante geologico-petrographico dell'Adamello meridionale.* Mem. Ist. Geol. Univ. Padova *12*.

– (1948): *Differenziazioni petrografiche e metamorfismi selettivi di contatto nel massiccio dell' Adamello.* Rend. della Soc. Min. Ital. *5*.

CORNELIUS, H. P., & CORNELIUS-FURLANI, M. (1930): *Die insubrische Linie vom Tessin bis zum Tonalepass.* Denkschr. Adad. d. Wiss. Wien, *102*.

DRESCHER-KADEN, F. K. (1940): *Beiträge zur Kenntnis der Migmatit- und Assimilationsbildungen, sowie der synantetischen Reaktionsformen.* Beitrag I. Chemie der Erde *12.*

– (1961): *Zur Herkunft der dunkeln Sphäroide des Adamello-Tonalites.* Naturwiss. *48.*

GYR, T. (1963): *Geologisch-strukturelle Untersuchungen im Fornogletschergebiet (Bergell).* Unveröffentlichte Diplomarbeit an der ETH Zürich.

HOPPE, G. (1962): *Die akzessorischen Zirkone aus Gesteinen des Bergeller- und des Adamello-Massivs.* Chemie der Erde *22.*

JÄGER, E., & NIGGLI, E. (1964): *Rubidium-Strontium-Isotopenanalysen an Mineralien und Gesteinen des Rotondogranites und ihre geologische Interpretation.* Schweiz. Min. Petr. Mitt. *44*/1.

MERLA, G. (1935): *Le formazioni cristalline fra l'alto Lario e la val Bregaglia.* Boll. del R. Uff. Geol. d'Italia *60.*

NIGGLI, P. (1936): *Über Molekularnormen zur Gesteinsberechnung.* Schweiz. Min. Petr. Mitt. *16.*

PICCOLI, G. (1962): *Le migmatiti del granito di San Fedelino.* Mem. Ist. Geol. e Min. Univ. Padova *22.*

POLDERVAART, A. (1956): *Zircon in rocks, igneous rocks.* Am. J. Sci. *254.*

REYER, E. (1881): *Die Eruptivmassen des südlichen Adamello.* N. Jb. f. Min., Beilageband I.

SALOMON, W. (1908–1910): *Die Adamellogruppe.* Abh. der k. k. geol. Reichsanstalt *21*, Heft 1 u. 2.

STAUB, R. (1934): *Geologischer Führer der Schweiz.* Fasc. XIV (Exkursion 98).

WEBER, J. (1957): *Petrographische und geologische Untersuchungen des Tonalitzuges von Melirolo–Sorico zwischen Tessintal und Comersee.* Schweiz. Min. Petr. Mitt. *37*/2.

WEIBEL, M. (1960): *Chemismus und Mineralzusammensetzung von Gesteinen des nördlichen Bergeller Massivs.* Schweiz. Min. Petr. Mitt. *40.*

WEIBEL, M., & LOCHER, T. (1964): *Die Kontaktgesteine im Albigna- und Fornostollen (nördl. Bergeller Massiv).* Schweiz. Min. Petr. Mitt. *44*/1.

WENK, E. (1956): *Die lepontinische Gneisregion und die jungen Granite der Valle della Mera.* Eclogae geol. Helv. *49*/2.

– (1962): *Das reaktivierte Grundgebirge der Zentralalpen.* Geol. Rdsch. *52*/2.

KARTEN

R. STAUB (1918): Geologische Karte der Val Bregaglia 1:50000. Spez. Karte Nr. 90, herausgegeben von der Schweiz. Geol. Kommission.

R. STAUB (1946): Geologische Karte der Berninagruppe 1:50000. Spez. Karte Nr. 118, herausgegeben von der Schweiz. Geol. Kommission.

---

2. – NAZARIO PAVONI (Zürich): **Versuch einer tektonischen Interpretation der magnetischen Anomalien im Untergrund des nordöstlichen Pazifik zwischen 40° und 52° nördlicher Breite.** (Erscheint später).

---

3. – ALFRED BÖGLI (Hitzkirch): **Die Mischungskorrosion, ein Beitrag zur unterirdischen Entwässerung in Karstgebieten.** Erscheint in den «Verhandlungen der SNG», Zürich 1964.

---

4. – WALTER RYF (Zürich): **Zur Stratigraphie des Glarner Verrucano im Murgtal.** Mit 2 Textfiguren

Einleitung

Das Murgtal (St. Galler-Oberland) ist eingetieft in die Stirnpartien der Verrucano-Stammdecke R. HELBLINGS mit ihren frontalen Digitationen. Es wird, als eines der letzten grösseren Verrucano-Gebiete des Glarner Raumes, gegenwärtig als meine Dissertation bearbeitet. Hier soll die stratigraphisch-lithologische Gliederung des Verrucano im Murgtal korreliert werden mit den Untersuchungen von W. FISCH (1961) und R. HUBER (1964).

Da in verschiedenen Niveaux Pollen und Sporen gefunden werden konnten, die für die Genese des Glarner Verrucano zum Teil neue Deutungsmöglichkeiten zulassen, soll auch kurz auf diese eingegangen werden.

