

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie
Band: 72 (1992)
Heft: 1

Vereinsnachrichten: Bericht über die 66. Hauptversammlung der Schweizerischen
Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft in Chur

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: 11.01.2026

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

Bericht über die 66. Hauptversammlung der Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft in Chur

10./11. Oktober 1991

A. Bericht des Vorstandes und Auszug aus dem Protokoll der geschäftlichen Sitzung

Datum: Freitag, 11. Oktober 1991, 09.00 Uhr

Ort: Bündner Lehrerseminar

Vorsitz: Prof. M. Frey (Präsident)

Anwesend: ca. 20 Personen

Bericht des Präsidenten für 1990

siehe SMPG-Nachrichten Nr. 10, August 1991

Jahresrechnung 1990 mit Revisorenbericht und Budget 1992

siehe SMPG-Nachrichten Nr. 10, August 1991

Protokoll der administrativen Sitzung Jahrestagung 1990 in Genf

siehe SMPM-Nachrichten Nr. 9, Januar 1991

Bericht des Redaktors für Band 70 (1990)

Band 70 der SMPM enthält 28 Originalarikel, 8 erweiterte Zusammenfassungen, 1 Nachruf, den Exkursionsführer zur SMPG-Exkursion und den Bericht über die Jahresversammlung in Fribourg. Alle Texte wurden im Autoren- bzw. Keyword-Index erfasst.

Nach Teilgebieten gliedert sich der Band wie folgt: Petrographie/Petrologie 13, Mineralogie 8, Isotopengeologie und -geochemie 6, Metamorphose 4, Geochemie 3, Tektonik und Strukturgeologie 2, Diverse 3. 23 Artikel berühren den

alpinen Raum, 9 den ausseralpinen. 21 Artikel sind in Englisch geschrieben, je 9 in Deutsch und Französisch. Von daher gesehen, aber auch angesichts der Verbreitung der Abonnenten, dürfen die SMPM als internationale Zeitschrift betrachtet werden.

Nur dank Beiträgen zweier Symposien – 3^e cycle Fribourg (4 Arbeiten) und Diorit-Symposium Lausanne (6 Arbeiten) – wurde das Soll von nahezu 480 Seiten erreicht. Die Anzahl guter Originalarbeiten war somit eher zu gering.

Vom «Institute for Scientific Information» liegt die Zusage vor, die SMPM für die Berück-

sichtigung in «Science Citation Index®» und «Current Contents Physical, Chemical & Earth Sciences (CC/PC & ES®)» zu evaluieren, sofern die termingerechte Auslieferung von drei Heften pro Band garantiert werden kann. Dieses Ziel ist nun erreicht worden: Heft 3/70 erschien mit geringer Verspätung im Januar 1991, Heft 3/71 wird noch im Dezember 1991 ausgeliefert werden.

Worte des Danks richten sich an den Verlag Stäubli AG für die speditive und flexible Verarbeitung auch komplexer, oft nicht weisungsgemässer Manuskripte, an die Autoren für ihre Beiträge und die Bereitschaft, Verbesserungen vorzunehmen, an zahlreiche Gutachter sowie an James Conolly für Mithilfe bei Problemen mit dem Englischen und an Ingrid Pabst für die Erstellung des Indexes und für ihr perfektes Französisch.

Liste der Gutachter für Band 70 (1990)

R. Abart, Zürich
 St. Ayrton, Lausanne
 J. Bertrand, Genève
 B. Bonin, Paris
 J. Desmons, Nancy
 V. Dietrich, Zürich
 M. Fonteilles, Paris
 J. Ganguin, Zürich
 St. Graeser, Basel
 K. Hammerschmidt, Berlin
 W. Hansmann, Zürich
 H. Heinisch, München
 P. Heitzmann, Bern
 T. Hurford, London
 E. Klaper, Bern
 V. Köppel, Zürich
 B. Kübler, Neuchâtel
 J. Liebermann, Bern
 H.J. Lipolt, Heidelberg
 N. Mancktelow, Zürich
 B. Messiga, Pavia
 St. Merlino, Pisa
 R. Oberhänsli, Bern
 W. Oberholzer, Zürich
 Tj. Peters, Bern
 C. Pin, Clermont-Ferrand
 H.-R. Pfeifer, Lausanne
 A. Pfiffner, Bern
 A. von Quadt, Zürich
 J. von Raumer, Fribourg
 F. Schenker, Bern
 H. Schleicher, Freiburg
 St. Schmid, Basel
 J. Silverstone, Harvard
 D. Seward, Zürich

R.S.J. Sparks, Cambridge
 V. Trommsdorff, Zürich
 E. Wehrling, Zürich
 R.A. Wiebe, Lancaster
 W. Wildi, Genève
 J. Zeemann, Wien
 P. Ziegler, Binningen

B. Wissenschaftliche Sitzung

10. und 11. Oktober 1990

Vorträge und Kurzberichte Posterausstellung

Ein Teil der Beiträge wurde als erweiterte Zusammenfassung (résumé élargie, extended abstract) eingereicht und in das vorliegende Heft aufgenommen.

D. Gebauer, M. Grünenfelder, G. Tilton, V. Trommsdorff und St. Schmid (Zürich/Santa Barbara/Basel):

The geodynamic evolution of garnet-peridotites, garnet-pyroxenites and eclogites of Alpe Arami and Cima di Gagnone (Central Alps) from Early Proterozoic to Oligocene (see this number p. 107–111).

N. Tilch (Bern/Würenlingen):

Hydraulische Leitfähigkeit von duktil deformiertem Grimsel-Granodiorit: Räumliche Anisotropie und Beziehung zum Gesteinsgefüge (siehe Heft 3/72 Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.).

Hydraulic permeability of ductilely deformed granodiorite from the Grimsel area (Switzerland): Anisotropy and its relation to the rock structure (see issue 3/72 Swiss Bull. Mineral. Petr.).

B. Grobety (Zürich):

Staurolite-Kyanite Intergrowths: HRTEM evidences for a solid state reaction involving intracrystalline diffusion of Si and Al.

Pelitic schists in the contact aureole of the late-Alpine Vedrette di Ries granodiorite show an epitaxial replacement of kyanite by iron rich staurolite. The reaction is observed within nodules of fine-grained (100–200 µ) staurolite crystals containing oriented lamellae of kyanite. The kyanite is a relic from eo-Alpine metamorphism.

Microprobe, backscattered electron microscopy (BSEM) and high resolution electron

microscopy (HRTEM) investigations demonstrate the submicroscopic intergrowth of staurolite and kyanite. The orientation of both phases, $a_{st} // b_{ky}$ and $c_{st} // c_{ky}$, is in agreement with previous observations. Individual staurolite and kyanite lamellae are between one and some tens of unit cell wide. Detailed observation of the termination of staurolite lamellae within kyanite suggests a solid state reaction, in which the primary cubic close packed oxygen framework of kyanite is preserved. The epitaxial replacement implies a reorganization of the site occupancy accompanied by an addition of Fe + Mg + H and a removal of Si + Al from the reaction site.

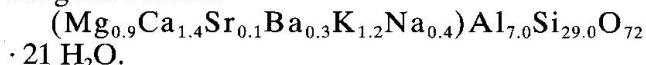
The epitaxial replacement of metastable kyanite occurred during contact metamorphism within the andalusite stability field, under calculated temperature and pressure conditions of 500–550 °C and 3–4 kbar, respectively.

Th. Armbruster und M. Wenger (Bern):

Stufenweise Entwässerung des Klinoptiloliths-Heulandits von Weitendorf (Steiermark): Strukturuntersuchung bei 100 K.

Stepwise dehydration of clinoptilolite-heulandite from Weitendorf (Steiermark): Structural observations at 100 K.

Im «Basalt» von Weitendorf treten in den drusigen Hohlräumen teilweise nebeneinander Ferrerit und Mischkristalle der Reihe Harmotom-Phillipsit sowie Klinoptilolith-Heulandit auf. Entsprechend dieser Paragenese sind die Klinoptilolith-Heulandit-(KLI-HEU)-Kristalle neben Ca auch aussergewöhnlich reich an Mg, K und Ba und besitzen eine Durchschnittszusammensetzung der Formel



(Raumgruppe C2/m, bei 293 K: $a = 17.661$ [2], $b = 17.904$ [4], $c = 7.404$ [3] Å, $b = 116.37$ [3]°)

KLI-HEU-Mischkristalle wurden in vollständig hydratisiertem Zustand als auch nach partieller Entwässerung in trockenem N₂ bei 373, 413 und 473 K strukturell untersucht. Einkristall-Röntgendiffraktionsdaten der abgeschreckten Kristalle wurden bei 100 K gesammelt. Populationsverfeinerungen ergaben ca. 21 H₂O-Moleküle im hydratisierten Zustand, und ca. 6 H₂O verblieben nach Temperung bei 473 K. In den strukturellen Käfigen der hydratisierten Phase bildet Mg, umgeben von 6 H₂O, ein regelmässiges MgO₆-Oktaeder. Nach partieller Entwässerung kann Mg nicht mehr eindeutig lokalisiert werden. In Überein-

stimmung mit bisherigen Strukturuntersuchungen an natürlichen Klinoptilolithen und Heulanditen (z.B. ALBERT, 1975; KOYAMA und TAKEUCHI, 1977) wurden die Käfigpositionen M1 (Ca,Nareich) und M2 (Ca,K-reich) sowie M3 (K,Ba-reich) gefunden. Die Entwässerung der KLI-HEU-Kristalle von Weitendorf ist von einer zunehmenden Migration der Käfigkationen von M1 und M2 nach M3 begleitet. M3 befindet sich an einer flaschenhalsähnlichen Position, die den Durchgang (Kanal) in angrenzende Käfige blockiert. Durch diese Blockade besitzen die Ca,K,Ba-reichen KLI-HEU-Mischkristalle eine erhöhte thermische Stabilität, während Ca,Nareiche Proben unter ähnlichen Temperbedingungen bereits kollabieren (ARMBRUSTER und GUNTER, 1991). Eine vergleichbare thermische Stabilisierung erreichten GALLI et al. (1983) durch experimentellen K-Austauch im Heulandit.

ALBERTI, A. (1975): Tschermaks Min. Petrogr. Mitt. 22, 25–37.

ARMBRUSTER, TH., GUNTER, M.E.: Amer. Miner. in press.

GALLI, E., GOTTALETTI, G., MAYER, H., PREISINGER, A., PASSAGLIA, E. (1983): Acta Cryst. B39, 189–197.

KOYAMA, K., TAKEUCHI, Y. (1977): Z. Kristallogr. 145, 216–239.

R. Abart (Zürich):

Metasomatische Phänomene am Intrusivkontakt zwischen Granodioriten der Re di Castello Superunit und triadischen Kalken (SW Adamello, N-Italien).

Metasomatic phenomena at the intrusive contact between granodiorites of the Re di Castello superunit and triassic limestones (SW Adamello, N Italy).

Untersucht wurde ein Aufschluss im Bachbett des Torrente Palobbia (NE Breno, Val Camonica), wo Intrusiva der Re di Castello Superunit im Kontakt mit anischen bis ladinischen Prezzokalke der südalpinen Trias stehen. Die Hauptmasse der Intrusivgesteine wird von feinkörnigem Granodiorit gebildet, der ältere Gänge granodioritischer Zusammensetzung abschneidet und selbst von einem jüngeren, grobkörnigen Tonalit in Form von unregelmässigen Gängen intrudiert wird. Die kontaktmetamorphen Prezzokalke bestehen aus einer rhythmischen Wechsellagerung von graphitisch pigmentiertem Karbonat (5–20 cm mächtig) und hellen Hornsteinlagen (1–10 cm mächtig).

In den Prezzokalken sind synintrusiv verfalte, metasomatische Adern zu beobachten. Im Zentrum der bis zu 15 cm mächtigen Adern ist stets ein feiner, 1–2 mm mächtiger Riss vorhanden, der von grobspätiem Kalzit (Cc), Klinozoisit (Czo) und Quarz (Qrz) erfüllt ist. Es schliesst eine mehrere cm mächtige Zone von feinkörnigem Diopsid (Di), Cc, Qrz, Czo mit Porphyroblasten von Vesuvian (Vsv), Grossular (Gro) und Wollastonit (Wo) an. Eine mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Aussenzone wird von Vsv und Cc dominiert, die unveränderten, kontaktmetamorphen Prezzokalke weisen schliesslich eine Paragenese von Cc + Di + Skapolith (Scap) + (Qrz + Phlogopit [Phlg] + Plagioklas [Plag]) auf.

Gesamtgesteinsanalysen (XRF) der einzelnen Mineralzonen zeigen ausgeprägte chemische Gradienten in den Hauptelementen, wobei vor allem eine Anreicherung von SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , MgO und FeO in den zentralen Bereichen der Adern auffällt. Die unterschiedlichen Gesamtchemismen können allerdings nicht die beobachtete Mineralzonierung in den metasomatischen Adern erklären.

Phasendiagramme, die auf einer P-Abschätzung an Hornblenden aus nicht alterierten Tonaliten (nach HAMMARSTROM und ZEN, 1986) auf 3 kb und einer Evaluation der Temperatur aus Überlegungen der Wärmebilanz um einen abkühlenden Pluton auf ≥ 450 °C basieren, zeigen, dass vor allem eine Variation im X_{CO_2} der fluiden Phase für die beobachtete Mineralzonierung verantwortlich ist. Das Auftreten von (Gro und Vsv spricht für Werte von $X_{\text{CO}_2} < 0.05$) in den zentralen Zonen der metasomatischen Adern, die nach aussen hin auf $X_{\text{CO}_2} \geq 0.1$ ansteigen (Cc + Qrz + Scap).

Die aus Cc bestimmten $\delta^{18}\text{O}$ -, $\delta^{13}\text{C}$ -Werte sind in Profilen längs der metasomatischen Adern praktisch konstant, zeigen aber eine deutliche Variation quer zu den Adern. Während aus den kontaktmetamorphen Prezzokalken Signale von $\delta^{18}\text{O}(\text{SMOW}) = 22$ und $\delta^{13}\text{C}(\text{PDB}) = 0$ typisch sind, liegen die Werte in den metasomatischen Bereichen bei $\delta^{18}\text{O}(\text{SMOW}) = 17$ und $\delta^{13}\text{C}(\text{PDB}) = -4$.

Die bisher vorliegenden Beobachtungen werden dahingehend interpretiert, dass ein wasserreiches ($X_{\text{CO}_2} < 0.05$), metasomatisches Fluid in einem frühen Stadium der intrusiven Entwicklung unter $P = 3$ kb und $T > 450$ °C entlang von feinen Rissen in die Prezzokalke eindrang. Als relevante Transportmechanismen für das Fluid, das u.a. SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , MgO und FeO transportierte, wird aufgrund der räumlichen Variation der δ -Werte Infiltration entlang der zentralen Risse und Diffusion in der Richtung quer zu

den metasomatischen Adern angenommen, wobei die niedrigen δ -Werte des metasomatischen Cc auf magmatische Herkunft des Fluids hinweisen.