Schichtreihe (Fig.1)

Den sedimentologischen Gegebenheiten entsprechend, können im Glarner Verrucano nur Serien im Sinne der amerikanischen «formations» ausgeschieden werden. Da es sich um eine kontinentale, äusserst unruhige Ablagerung handelt, laufen jedoch die Seriengrenzen meist diskordant zu den Isochronen.

Es zeigte sich, dass die von FISCH und HUBER im S durchgeführten Gliederungen weitgehend auch auf das Murgtal angewendet werden können. Es liegen jedoch recht erhebliche Faziesveränderungen vor. Insbesondere besteht kein direkter Zusammenhang zu dem von FISCH bearbeiteten Gulderstockgebiet. Es werden deshalb zum Teil neue Regionalnamen vorgeschlagen.

Durch das Murgtal zieht eine N-S-verlaufende Transversalverschiebung, die den Ostflügel nordwärts verstellt. Die mehr oder weniger SW-NE verlaufenden Faziesgrenzen sind deshalb bei der Querung des Murgtalbruches versetzt.

Die tiefsten aufgeschlossenen Partien bestehen im Murgtal aus einem im allgemeinen bleichen, stumpfvioletten, groben Sernifit. Es handelt sich um eine unruhige, oft seitlich wechselnde Serie von Grobbreccien und groben Fanglomeraten mit stets intensiver gefärbten, violettroten, pelitischen Linsen: eine Sedimentation, wie sie für alle Sernifite typisch ist. Charakteristisch ist der grosse Gehalt an grünen Chloritspiliten, sowie an hellen Quarziten. Die Gerölle sind allgemein leicht angerundet, z. T. auch gut gerollt. Die aufgeschlossene Mächtigkeit dieses Sernifits beträgt maximal 100 m. Er wird korreliert mit dem Ueblital-Sernifit FISCHS und dem Sernifite inférieur HUBERS.

Gegen oben wird der Ueblital-Sernifit rasch feiner und geht über in eine bunte, sehr typische Serie von roten, graugrünen und grünen, z. T. phyllitischen Schiefern. Diese weisen einen im allgemeinen recht hohen Gehalt an Karbonat in Schmitzchen, Bändchen, meist aber in Form konkretionärer Eier auf. Oft besteht der Verdacht auf tuffitische Herkunft, für echte Tuffe fehlen jedoch sichere Anzeichen; vielmehr dürfte es sich um verschwemmtes und mit sedimentärem Detritus vermischtes, tuffitisches Material handeln.

Diese charakteristische Schieferserie darf mit Bestimmtheit der Mären-Serie FISCHS, welche am Gulderstock Vulkanite enthält, zugeordnet werden.

Gegen N und NE wird die Serie rasch atypisch, indem sie zusehends sandiger wird. Vereinzelt, vor allem im oberen Teil, schieben sich Sernifitbänke und -linsen

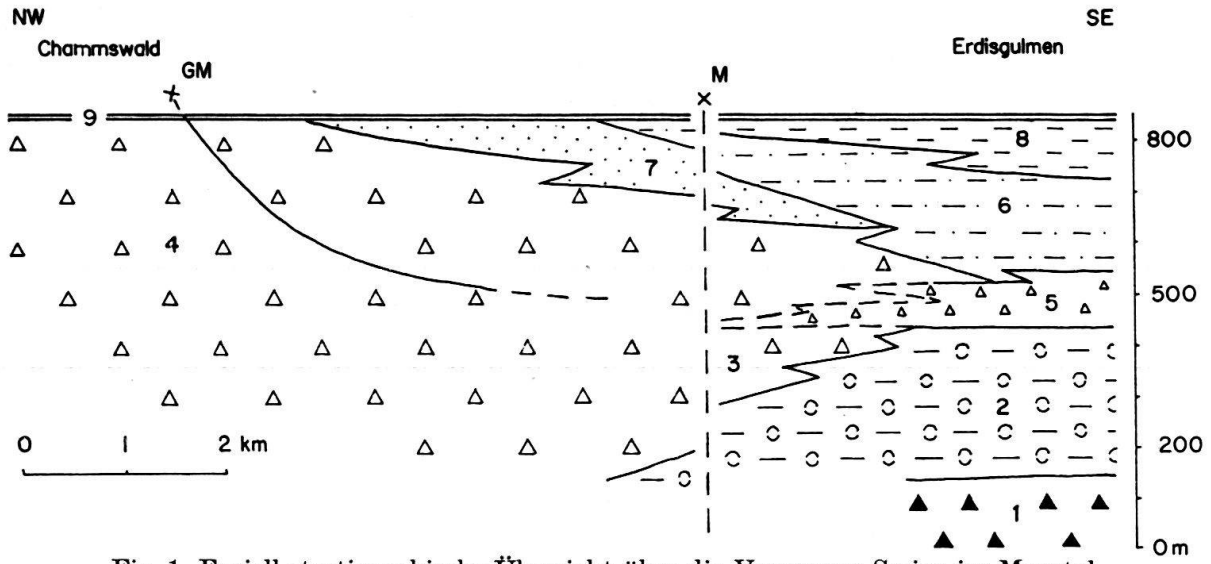

Fig. 1. Faziell-stratigraphische Übersicht über die Verrucano-Serien im Murgtal.