P. Ulmer, V. Trommsdorff and V. Dietrich (Zürich):

Experimental constraints on the genesis of Cretaceous basanites from the Austrian Alps.

Basanite dikes (local name Ehrwaldite) of Mid-Cretaceous age occur in a narrow, east-west trending zone within the Austroalpine Mesozoic cover nappes of the Northern Calcareous Alps. The dikes vary in mineralogy from olivine (fo_{91-87}) plus Ti-cpx basanites to more evolved basanites which contain also kaersutite and Ti-biotite. The primitive nature of the basanites is demonstrated by $X_{\text{Mg}} = 0.74$, $\text{Ni} = 325$ ppm, $(^{87}\text{Sr}/^{87}\text{Sr})_i = 0.7034$, and $(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i = 0.51280$, corresponding to $\varepsilon_{\text{Nd}} = +4.5$. Small mantle inclusions within the dikes (olivine, sodic cpx with opx only found as lamellae, and Cr-spinel) do not exceed 5 vol. %.

Piston cylinder experiments were performed on powders of the basanites containing 4.2 wt% H_2O at 10–30 kbar and 1000–1400 °C in sealed graphite sample containers. The experimental phase relations indicate saturation of the basanite with the assemblage olivine, garnet, cpx and melt at 1340 °C and ~ 27 kbar. Orthopyroxene did not crystallize at any of the experimental conditions. This result is consistent with some previous experimental studies on primitive alkaline basalts. The compositions of cpx in the experiments are considerably undersaturated with respect to the opx-component. These results imply that primitive ne-normative olivine-basalt is probably not generated from a (garnet-)lherzolitic mantle source, but rather from a (garnet-)wherlite (opx-free) source. A possible process to transform (garnet-)lherzolite into (garnet-)wherlite is the reaction of opx with Ca–Mg carbonatitic liquid to form cpx + olivine + CO_2 . Preliminary experimental results on natural and synthetic lherzolite-carbonatite assemblages indicate that this reaction takes place between 25 and 32 kbar at 1350 °C. Moreover, CDX xenocrysts in the studied natural basanite contain numerous CO_2 -rich fluid inclusions and rare globular inclusions of calcite that are believed to represent relics of trapped carbonatitic liquid.

The presence of a metasomatizing melt is further constrained by the composition of the minerals on the liquidus at high pressures. Ti and Na in cpx and Ti in garnet are enriched by a factor of ~ 5 and 2, respectively, compared with minerals

from fertile garnet-lherzolite inclusions and from experiments on pyrolite compositions.

Compositions of minerals from the experiments permit interpretation of zoning in phenocrysts in the basanites. In the experiments, Ti content in cpx and amphibole increases with temperature and decreases strongly with pressure. Cpx phenocrysts in the studied rocks, exhibit, as do most alkali basalts, a zoning from Ti- and Al-rich cores towards Ti- and Al-poor rims. The experiments suggest that this pattern reflects crystallization of cpx in a cooling magma, rather than decreasing pressure in a conduit. Further results on mineral chemistry in the experimental amphiboles are that Ti and Ca decrease with increasing pressure, while K and total alkalies increase. The experiments indicate that kaersutitic amphiboles, in basanite magmas, are products of low pressure crystallization (P 10 kbar) and that K-rich amphibole is probably a good indicator of high pressure, because K tends to stabilize amphiboles at both higher pressures and temperatures.

B.E. Hellermann Furrer (Fribourg):

Isotopengeologische Untersuchungen an Diabasgängen des Silvretta-Kristallins.

Isotope investigations of diabase dikes from the Silvretta basement.

In die oberostalpine Silvrettadecke sind postvariszisch zahlreiche Diabasgänge eingedrungen. Sie sind von BEARTH (1932) eingehend petrographisch beschrieben worden. Eine erste Übersicht der chemischen Charakteristika dieser tholeiitischen Gänge wurde von HELLERMANN (1990) gegeben. Neue geochemische und isotopengeologische Untersuchungen zeigen, dass der heutige Chemismus im wesentlichen durch drei Prozesse hervorgerufen wurde: 1) durch die fraktionierte Kristallisation von Olivin, Plagioklas, Ca-reichem Pyroxen oder Hornblende und Ilmenit, 2) durch die Assimilation von saurem Krustenmaterial und 3) durch postmagmatische Umwandlungsprozesse. Die Auswirkungen der ersten beiden Faktoren sind, trotz der sekundären Umwandlungen, im Chemismus der Gesteine erhalten und nachzuweisen.

Die Rb-Sr-Analyse an zwanzig ausgewählten, frischen Proben bestätigt, dass innerhalb der Gänge eine Zweiteilung vorgenommen werden kann: 1) Gänge mit niedrigen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnissen von 0.7076 bis 0.708 und 2) Gänge, welche erhöhte $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Verhältnisse (> 0.71) aufweisen. Die Analyse von drei Gangprofilen ergab für die

Gänge verschiedene Alter (145, 370 und 420 Ma), von denen die prävariszischen als geologisch irrelevant angesehen werden können. Für ein jurassisches Alter der Gänge fehlen feldgeologische Hinweise, jedoch kann es nicht ausgeschlossen werden, dass die Gänge jünger, als bisher angenommen (permo-triassisch), sind.

Elementmobilitäten und sekundäre hydrothermale Prozesse sind nur zum Teil für die hohen $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -Werte verantwortlich. Im Vergleich zu MOR-Basalten sind selbst die niedrigsten Initialen der Diabasgänge erhöht, und eine Kontamination des Ursprungsmagmas mit Krustenmaterial muss angenommen werden. Der Kontaminationsprozess konnte in einer Al-C-Berechnung nachvollzogen werden, bei dem ein angereichertes MORB-ähnliches Magma durch Zugabe von 2–5% Sedimenten die analysierten Spurenelement- und SEE-Merkmale entwickelt.

Sm-Nd-Analysen ergaben $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ -Werte zwischen 0.51245 und 0.51282 für fünf ausgewählte Proben. Das berechnete Alter im $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ -versus $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ -Evolutionsdiagramm liegt bei 2883.4 Ma, welches sicher nicht das Kristallisationsalter darstellt. Obwohl in dem ϵNd -versus ϵSr -Diagramm die Analysenpunkte auf einer Mischungsgeraden liegen, ist der Einfluss von kontinentalem Material auf die Nd-Verhältnisse nur gering, wie im AFC-Modell gezeigt werden kann. Im ϵNd -versus ϵSr -Diagramm wird belegt, dass die Nd-Werte durchaus im Bereich von heutigen MORB-Gesteinen liegen.

BEARTH, P. (1932): Die Diabasgänge der Silvretta. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt., 12, 147–178.

HELLERMANN, B.E. (1990): Geochemistry of Diabase Dikes of the Silvretta (Switzerland) Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt., 70, 109–114.

D.M. Sidler und L.G. Benning (Zürich):

Strukturen im Südosten der Margna-Decke und im Malenco-Ultramafitit (siehe p. 57–68 in diesem Heft).

Structures in the south-eastern Margna nappe and the Malenco ultramafitite (see p. 57–68 this issue).

Th. Pettke (Bern):

Petrographie und Strukturelles zum Gotthard-massiv-Kristallin südöstlich der Medelser Intrusion (Val Camadra, TI).

Petrographic and structural observations in the Gotthard massif southeast of the Medels intrusion (Val Camadra, TI, Switzerland).

Im polymetamorphen und polyphas deformierten Altkristallin des südöstlichen Gotthardmassivs (oberstes Val Camadra, Tessin) sind vier alpine (D1, D2, D3 und Post-D3) und drei präalpine (P1, P2 und P3) Deformationsphasen auf trennbar. Das folgende tektonogenetische Modell konnte daraus abgeleitet werden:

Die älteste Lithologie ist ein granitoider Migmatit, dessen migmatische Strukturen P1 entsprechen. Diesen Migmatit überlagern präkaledonische Sedimente, die heute als ungeschichtete, glimmerreiche Paragneise vorliegen.

Kaledonische Streifengneise (porphyrische Alkalifeldspat-Orthogneise; HUBER 1943) intrudieren den granitoiden Migmatit unter scharfem, die präkaledonische und kaledonisch lokal migmatisierte (P2) Paragneissequenz dagegen unter unscharfem Kontakt. Partiell resorbierter Paragneis-Xenolith sind in Kontakt Nähe häufig. Dies weist auf Intrusionsbedingungen (ausklingernder) granulitfazieller Metamorphose hin. Der älteste der vier petrographisch trennbaren Streifengneistypen bildet als einziger die P2-Verfaltung ab und führt Scherzonen mit Anzeichen einer Migmatisierung (P2). Postkaledonisch erfolgt die Sedimentation einer gebankten, grobklastischen und wenig reifen Sequenz, wie sie rezent typischerweise in grösseren intramontanen Becken abgelagert wird.

Die unter amphibolitfazieller Metamorphose generierten variszischen, penetrativen Strukturen (P3; SW-NE streichende Foliation mit subhorizontalen Alkalifeldspat-Linear in der Foliationsebene und dextrale Scherzonen; Verfaltung dieser Strukturen mit zum Alkalifeldspat-Linear koaxialer Faltenachse) weisen auf ein NW-SE orientiertes, kompressives Milieu hin. Die spät-variszische Gangfolge besteht aus Rhyolithgängen und jüngeren Lamprophyren, welche keine variszischen Strukturen abbilden.

Der nordvergente Schub der penninischen Kristallidecken (D1) bewirkt die meisten heutigen Grossstrukturen, so auch die Überschiebung des allochthonen Mesozoikums. Kristallininterne Verfaltung wird durch einen N-S streichenden Rhyolithgang nachgezeichnet. Auch die Ausbildung einer kristallinen Antiform unter Einfaltung von mesozoischen Tonschiefern (Sassina-Antiform) dürfte in einer Spätphase von D1 begonnen haben.

Anhaltende Kompression unter prograden metamorphen Bedingungen (D2) verengt präexistente Falten, verstärkt die während D1 initialisierte alpine Schieferung, überprägt und rotiert vorab

im Südteil die variszischen Strukturelemente gegen Osten. In präalpin undefinierten Lithologien (mesozoische Sedimente, Rhyolithgang) steht die alpine Hauptschieferung diskordant zur variszischen Hauptfoliation. Ein steiles Glimmerlinear repräsentiert die Richtung der kristallininternen, relativen Aufschiebung des Südteiles auf den Nordteil. Alpine Scherzonen zeigen sinistralen Schersinn. Lokal wurde das variszische Alkalifeldspat-Linear ins Glimmerlinear einrotiert. Während D2 wird die Sassina-Antiform als Schürfling in die allochthonen Sedimente eingespiest und bildet so den Südschenkel der Marumo-Synform, einer Grossstruktur im Mesozoikum.

Eine lokale Crenulation im Kristallin (D3) wird als Parasitärstruktur der grossregionalen «Rückfaltung» (MILNES, 1974) verstanden, die nach dem metamorphen Höhepunkt (obere Grünschieferfazies) einsetzt. Knickung der crenulierten Hauptschieferung und untergeordnet kataklastische Deformation (Post-D3) kann beobachtet werden.

Offensichtlich ist eine deutliche Zunahme der mesoalpinen Überprägung früh- und präalpiner Strukturen gegen Süden. Im nördlichen Teil des Streifengneiskörpers dagegen ist die alpin strukturelle Überprägung an diskrete Zonen gebunden und untergeordnet.

U. Schaltegger (Toronto/Strasbourg):

Die polymetamorphe Geschichte des Aarmassivs – neue U-Pb-Resultate.

Polymetamorphic evolution of the Aar massif – new U-Pb results.

Das Altkristallin des Massivs besteht aus polymetamorphen Migmatiten, Gneisen und Schiefern, in denen mafische-ultramafische Gesteinsassoziationen eingelagert sind. Die metasedimentären und orthogenen Protolithen wurden zu präkambrischer Zeit gebildet und tragen Hinweise auf die Existenz einer Kruste proterozoischen Alters. Die Gesteine sind hochgradig metamorph und wurden mehrere Male retrograd überprägt. U-Pb-Altersbestimmungen an Zirkonen lassen für das Altkristallin nördlich der spätherzynischen Granitoide folgende Entstehungsgeschichte rekonstruieren:

– *Detritische Zirkone* archaischen Alters (~ 2.5 Ga) werden in proterozoische Sedimente eingeschwemmt.

– Eine *panafrikanische Metamorphose* (~ 620 Ma) verursacht Rekristallisation und untergeordnet Neuwachstum von Zirkon in diesen Metasedimenten.

– Die *kaledonische Metamorphose* und Deformation (~455 Ma) gestaltet die Gesteine penetrativ um; die heute gefügeprägenden Strukturlemente werden gebildet. Die Überprägung führt zu Neuwachstum von Zirkon. Die heute beobachteten Gefüge wurden retrograd unter amphibolitfaziellen Bedingungen geprägt; Meta-Eklogite und Relikte granulitfazieller Paragenesen sind Zeugen des prograden Astes.

– Während der *spät-kaledonischen Anatexis* (~445 Ma) bilden sich die mächtigen In-situ-Anatexite des nördlichen Aarmassivs (Innertkirchner/Lauterbrunner Kristallin). Das präexistierende Zirkonmaterial wurde zuerst resorbiert und in der Schmelze neu überwachsen.

– Im Laufe der *herzynischen Metamorphose* verlieren die Zirkone einen Teil ihres radioxygenen Bleis. Retrograde Mineralreaktionen führten vor ~330 Ma zur Bildung von Zirkon in Meta-Eklogiten (Zerfall von Pyroxen) und von Rutil in Meta-Psammitten (Zerfall von Biotit und Fe-Ti-Oxiden).

– Die *spätherzynischen Intrusiva* nehmen im Zeitraum von 334 bis 298 Ma Platz; offensichtlich vermögen sie die grossregionale Abkühlung des Massivs nicht wesentlich zu stören.

– Die *alpine Metamorphose* vermochte die U-Pb-Systeme in signifikantem Ausmass zu stören. Die tieftemperierte, spröde Deformation, die von grossen Mengen fluider Phasen begleitet war, vermochte das U-Pb-System des Zirkons sehr nachhaltig zu beeinflussen (z.B. im Innertkirchner Kristallin).

Th. Armbruster, R. Oberhänsli, V. Bermanec
(Bern/Mainz/Zagreb):

SrMn₂[Si₂O₇]·(OH)₂ · H₂O, ein neues Mineral mit Lawsonitstruktur von der Wessels Mine, S.A.