1 Ueblital-Sernifit	5 Fuggstock-Sernifit	9 Trias
2 Mären-Serie	6 Charteggschiefer	
3 Gufelialpschichten	7 Rotbergsandstein	GM Trennung Glarner/Mürtschen-Decke
4 Murgtal-Sernifit	8 Schönbühlschiefer	M Murgtalbruch

ein, die auf ein Tiefergreifen der nächsthöheren Sedimentationsfolge schliessen lassen. Die Mären-Serie, in ihren südlichsten Aufschlüssen im Murgtal noch bis 350 m mächtig, besitzt vor ihrem Untertauchen im mittleren Murgtal nur noch eine Mächtigkeit von 150 m. Gegen W geht sie rasch über in eine gegen unten und oben schlecht abgrenzbare Sernifitfazies, die R. Huber als Couches de Gufelialp bezeichnet.

Über der Mären-Serie setzt wieder eine grobdetritische Sedimentation ein. Dabei können, wie schon Fisch festgestellt hat, zwei verschiedene Schüttungen unterschieden werden. Im südlichen Untersuchungsgebiet tritt eine bis 80 m mächtige Wechsellagerung von lachsroten, z. T. kreuzgeschichteten Feinbreccien, Fanglomeraten und sandigen Schiefern auf. Sie wurde von SW geschüttet, vielleicht aus dem Kärpfgebiet, wo Schielly eine Diskordanz im Hangenden der grossen Quarzporphyrmassen feststellte. Glasklare Quarzkörner sind typisch für diesen Sernifit. Er ist lithologisch und stratigraphisch korrelierbar mit dem Fuggstock-Sernifit Fischs.

Von NW her wurde ein anderer, allgemein stärker rot gefärbter, gröberer Sernifit geschüttet. Gerölle mit Durchmesser bis 30 cm sind keine Seltenheit. Die verbreitetsten Komponenten sind Haematitspilite, rote Quarzporphyre und Quarzite. Stellenweise finden sich recht häufig rosa Granite, wobei einzelne eine frappante Ähnlichkeit mit den Habkerngraniten aufweisen. Dieser im NW bis 500 m mächtige Murgtal-Sernifit ist korrelierbar mit dem Sernifite supérieur Hubers. Von unten nach oben zeichnet sich ein Trend des Feinerwerdens ab, was mit einer Reliefverflachung während der Ablagerung zusammenhängen dürfte.

Auf der Ostseite des Murgtales verzahnen sich die beiden Sernifite im Gebiet zwischen Geissegg und Gross Chilche, wo teilweise auch Mischsernifite auftreten, welche Material aus beiden Liefergebieten enthalten. Solche Mischsernifite finden sich auch auf der Westseite, weiter südlich im Gebiet des unteren Murgsees.

Das Hangende und z. T. seitliche Äquivalent bilden im NW bis 100 m mächtige Feinbreccien, die K. BÄCHTIGER als Rotbergsandstein bezeichnet hat. Im SE stellen sich, entsprechend der feineren Sedimentation des oberen Sernifits, sandige Schiefer, die Chartegg-Schiefer ein. Sie stellen ebenfalls sowohl das stratigraphisch Hangende, als auch seitliche Äquivalente des Sernifits dar. Sie dürfen vielleicht mit den Fulenschiefern FISCHS korreliert werden.

Mit kontinuierlichem Übergang werden die Charteggschiefer immer feiner und schliesslich stellen sich die typischen Schönbühlschiefer ein: reine, blutrote Tonschiefer. Auch hier findet sich Karbonat in Form von Eiern. Im obersten Teil tritt im SE mit recht grosser Verbreitung eine doppelte Quarzitbank auf, deren Ausbildung auf weite Distanz mehr oder weniger gleich bleibt.

Die Triastransgression erfolgt im SE auf Schönbühlschiefer, im NW auf Rotbergsandstein und sogar auf Murgtal-Sernifit.

Fossilinhalt

Makrofossilien konnten im vorliegenden Gebiet keine gefunden werden. Hingegen war die Suche nach Pollen und Sporen in verschiedenen Horizonten erfolgreich. Dabei ist der Erhaltungszustand teilweise erstaunlich gut. Die günstigsten Serien bezüglich Häufigkeit und Erhaltungszustand sind die Mären-Serie und die Schönbühlschiefer. Feine Partien des oberen Murgtal-Sernifites ergaben, entsprechend ihrer sandigen Fazies, nur fragmentarische Reste.