SrMn₂[Si₂O₇]·(OH)₂ · H₂O, a new mineral with lawsonite structure from Wessels Mine, S.A.

Unregelmässig verwachsene Kristalle der Zusammensetzung SrMn₂[Si₂O₇]·(OH)₂ · H₂O wurden zusammen mit Sugilith und Serandit-Pektolith in Proben von der Wessels Mine, Kalahari (Südafrika) nachgewiesen. Die neue Verbindung kristallisiert im Lawsonittyp mit der Raumgruppe Cmcm, $a = 6.255(1)$, $b = 9.034(2)$, $c = 13.397(2)$ Å, $Z = 4$. Die Struktur wurde mit Röntgen-Einkristalldaten zu einem R-Wert von 4,8% verfeinert. Im Unterschied zum Lawsonit ist oktaedrisches Al vollständig durch Mn³⁺ und Ca durch Sr ersetzt. [Mn³⁺O₆]-Oktaeder bilden durch Kantenverknüpfung endlose Ketten parallel \underline{a} . Die [Mn³⁺O₆]-Oktaeder weisen mit vier kurzen und

zwei langen Mn-O-Abständen eine charakteristische Jahn-Teller-Verzerrung auf, $2 \times d(\text{Mn}-\text{O}) = 1.909(6)$, $2 \times d(\text{Mn}-\text{O}) = 1.972(6)$ und $2 \times d(\text{Mn}-\text{O}) = 2.170(6)$ Å. Sr ist achtfach von Sauerstoff koordiniert mit Sr-O-Abständen zwischen 2.587(6) und 2.892(6) Å. Im Gegensatz zum Lawsonit ist H₂O ungeordnet auf einer gesplitteten Position. Die [Si₂O₇]-Einheiten sind in der neuen Verbindung deutlich gestreckter (Si-O-Si = 147°) als im Lawsonit (Si-O-Si = 137°).

Das neue Mineral gehört zu einer Gruppe von Strukturen (z.B. Ruizit, Macfallit, Orientit und Okhotskit), die alle 6×9 Å-Gitterkonstanten und die Baueinheit [Mn³⁺(OH)₂(SiO₄)₂] gemeinsam haben (MOORE et al., 1984). Einige dieser Verbindungen besitzen ein Analogon mit [Al₂(OH)₂(SiO₄)₂]-Einheiten (z.B. Lawsonit, Surassit, Pumpellyit), während entsprechende Strukturen mit [Fe³⁺(OH)₂(SiO₄)₂]-Bausteinen meistens fehlen (HAWTHORNE, 1984). Die zweidimensionale strukturelle Ähnlichkeit dieser Verbindungen führt häufig zu charakteristischen Stapelfehlern oder Verwachsungen (MELLINI et al., 1984, 1986).

HAWTHORNE, C. (1984): Tschermaks Min. Petogr. Mitt. 33, 135–146.

MELLINI, M., MERLINO, S. und PASERO, M. (1984): Phys. Chem. Minerals 10, 99–105.

MELLINI, M., MERLINO, S. und PASERO, M. (1986): Amer. Miner. 71, 176–177.

MOORE, P.B., SHEN, J. und ARAKI, T. (1985): Amer. Miner. 70, 171–181.

Th. Armbruster und Th. Kohler (Bern):

Kristallstruktur des hydratisierten Laumontits bei 100 K.

Crystal structure of hydrous laumontite at 100 K.

Die Detailstruktur des Zeoliths Laumontit mit der vereinfachten Formel Ca[Al₂Si₄O₁₂] · 4 H₂O (Raumgruppe C2/m) wurde bisher noch nicht untersucht. Alle Strukturuntersuchungen wurden am Leonhardit Ca[Al₂Si₄O₁₂] · 3.5 H₂O mit einer zum Laumontit identischen Gerüsttopologie durchgeführt (z.B. YAKUBOVICH und SIMINOV, 1985; ARTIOLI et al., 1989). Die Ursache für das Fehlen von Strukturdaten für die vollständig hydratisierte Phase liegt in der schnellen Dehydrierung des Laumontits bei Raumtemperatur und normaler Luftfeuchtigkeit zu Leonhardit.

Zur Rehydratisierung wurde ein bereits partiell entwässerter, milchig-weißer Laumontit (Grosstal, Schweiz) auf eine Glasnadel präpariert

und mehrere Wochen in Wasser aufbewahrt. Der Kristall wurde anschliessend auf einem CAD4-Einkristalldiffraktometer auf 100 K abgeschreckt, strukturell untersucht und die Struktur mit 1677 Reflexen zu einem R-Wert von 3.8% verfeinert. Das Wassermolekül auf der Position: 1/2, 0.1656(3), 1/2, das den Unterschied zwischen Leonhardit und Laumontit bewirkt, ist nicht zu Kationen in den Käfigen koordiniert, sondern über Wasserstoffbrücken an die Käfigwand und zwei weitere Wassermoleküle gebunden. Die schwachen Wasserstoffbrücken sind für die leichte Dehydratisierung verantwortlich. Der Einbau dieses zusätzlichen Wassers führt zu einer charakteristischen Verzerrung der Struktur. Während ARTIOLI et al. (1989) bei 15 K für einen Leonhardit mit 3.35 H₂O: a = 14.690(4), b = 13.061(3), c = 7.574(2) Å, β = 112.01(2) und mit 3.55 H₂O: a = 14.686(10), b = 13.133(8), c = 7.533(5) Å, β = 111.20(4) bestimmten, besitzt Laumontit mit 4.4 H₂O (diese Untersuchung) bei 100 K die Gitterkonstanten: a = 14.798(8), b = 13.108(2), c = 7.497(5) Å, β = 110.26(2). Der maximale Wassergehalt des Laumontits beträgt demnach 4.5 H₂O. Insbesondere der monokline Winkel β kann als Mass für den Hydratationsgrad herangezogen werden.

ARTIOLI, I.G., SMITH, J.V. und KVICK, A. (1989): *Zeolites*, 9, 377–391.

YAKUBOVICH, O.V. und SIMONOV, M.A. (1985): *Soviet Phys. Crystallogr.*, 30, 624–626.

J.A. Chermak (Bern):

The hydrothermal transformation of the Opalinus shale, Switzerland; formation of smectite and zeolite minerals.

Shales, due to their high sorption properties, and low permeabilities are being considered as suitable rocks for low and high level radioactive waste repositories. Very little experimental data exists on the effects of the interaction of the waste form and the host shales (such as changes in temperature and solution composition). The presence of concrete barriers could significantly alter the in-situ pH, solution composition, and mineralogy of the shales. Possible mineralogical changes include: quartz and calcite dissolution and precipitation, the alteration of clay minerals, and the formation of zeolite minerals. The formation of clay (especially smectite) and zeolite minerals is quite important when assessing the waste storage potential of shales. To investigate these possibilities experiments were conducted using the Opalinus clay formation (middle Jurassic) in Mont Terri, Northern Switzerland.

Batch experiments were run in small volume teflon bottles (7 ml, perfluoralkoxy) which were loaded with charges and then placed within 50 ml titanium hydrothermal reactor vessels (2 per vessel). These reactors were sealed, and placed onto a rotisserie unit inside an oven set at 175 °C for reaction times of up to 17 days. Individual reactors were removed at specific intervals, quenched in cold water, and opened. The solution pH was measured at 25 °C using a Ross combination pH electrode, and the solids were separated from the solutions. Each reactor was charged with 0.14 grams of the 80–200 mesh size fraction of Opalinus clay, and 7 ml of solution of varying composition (NaOH, and KOH). The solids were characterized and analyzed by x-ray diffraction. Mineral composition of the starting shale CIS determined by x-ray diffraction is: 40% quartz, 20% kaolinite, 15% muscovite/illite, 15% calcite, 5% chlorite, 3% mixed layer smectite/illite, 2% siderite and trace pyrite.

The table below gives quench pH and reaction products versus time data for 0.1 m NaOH, and 0.08 m KOH solutions. Solid phase transformations as determined by x-ray diffraction in experimental runs after 17 days include the disappearance of kaolinite and the formation of clays and zeolite phases in the 0.1 m NaOH and 0.08 m KOH experiment. The precipitation of these clay and zeolite minerals will greatly enhance the sorption capabilities of the Opalinus shale.

Time, Days	quench pH, 25 °C <i>0.1 m NaOH solution</i>	Reaction Products	
0.00	12.73	starting solution	
		before solids added	
3.00	12.13, 12.17	analcime, smectite	
10.01	11.37	analcime, smectite, mica/smectite	
17.04	11.23, 11.29	analcime, smectite, mica/smectite	
		<i>0.08 m KOH solution</i>	
0.00	12.73	starting solution	
		before solids added	
10.01	11.90	kspar, phillipsite	
17.04	11.55, 11.56	kspar, mica/smectite	

Stephan Häusler (Bern):

Petrographische und strukturgeologische Untersuchungen im Gebiet der Greina-Hochebene/GR.

Petrographic and structural observations in the Greina area (Grisons, Switzerland).

Das Untersuchungsgebiet befindet sich am SE-Rand des Gotthard-«Massivs» und umfasst als grosstektonische Einheiten das gotthard-«massivische» Kristallin und dessen mesozoische Sedimentbedeckung.

Die ältesten Einheiten des Kristallins bilden Paragneise, welche von Orthogesteinen intrudiert wurden. Unter den Orthogneisen dominieren «Augen»-Gneise. Daneben kommen untergeordnet Quarz-reiche Gneise vor, welche u.U. eine plutonische Randfazies derselben Intrusion darstellen. Im «Augen»-Gneis-Komplex sind vereinzelte Aplite und Pegmatite anzutreffen. Die Kalifeldspat-Einsprenglinge im «Augen»-Gneis sind ebenso in der Hauptschieferungsrichtung eingeregelt wie die stellenweise vorhandenen Scherzonen. Para- und Orthogneise wurden von «Quarz-Porphyr»-Gängen intrudiert. Auf einer Paläooberfläche des Kristallins lagerten sich stellenweise saure Vulkanite diskordant ab. Letztere stellen wahrscheinlich die Oberflächenäquivalente der «Quarz-Porphyr»-Gänge dar.

Die diskordant auf dem Kristallin abgelagerte Sedimentbedeckung des Gotthard-«Massivs» enthält als unterste Einheit die autochthone bis parautochthone Zone der Greina-Lumbrein-«Trias». An der Basis derselben befinden sich permotriadische Metakonglomerate (mit bis zu cm-grossen sauren Epiklasten), Metaarkosen und Quarzite der Melser Serie, die eine «fining-upward»-Sequenz darstellen. Die darüberliegende Röti-Serie besteht aus den Dunkelzugsschichten, welche den Übergang von detritischer zu evaporitischer Sedimentation dokumentieren, ferner aus Dolomiten und intern repetierten Rauhwacken. Die oberste Einheit der Greina-Lumbrein-«Trias» bildet die phyllitische Quarten-Serie.

Die darauffolgenden parautochthonen, gotthard-«massivischen» Bündnerschiefer liasischen (bis ?) Alters lassen sich unterteilen in die verkehrtliegende Scopi-Zone und die normalliegende Peidener Schuppenzone. Die Scopi-Zone beginnt mit einem Abscherhorizont im Liegenden, gefolgt von intern repetierten Tonschiefern der Coroi-Serie. Darüber befinden sich Kalkschiefer der Inferno-Serie und anschliessend die vorwiegend sandigen Gesteine der Stgir-Serie. Die darauffolgende Peidener Schuppenzone lässt sich von unten nach oben einteilen in Puzzatscher-Schuppe, Zamuor-Schuppe und Pianca-Schuppe. Die einzelnen Schuppen bestehen aus Gesteinen der Stgir-Serie mit Grenzhorizonten der Quarten-Serie im Liegenden, welche Überschiebungen markieren.

Die penetrativen Hauptschieferungen im Untersuchungsgebiet streichen im allgemeinen SW/NE und fallen gegen SE ein. Das Einfallen beträgt am östlichen Rand des Gebiets ca. 30° und nimmt gegen W derart zu, dass die Schieferungen westlich des Greinapasses senkrecht stehen. Die Schieferungen, Scherzonen und eingeregelten, relativ flach gegen ESE einfallenden Kalifeldspat-«Augen» im Kristallin sind höchstwahrscheinlich das Produkt der variszischen Gebirgsbildung. Die Verschieferung der mesozoischen Sedimente als Ausdruck der alpinen Deformation wurde folglich den präexistenten variszischen Strukturen angeglichen und verläuft parallel zu primären Ablagerungsstrukturen, wie Schichtung und Bankung. Faltenachsen im cm-bis dm-Bereich in den Sedimenten fallen relativ gegen ESE und streichen parallel zu einer Krenulationsschieferung, die jedoch nur in Schichtsilikat-reichen Sedimenten deutlich ausgebildet ist.

Ch. Min Sun (Genève):

Petrogenesis of the Proterozoic ophiolites from Yanbian and Shimian (Sichuan Province, China).

The Middle Proterozoic ophiolites from Yanbian and Shimian areas (Sichuan Province, China), which occur as allochthonous fragments embedded within the Late Proterozoic orogenic belt on the western rim of the Yangtse craton, consist of mantle-derived peridotites, plutonic cumulates and submarine volcanics.

Mantle-derived peridotites are made up of serpentized harzburgites, representing an impoverished residual material after a high degree partial melting (> 30% of upper mantle). Plutonic cumulates comprise ultramafic cumulates, Mg-gabbros (troctolites), Ol-anorthosites and Ol-gabbros, gabbronorites (including Ol-free gabbros), ferrograbbros and albitites. Submarin volcanics consist of massiv basalts with "sheet-flow" textures, pillow basalts with associated hyaloclastites and small amounts of ferrobasalts and keratophyres. This sequence is injected by sills and two types of dikes (dikes I and II). Pelagic sediments occur as intercalations and cover of the volcanic piles.

Two magmatic suites are present. Suite I includes all the plutonic rocks and the great majority of volcanic and hypabyssal rocks. These rocks are characterized by an early crystallization of plagioclase prior to clinopyroxene and comparable to those from N-type Mid-Ocean-Ridges. Such a magma would have been the liquid derived by a low degree partial melting (about 15%)

from a slightly depleted mantle, and then submitted to a low-pressure differentiation (< 5 kbar). By contrast, suite II is only represented by dikes II, which are characterized by an early appearance of clinopyroxene as phenocrysts, and are chemically comparable to plume-type MORB. This magma would have been derived from an enriched mantle also by a low partial melting (about 15%), undergoing later a differentiation at a relatively higher pressure (> 5 kbar). None of the two suites can be considered as representing the liquid extracted from the studied peridotites. Using the 1-atm pseudo-quaternary system Ol-Pl-Di-Q and the distribution coefficient between mineral and liquid, the formation ranges of different plutonic rocks and the magmatic correspondence between plutonic and suite I volcanic rocks were also determined.