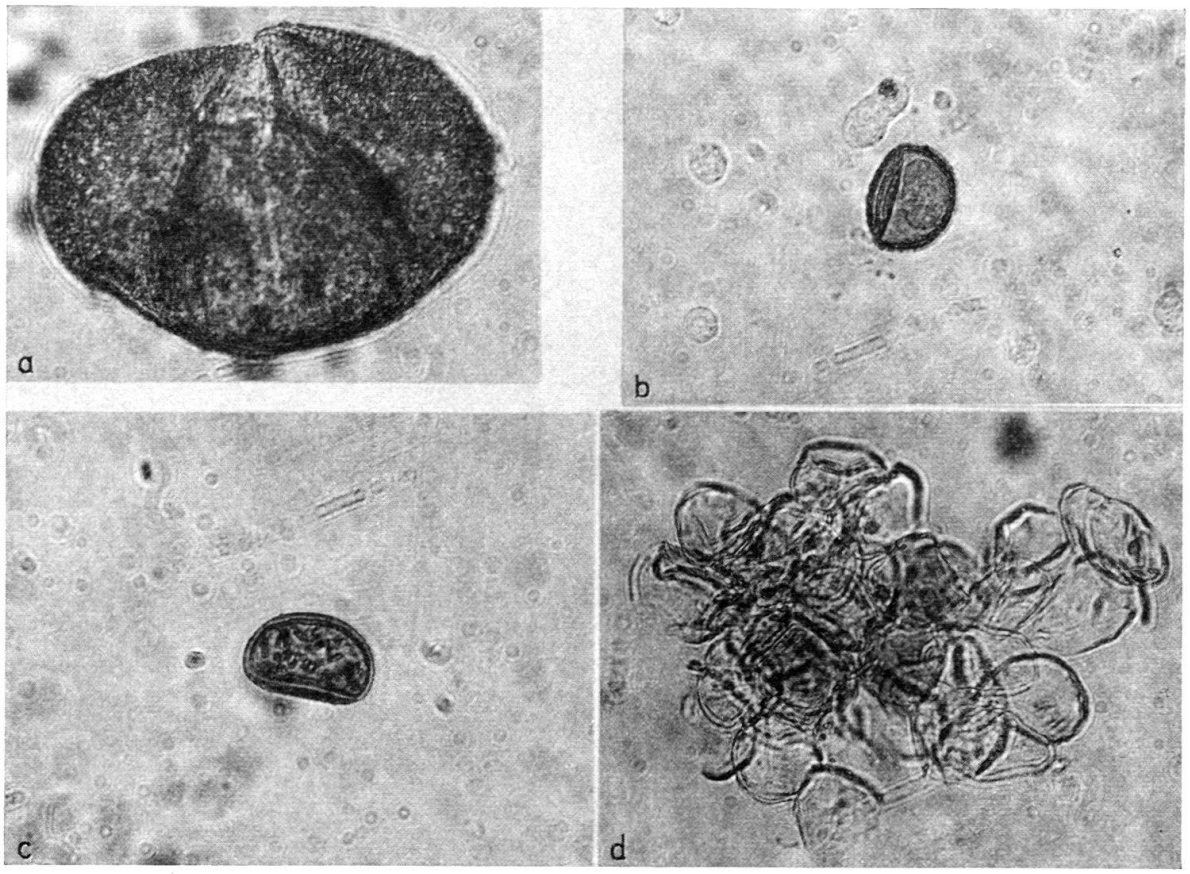

Fig. 2. Pollen und Sporen aus dem Glarner Verrucano. a Coniferen-Pollen aus der Mären-Serie; b Pollen (oder Spore ?) aus der Mären-Serie; c Spore aus den Schönbühlschiefern; d Agglomeration von Sporen aus den Schönbühlschiefern. (Vergr. ca. 320×).

Leider fehlen für die permische Pollen- und Sporen-Chronologie noch weitgehend publizierte Grundlagen. Es ist deshalb noch nicht möglich, den Verrucano auf Grund dieser pflanzlichen Mikrofossilien exakter einzustufen. Immerhin hat sich damit ein Weg eröffnet, der früher oder später zum Ziele führen kann.

In Fig. 2 werden einige typische Formen demonstriert. Es wird aber bewusst darauf verzichtet, diese botanisch näher zuzuordnen.

Zur Genese des Verrucano

Von verschiedenen Autoren (W. Fisch, R. Huber) wurde vor allem für den obersten Teil der Verrucanozeit ein arides Klima postuliert.

Die Tatsache, dass in den Schiefern Pollen und Sporen gefunden wurden, spricht nun aber gegen extrem aride Verhältnisse. Pollen und Sporen-Exinen sind grundsätzlich nur in aquatischen Ablagerungen erhaltungsfähig, da sie bei längerer Trockenlegung zerstört werden. Es muss also angenommen werden, dass im Verrucanotrog zu verschiedenen Zeiten Seen bestanden haben. Ein weiteres Indiz für diese Annahme sind subaquatische Rutschungserscheinungen, wie sie vor allem in der Mären-Serie aufgefunden wurden. Bereits L. Wyssling (1950) postulierte auf Grund der lithologischen Verhältnisse für die Mären-Serie aquatische Entstehung. Anderseits sind nirgends Trockenrisse festgestellt worden, die auf ein Eintrocknen abgelagerter Sedimente schliessen liessen. Vielmehr muss angenommen werden, dass die Seen durch in Sheet-floods transportiertes, grobdetritisches Material aufgefüllt wurden. Die vielen Schieferlinsen im Sernifit sprechen dafür, dass dabei überall kleinere Tümpel bestehen blieben.

Da Tonmineralien einen grossen Anteil am Gesteinsvolumen einnehmen, darf auf ein, mindestens zeitweise, ziemlich humides Klima geschlossen werden. Unter ariden Verhältnissen ist tonige Verwitterung nicht möglich.

Eng mit der Diskussion um das Klima ist das Problem der Rotfärbung verknüpft. Eine Oxydation während und nach der Ablagerung schliesst sich aus folgenden Gründen aus:

Redbed-Bildung ist nach Dunbar & Rodgers, Twenhofel u. a. nur möglich bei absoluter Abwesenheit organischen Materials. Bereits Pollen und Sporen müssten auf eine Oxydation hindernd einwirken. Ausserdem wurden aber auch Epidermisreste und Coniferenholz-Fragmente nachgewiesen.