Comparing with the characteristics of different modern oceanic environments, it is likely that the Yanbian and Shimian Proterozoic ophiolites represent oceanic remnants which might have been formed at the plume-influenced centers of small basins during the early stage of oceanization, such centers being probably located in the vicinity of transform faults. The good similarity of these ophiolites to the modern oceanic rocks indicates that the modern plate-tectonic processes may already have been active as early as Middle Proterozoic time.

I. Sedler (Bern):

Iron-manganese-titanium-spinels: A solid solution investigation.

Members of the ulvöspinel solid solution, $(\text{Fe}_x \text{Mn}_{(1-x)})_2 \text{TiO}_4$, have been synthesized at 0.1 X_{Mn} -intervals at 950 °C and 1 bar in a modified Sato-furnace, under a controlled log fO₂-fugacity of -16.35. The samples have been quenched under an argon-stream, resulting in the preservation of only the high-temperature cubic modification of ulvöspinel.

The unit cell volume of the spinels has been determined by precision x-ray powder-diffraction (0.25° 2θ/min) using metallic Si as an internal standard, whereas the chemical compositions of the samples have been measured by electron microprobe.

The results show that Fe-Mn-ulvöspinel solid solution is continuous at 950 °C, and that the unit cell expands approximately linearly with increasing X_{Mn} -content. The synthesized products are the starting materials for future Fe-Mn exchange experiments with Fe-Mn-ilmenite, from which ac-

tivity-composition relationship in Mn-Fe-ulvöspinel will be derived.

M. Wenger und Th. Armbruster (Bern):

Columbitmineralisation in Pegmatiten der kalk-alkalischen Bergellintrusion (südöstliche Zentralalpen) (siehe auch Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. Heft 3/71, p. 349–369).

Columbite formation in pegmatites of the calc-alkaline Bergell intrusion (SE Central Alps) (see also Swiss Bull. Mineral. Petr. issue 3/71, p. 349–369).

Der Bergell-Batholith intrudierte im Oligozän in penninische und austroalpine Einheiten im Bereich der schweizerisch-italienischen Grenze bei Chiavenna. Die Intrusion umfasst eine kalk-alkalische Serie, bestehend aus Gesteinen von kumulativen Hornblenditen, Gabbros, Tonaliten und Granodioriten, bis zu Apliten und Pegmatiten (WENK, 1986). Hauptelementgehalte und die Fraktionierung von chemisch kohärenten Elementen zeigen, dass die Ganggesteine in bezug zum Hauptgranitkörper nur wenig differenziert sind. Sie lassen sich aber nach ihrem Gehalt an Alkalien klassifizieren: Ein Biotit-Mikroklin-Pegmatittyp mit K₂O > Na₂O kann von einem höher differenzierten Muskowit-Albit-Pegmatittyp mit Na₂O > K₂O unterschieden werden.

Die Bildung von Beryll und Columbit, (Fe,Mn)(Nb,Ta)₂O₆ ist auf den Muskowit-Albit-Typ beschränkt. Dabei wird die Kristallisation von Tantaloniobaten durch hohe Na/K-Verhältnisse und die damit verbundene bevorzugte Albitbildung gefördert. Druckentlastung und korreliertes retrogrades Sieden favorisieren die Mineralisation von Nb- und Ta-Oxiden in den grobkörnigen Domänen der Muskowit-Albit-Pegmatite (ALEKSANDROV et al., 1985).

Die Columbite des Bergells zeigen eine einheitliche chemische Zusammensetzung von Ferroniobit mit Mn/Fe < 1. Columbit kristallisiert in der Raumgruppe Pbcn mit $a = 14.3$, $b = 5.7$, $c = 5.1$ Å, $Z = 4$. Die Struktur kann als Überstruktur von Brookit aufgefasst werden, wobei Variationen im Ordnungsgrad auftreten (GRICE et al., 1976). Einkristall-Röntgenbeugungsexperimente und Populationsverfeinerungen der Kationenpositionen an Bergeller Columbiten führten zu einem Ordnungsgrad von über 90%. Damit handelt es sich um pegmatitische Ferroniobite mit dem höchsten bekannten Ordnungsgrad. Eine langsame postmagmatische Abkühlungsrate des pegmatitischen Muttergestein sowie der tiefe Sn-Gehalt der Columbite scheinen für deren hohen Ordnungsgrad verantwortlich zu sein.

ALEKSANDROV, I.V., KRASEOV, A.M und KOCHNOVA, L.M. (1985): Geokhimiya, 620–629.

GRICE, J.D., FERGUSON, R.B. und HAWTHORNE, F.C. (1976): Can. Mineral. 14, 540–549.

WENK, H.R. (1986): Jahrb. Nat. Graub. 103, 29–90.

E. Wenk (Basel):

Chemismus von Gesteinen und Mineralien der Val Verzasca (siehe p. 1–10 in diesem Heft).

Chemical composition of rocks and minerals from Val Verzasca, Switzerland (see this issue p. 1–10).

Th. Wenzel, M. Hengst und J. Pilot (Freiberg):

Die plutonischen Gesteine des Meissener Massivs (Elbtal-Zone): Zeitliche Rekonstruktion der magmatischen Entwicklung (Erstarrungs- und Reliktalder) mit Hilfe von Einzelzirkon- und K-Ar-Altersbestimmungen.

Plutonic rocks of the Meissen massif (Elbtal zone): Time path of magmatic evolution (crystallization and relic ages) as determined from single zircon and K-Ar dating.

Aufbauend auf den morphologischen und strukturellen Untersuchungen an 20 Zirkon-Populationen des Meissener Massivs wurden $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -Altersbestimmungen an Einzelkristallen nach der von Kober (1987) vorgeschlagenen Methode durchgeführt. Anhand der gemessenen Isotopenverhältnisse zeichnen sich Intrusionsalter zwischen 340 und 360 Ma für den Monzodiorit von Gröba sowie die verschiedenen Monzonite ab. Der im Leubener Monzonit rekonstruierte Prozess der Überprägung monzodioritischer Ablagerungen durch syenitische Schmelzen hat offenbar ebenfalls in diesem Zeitraum stattgefunden. Hinweise auf signifikant ältere Relikte fehlen auch bei Kristallen, in denen die «monzodioritische» und «syenitische» Zirkon-Generation noch nicht umkristallisiert sind. Als Äquivalent der monzodioritischen Komponenten kommen die entsprechenden Freitaler Gesteine sowohl in stofflicher als auch zeitlicher Hinsicht in Betracht. Die in einigen Monzonit-Zirkonen (Freital, Wilsdruff) nachgewiesenen Reliktalder gruppieren sich um 430 Ma. Ähnliche Daten sind u.a. aus Gesteinen des Granulitgebirges sowie aus verschiedenen Gneisen des Saxothuringikums bekannt.

K-Ar-Analysen an Biotiten und Muskowiten aus dem Hauptgranit ergaben Abkühlungsalter um 326 ± 6 Ma. Demgegenüber bestätigen die

Einzelzirkon-Datierungen das Vorherrschende krustale Relikte mit Altern zwischen 580 und 2220 Ma. Der erstgenannte Wert ist mit Kristallisationsaltern aus Lausitzer Granodioriten parallelisierbar.