Die Gerölle des Verrucano sind fast durchwegs frisch und krustenfrei. Nur ein einziges aufgefundenes Granitbruchstück weist eine leichte Oxydationskruste auf.

Die Rotfärbung ist stets auf den Zementanteil und rote Gerölle beschränkt. Das Pigment findet sich nur als feinste Körner in der Grundmasse.

Die Oxydation ist daher ins Abtragungsgebiet zu verlegen, was schon Fisch postulierte. Dabei ergeben sich zwei Möglichkeiten:

- Temperatur und Feuchtigkeit waren so hoch, dass sich, mindestens lokal, Roterden bilden konnten. Diese wurden dann ausgewaschen und zusammen mit detritischem Material bei starken Regengüssen verschwemmt.
- Die Liefergesteine waren z. T. primär rot (Haematitspilite, rote Quarzporphyre) und lieferten bei feinster Zertrümmerung das rote Pigment.

Am wahrscheinlichsten erscheint eine Kombination beider Möglichkeiten.

Im Akkumulationsgebiet war der Anfall an organischer Substanz nur so gross, dass bereits oxydierte Partikel nicht mehr, oder doch nur ganz lokal, reduziert werden konnten. Die typischen Reduktionsellipsoide und grössere, unregelmässig begrenzte Ausbleichungen sind auf solche stärkere Ansammlungen organischen Materials zurückzuführen.

Die Grünfärbung der Mären-Serie ist jedoch nicht durch Reduktion zu erklären, denn feinste eingeschwemmte, rote Partikel zeigen keinerlei Ausbleichungserscheinungen.

Fasst man diese Beobachtungen zusammen, so ergibt sich für den Verrucano folgendes palaeogeographische Bild:

Im NE-SW verlaufenden Verrucanotrog herrschte ein semihumides, warmes Klima. An den Trograndern und zum Teil im Troginnern, etwa im Kärpfgebiet, sassen Vulkane, deren Ergüsse die hauptsächlichsten Liefergesteine darstellten. Unter diesen herrschten eisenreiche Spilite vor, deren Schutt schon primär rot war. Das leicht oxydierende Klima begünstigte die Dehydration der Ferriverbindungen. Immerhin blieben grössere Gerölle von der Oxydation verschont. Regengüsse waren mindestens so häufig, dass sich temporär Seen bilden konnten, die dann durch Mudflows aufgefüllt wurden. Im Ablagerungs- und Transportgebiet waren die Materialbewegungen so gross, dass sich keine eigentliche Vegetationsdecke entwickeln konnte. Jedoch dürfte in den umliegenden Gebirgszügen Pflanzenwuchs bestanden haben. Die Seen selbst beherbergten höchstens geringes Leben. Möglicherweise waren diese Seen aber auch durch vulkanische Derivate vergiftet, so dass sämtliche organischen Reste als eingeschwemmt zu betrachten wären. Als Indiz dafür könnten lokale Kieselkonkretionen und die zum Teil karneolartigen Quarzite in den Schönbühlschiefern gewertet werden.

ABSTRACT

The most northern part of the Glarus Verrucano (Permian), lying in the Murgtal, is divided into several formations. These are correlated with the existing divisions of the Gulderstock and Gufelstock area.

Pollen and Spores could be found in several shaly horizons, but in the absence of a palynological standard section of the European Permian, a more precise dating and subdivision of the Verrucano is not yet possible. However the existence of these fossils allows a discussion on the genesis of the Glarus Verrucano.

ZITIERTE LITERATUR

BÄCHTIGER, K. (1963): *Die Kupfer- und Uranmineralisationen der Mürtschenalp.* Beitr. Geol. Schweiz., Geotechn. Ser. *38.*

DUNBAR, C. O., & RODGERS, J. (1957): *Principles of Stratigraphy*, New York.

FISCH, W. (1961): *Der Verrucano auf der Nordost-Seite des Sernftales.* Mitt. Natf. Ges. Glarus *11.*

HELBLING, R. (1938): *Zur Tektonik des St. Galler Oberlandes und der Glarner Alpen.* Beitr. Geol. Karte Schweiz *76.*

HUBER, R. (1964): *Etude géologique du Massif du Gufelstock avec stratigraphie du Verrucano*, Zurich.

SCHIELLY, H. P. (1964): *Geologische Untersuchungen im Deckengebiet des westlichen Freiberges* (Kt. Glarus). Mitt. Natf. Ges. Glarus *12.*

TWENHOFEL, W. H. (1950): *Principles of Sedimentation.* New York.

WYSSLING, L. (1950): *Zur Geologie der Vorabgruppe*, Zürich.

5. – FRIEDRICH SAXER (St. Gallen): **Die Diffluenz des Rheingletschers bei Sargans.** Mit 1 Textfigur

In den letzten Jahren hatte ich mehrfach Gelegenheit, bei der Schutzlegung von bemerkenswerten erratischen Blöcken im st. gallischen Linthgebiet mitzuwirken und dabei in Kontakt zu kommen mit dem diluvialen Linth/Rheingletscher der Gegend. – Zuerst handelte es sich um einen mächtigen Findling aus körnigem Verrucano auf dem Wiesengelände von Betlis auf der Nordseite des Walensees. Es stellte sich die Frage, wie es möglich war, dass solche Blöcke von der immerhin mehr als 2 km entfernten Südseite des Sees auf die Nordseite gelangen konnten. Die geologische Walenseekarte von ARNOLD HEIM und J. OBERHOLZER zeigt, dass Verrucanoblöcke sogar die Höhe der Amdener Mulde erreichten. Talwärts liegen Verrucanoblöcke häufig am Hange der Bergkette vom Speer zum Ricken und weiter gegen Eschenbach und Goldingen. Am Ricken lässt sich das Überfliessen des Linthgletschers gegen das Toggenburg anhand des leicht erkennbaren Verrucano-Erratikums nachweisen.

Diese Beobachtungen schienen im Widerspruch zu stehen zur üblichen Annahme eines starken bei Sargans zum Walensee abzweigenden Arms des Rheingletschers. Ein solcher hätte doch wohl die rechte Talseite besetzen und das massive Eindringen von Erratikum aus dem Verrucanogebiet verhindern müssen.

Anderseits schien beim Blick auf die Karte ein solcher Diffluenzarm wohl begründet. Der Rheingletscher musste bei Sargans nicht nur einen Richtungswechsel vollziehen, sondern auch den Querriegel Gonzen-Fläscherberg überwinden, während sich das Walenseetal ohne Hindernis in den Verlauf des Churer-Rheintals einfügt und dem Eis freien Abfluss gewährt.

Um diesen Widerspruch aufzulösen, wurde versucht, die mutmassliche Zusammensetzung des Walenseegletschers aufgrund einlässlicher Beobachtungen am Erratikum zu verstehen, und es wurden eine Reihe Talquerschnitte, wie sie etwa zur Zeit des Höchststandes der letzten Eiszeit existieren mochten, aufgezeichnet (siehe Figur 1). Oberhalb Sargans (Profil 1) erfüllte der Gletscher das Tal bis in eine Höhe von etwa 1800 m und mass im Querschnitt rund 11 km². Der Querschnitt des Seetales unterhalb der Talgabelung umfasst etwa 4,5 km², wovon aber der aus dem Weisstannental einmündende starke Seezgletscher etwa einen Drittel beanspruchte. Für das Rheineis standen also noch rund 3 km² zur Verfügung. Unter der Annahme gleicher Fliessgeschwindigkeit hätten also bei Sargans $^1/_3$ bis $^1/_4$ des Rheineises den Weg in das Walenseetal und damit in das Linthgebiet finden können (Profil 2 auf Fig. 1).

J. OBERHOLZER hat dem Verhältnis zwischen Rheingletscher und den Lokalgletschern auf seinen Karten grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Die Walenseekarte wurde schon erwähnt. Dazu wurden herangezogen die Karte des Gebietes zwischen Linth und Rhein (1920) und die grosse Karte des Kantons Glarus (1942). In der Gegend von Mels fiel OBERHOLZER das Eindringen von Bündnerkristallin in das Weisstannental auf. Die Lage dieser Blöcke lässt sich nur unter der Annahme verstehen, dass der Rheingletscher auf der Vermialp in über 1800 m Höhe noch Erratikum auf den Seezgletscher schüttete. Solches gelangte N Mühle noch auf die entgegengesetzte Seite des Tales. Bei Mels war demnach eine starke Vermischung von

Seez- und Rheinerratikum unvermeidlich, die auf der linken Talseite bis zum Walensee sich auch auf der Karte erkennen lässt. Im Abschnitt Flums-Walenstadt sind in Mischung mit Verrucanoblöcken zahlreiche Blöcke aus Bündner Kristallin bis in eine Höhe von 1100 m eingetragen. Da das Eisniveau dort auf rund 1500 m stand, lag also der Rheingletscher schon tief unter dem Lokalgletscher. Dieser vermochte aber nicht auf die andere Talseite zum Walenstadtberg vorzustossen.

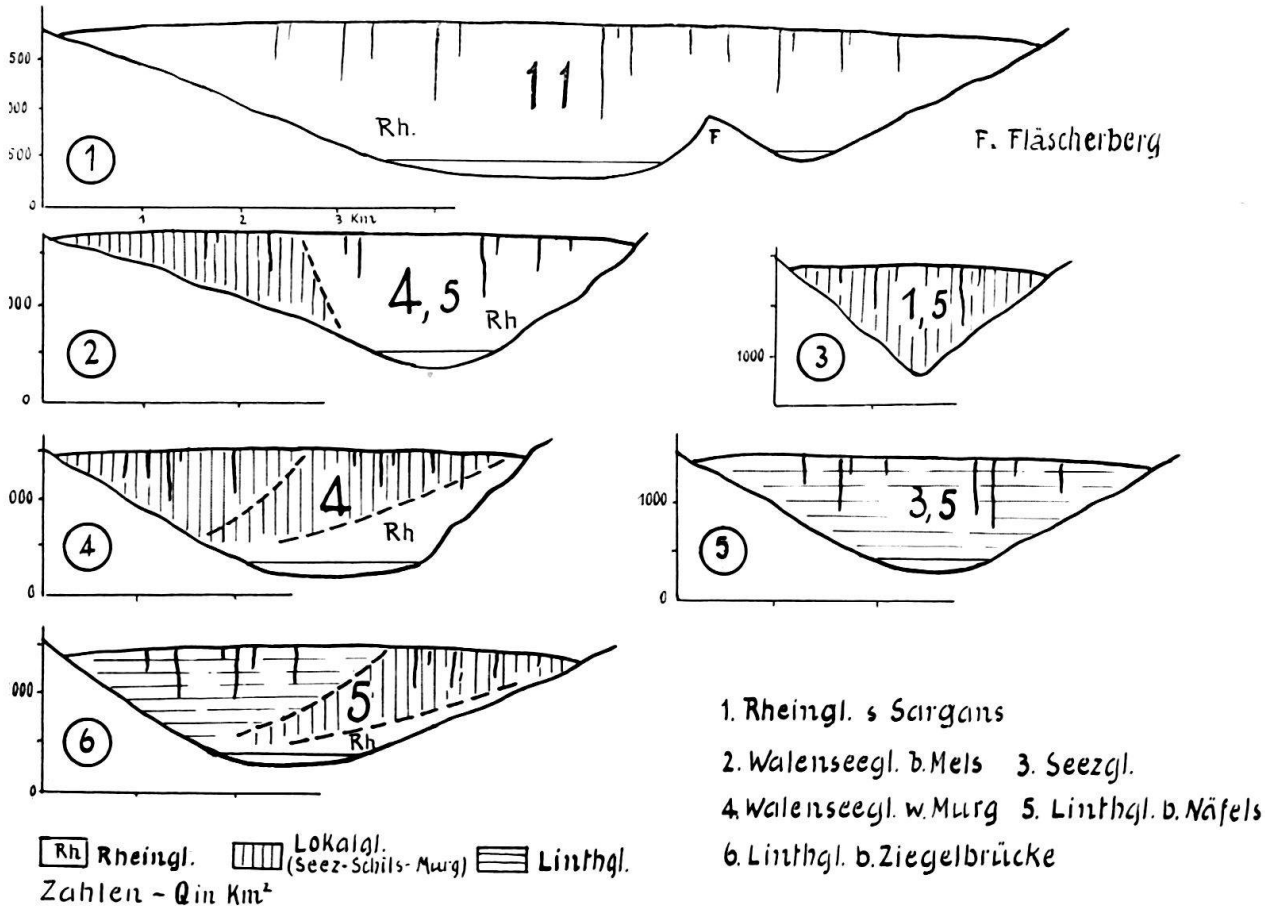

Fig. 1. Gletscherquerschnitte

Bei Flums und Murg mündeten wieder kräftige Seitengletscher mit erhöhter Stufe in das Haupttal, wodurch der Rheingletscher nicht nur auf die rechte Talseite, sondern auch mehr in die Tiefe gedrückt wurde. Östlich des Murgtales lässt J. Oberholzer das Rheinerratikum bis 1000 m, einzelne kristalline Blöcke nur bis 900 m hinaufgehen, westlich desselben verzeichnet er Rheinerratikum nur noch bis 700 m und lässt diese Grenze gegen den Linth-Escherkanal bis auf 500 m absinken[1]).

Die Verteilung der Erratika im westlichen Walenseegebiet scheint eher die im Profil 4 (Fig. 1) zum Ausdruck gebrachte Auffassung zu bestätigen. Das Rheineis

[1]) Wie unter diesen Umständen die von W. Ryf erwähnten Funde von Puntegliasgranit im Murgtal in 1200 m Höhe möglich sein sollen, erscheint rätselhaft. Damit solche Blöcke an den angegebenen Standort hätten gelangen können, müsste der Rheingletscher mindestens 1800 m hoch an den Munzkopf hinauf gereicht haben. Die signalisierten Funde erheischen Überprüfung!

nimmt nur noch den untern Teil des Tales ein, steigt aber gegen Norden an. Doch wird es vom offenbar sehr aktiven Murggletscher so stark an die Wand gedrückt, dass Verrucanoblöcke bis in die Amdenermulde gelangen konnten und dort bis 1200 m hinauf vorkommen. Der dem Rheingletscher noch zukommende Teil des Querschnittes geht auf $^1/_3$ der Fläche zurück.

Das von der Alviergruppe und von den Churfirsten dem Tallgletscher zufliessende Eis ist nicht berücksichtigt. Im Hinblick auf die Südexposition und die Steilheit der Hänge dürfte ihm nur geringe Bedeutung zukommen. Dagegen erhielt der Gletscher von dieser Seite Massen von helvetischem Erratikum, das im ganzen Gebiet des Linthgletschers mengenmässig überwiegt.

Bei Weesen vereinigt sich der komplex zusammengesetzte Walenseegletscher mit dem aus dem Glarnerland herausdringenden Linthgletscher (Profil 5, Fig. 1). Der Talquerschnitt bei Näfels war nicht viel kleiner als der des Walenseegletschers. Nach der Vereinigung musste der Gletscher sich durch die Enge von Ziegelbrücke zwischen den Nagelfluhklötzen des Speers und des Hirzli zwingen, die bedeutend weniger Raum bot als die Summe der beiden Teilarme. In dem sich ergebenden «Kampf um den Raum» dürfte der Rheingletscher als der im buchstäblichen Sinne «unterlegene» am Abfluss am stärksten behindert gewesen sein (Profil 6). Der vereinigte Linthgletscher mit seinen massenhaften Verrucanoblöcken nimmt die ganze Talbreite ein. Von einem selbständigen Arm des Rheingletschers ist keine Rede mehr. Bei Sargans konnte aber nicht mehr Eis zuströmen, als bei Weesen abzufliessen vermochte, von Verlusten durch Abschmelzen abgesehen. Man darf sich daher den Rheingletscher auf der Strecke Sargans–Weesen als eher passiv und langsam fliessend vorstellen. Die linksseitigen Lokalgletscher mussten dagegen rascher abfliessen und unterdrückten dabei den Diffluenzarm des Rheingletschers in zunehmendem Masse.

Es gibt noch ein weiteres Argument zur Stütze der Ansicht, dass keine sehr bedeutende Menge Rheineis durch die Walenseefurche abfloss. Zur Zeit des Höchststandes der letzten Vergletscherung (Würm-Maximum) war sowohl beim Rheingletscher wie beim Linthgletscher das Verhältnis von Nährgebiet zu Zehrgebiet annähernd 1:1, dies ohne Berücksichtigung einer Diffluenz bei Sargans. Beim Rheingletscher waren beide Flächen ungefähr 6000 km², beim Linthgletscher 1000 km² gross, die Schneegrenze in 1400 m Höhe angenommen. In dieser Höhe verliessen die Gletscher das alpine Gebiet, der Rheingletscher bei Oberriet, der Linthgletscher bei Weesen. Jeder der beiden ungleichen Eisströme befand sich in seinem Raum in einem Zustand des Gleichgewichts der Ernährung und der Abschmelzung. Ein Übertreten von 20% Rheineis in das Seez- und Walenseetal, wie es prima facie aufgrund der Querschnitte und des Kartenbildes möglich, ja wahrscheinlich scheint, würde dieses Gleichgewicht entscheidend stören. Für den Linthgletscher würde es nicht weniger als eine Verdoppelung des Einzugsgebietes und eine entsprechende Vergrösserung der Ausbreitungsfläche bedingen. Auch 10% Diffluenz, entsprechend etwa 500 km² Zuwachs würde den Rahmen des kleinern Gletschers noch sprengen, während der grosse Rheingletscher diesen Verlust wohl «verschmerzen» könnte.

So ergibt sich der überraschende Schluss, dass bei Sargans dem Rheingletscher nicht 20–30%, sondern eher nur 2–3% seines Bestandes entzogen wurde, m. a. W.

die *Diffluenz von Sargans war sowohl für den Rheingletscher wie für den Linthgletscher mengenmässig von untergeordneter Bedeutung.*

Das Mass an Diffluenz musste immerhin genügen, um im ganzen Gebiet des Linthgletschers eine lockere Überstreuung mit Bündner Kristallin zu bewirken. In Zukunft wird es sich empfehlen, bei glazialgeologischen Studien im Gebiet des Linthgletschers die hier dargelegte Auffassung im Auge zu behalten.

Ergänzende Bemerkungen

Hinsichtlich der von R. HANTKE in der Diskussion geäusserten Einwände seien folgende Bemerkungen gestattet.

1. Was die Abschätzung der durchgesetzten Eismengen anlangt, ist es selbstverständlich, dass nicht nur auf die Querschnitte, sondern auch auf die Fliessgeschwindigkeit abgestellt werden muss. Die Querschnitte lassen sich heute noch ungefähr bestimmen, während die Geschwindigkeiten uneinheitlich waren. Jedenfalls bestand im Walenseegebiet ein Gegensatz zwischen dem Rheineis und den aktiven Lokalgletschern.

2. Es ist wohl möglich, dass ein grosser Teil des im Linthgletschergebiet massenhaft ausgebreiteten Verrucanos das Produkt von Bergstürzen im Nährgebiet darstellt. Solche fallen aber vorwiegend in die Zeit des Gletscherrückgangs.

Dies spricht dafür, dass das hier postulierte Verhältnis zwischen Rhein- und Linthgletscher noch in Kraft blieb, als das Eisnieveau sich schon beträchtlich gesenkt hatte, vermutlich bis zum Hurden/Konstanz-Stadium.

Prof. A. GANSSER verdanke ich den Hinweis auf analoge Erscheinungen an Gletschern des heutigen Himalaya. Beim Nampa-Gletscher strömen nacheinander mehrere sehr aktive Seitengletscher in das Haupttal, während der eigentliche Talgletscher unter den seitlichen Zuflüssen verschwindet. (ARNOLD HEIM und AUGUST GANSSER: Central-Himalaya etc. Denkschr. Schweiz. Natf. Ges. 1939, S. 64–67).

---

6. – KARL ALBAN HÜNERMANN (Zürich): **Der Schädel eines Anthracotheriiden aus dem Oligozän von Ebnat, Kt. St. Gallen, Schweiz.** In diesem Heft Seite 823.

---

7. – BRUNO CAMPANA (Melbourne): **Comment les nappes (préalpines, helvétiques) ont-elles été mises en place?** Pas reçu de manuscript.