Datierungsversuche an Zirkonen des Riesensteingranits blieben vorerst erfolglos. Die Messergebnisse wiesen variierende Anteile an gewöhnlichem Blei im Zusammenhang mit dem Einschlussreichtum dieser Zirkone aus und waren nicht sinnvoll zu korrigieren. Die mittels Einzelzirkon-Analysen ermittelten $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -Alter von ca. 550 bzw. 600 Ma werden in Übereinstimmung mit Feldbefunden als Intrusionsalter der Granodiorite von Dohna und Laas interpretiert. Folglich bestehen neben stofflichen auch enge zeitliche Beziehungen zu den Westlausitzer Granodioriten. Die speziell in Laas nachgewiesenen Reliktalder um 1.9, 2.2 bzw. 2.8 Ga repräsentieren wahrscheinlich detritische Zirkone.

Th. Wenzel, I. Mercolli und R. Oberhänsli (Freiberg/Bern/Mainz):

Die plutonischen Gesteine des Meissener Massivs (Elbtal-Zone): Anzeichen für unterschiedliche Fraktionierungsprozesse anhand textureller, mineral- und gesteinschemischer Untersuchungen (siehe auch Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. Heft 3/71, p. 371–390).

Plutonic rocks of the Meissen massif (Elbtal zone): Textural and compositional indicators of fractionation processes (see also Swiss Bull. Mineral. Petrogr. Mitt. 3/71, p. 371–390).

Der plutonische Komplex des Meissener Massivs (E-Deutschland, Elbtal-Zone) besteht aus einer annähernd konzentrischen Abfolge von dioritischen, monzonitischen und verschiedenen granitischen Intrusionen (Hauptgranit, Riesensteingranit, porphyrtiger Granit). Texturelle, mineral- und gesteinschemische Untersuchungen belegen den Einfluss verschiedenartiger Fraktionierungsprozesse auf die Entwicklung des Komplexes. Die Diorit-Monzodiorit-Monzonit-Sequenz von Freital ist das Ergebnis fraktionierter Kristallisation aus einem untersättigten basaltischen Magma mit Alkali-Tendenzen. Vergleichbare, vorwiegend monzodioritische Ablagerungen wurden bei Leuben durch eine syenitische Schmelze überprägt. Den dabei gebildeten Monzonit zeichnen texturelle und chemische Ungleichgewichte aus. Derartige Anzeichen finden sich in den Monzoniten von Wilsdruff, Spitzgrund und Heidenschanze immer seltener. Sie verkörpern wahrscheinlich verschiedene Stadien der zu-

nehmenden Homogenisierung der hybriden Leubener Schmelzen. Der Fraktionierungstrend dieser Monzonite unterscheidet sich deutlich von dem in der Freitaler Sequenz beobachteten.

Obwohl sich ähnliche Entwicklungstendenzen in den Graniten des Haupt- und Riesensteingranits fortsetzen, sind stärkere Abweichungen von linearen Spurenelement-Verteilungsmustern nicht zu übersehen. Sie konzentrieren sich auf Proben mit magmatischem Muskowit, was als Anzeichen einer zumindest lokalen krustalen Kontamination interpretiert wird.

Im porphyrtigen Granit sind Ungleichgewichte zwischen Einsprenglingen, deren chemische Zusammensetzung den entsprechenden Mineralen im Freitaler Profil ähnelt, und einer feinkörnigen leukogranitischen Grundmasse «eingefroren». Die Entstehung dieses Gefüges ist vermutlich auf eine Mischung verschiedener Bereiche einer stratifizierten Magmenkammer zurückzuführen.

Th. Wenzel und D. Wolf (Freiberg):

Die plutonischen Gesteine des Meissener Massivs (Elbtal-Zone): Morphologie und innere Beschaffenheit von Zirkonen als Grundlage für die Identifizierung unterschiedlicher Fraktionierungsprozesse.

Plutonic rocks of the Meissen massif (Elbtal zone): An investigation of the morphology and internal features of zircon as a tool for identification of fractionation processes.

Von 20 Proben aus 7 verschiedenen Gesteinstypen des Meissener Massivs (E-Deutschland, Elbtal-Zone) wurden Zirkon-Konzentrate untersucht. Die Zirkon-Typologie nach Pupin (1980) erlaubt i.w. eine Unterscheidung zwischen den cadomischen Granodioriten von Laas und Dohna einerseits sowie den varistischen Plutoniten des Meissener Massivs i.e.S. andererseits. Detailliertere petrogenetische Aussagen waren auf der Basis von REM-Untersuchungen an Zirkon-Anschliffen möglich, wobei BSE-Bilder und der Chemismus von Mineraleinschlüssen analysiert wurden.

Die Zirkone aus den Gesteinen von Gröba und Freital sind überwiegend homogen-unzoniert. Aufgrund der festgestellten Mineraleinschlüsse werden erstere als Frühkristallitate interpretiert, während die Bildung der Zirkone in der Freitaler Diorit-Monzodiorit-Monzonit-Serie i.w. erst im Monzonit-Stadium erfolgte.

Im Leubener Monzonit kommen neben homogenen Individuen, die denen von Freital ähneln,

häufig zonierte Zirkone vor. Sie repräsentieren die syenitische Schmelze, deren Einwirkung auf Monzodiorit zur Entstehung des Leubener Monzonits führte (vgl. WENZEL, MERCOLLI und OBERHÄNSLI, 1991). Beide Zirkon-Typen weisen Merkmale von Umkristallisationen auf.

Die Populationen der Monzonite von Wilsdruff, Spitzgrund und Heidenschanze enthalten wenigstens 50% magmatisch-zonierte Zirkone. Sie gehören aber z.T. einer «reliktischen Generation» an, wie Hellglimmer-Einschlüsse und Korrosionserscheinungen erkennen lassen. Des Weiteren wurden gerundete, homogene und idiomorph-zonierte Kerne nachgewiesen. Bei letzteren handelt es sich wahrscheinlich eher um Bildungen eines frühen Entwicklungsstadiums der Monzonit-Magmen als um Altbestand (vgl. Wenzel, Hengst und Pilot, 1991). Im Vergleich dazu nehmen in den untersuchten Proben des Hauptgranits reliktische Kerne nicht selten bis zu 80% des Volumens einzelner Zirkone ein. Damit ist – in Analogie zur Gesteinschemie – ein bedeutender krustaler Einfluss bei der Genese des Hauptgranits nachweisbar.

Diese Schlussfolgerung trifft ebenfalls für den Riesensteingranit sowie die Gesteine von Dohna und Laas zu, wie Muskowit-führende Zirkon-Kerne belegen.

D. Gebauer, R. Schmid, A. von Quadt und P. Ulmer (Zürich):

Oligocene, Permian and Panafrican zircon ages from rocks of the Balmuccia Peridotite and of the Lower Layered Group in the Ivrea Zone (see p. 113–122 this issue).

M. Chiaradia (Fribourg):

Lithology and Geochemistry of the Salanfe ore-site.

The scheelite-beating skarn of Salanfe is situated in the crystalline basement of the Aiguilles Rouges massif (Helvetic realm, Swiss Alps). In the Salanfe area the metamorphic sequence is composed by two units: a) an old (Precambrian?) unit made up by calc-silicates lenses bearing metagraywackes with carbonatic-dolomitic, quartzitic, pelitic and basic tuffs (?) intercalations; b) a younger (Early Paleozoic?) unit formed by acidic metavolcanics and metagranitoids. Both have undergone, during Late Variscan, a high temperature metamorphism (T of 675–700 °C and P of 4.5–5 kbars) which caused the partial melting in the metavolcanics unit. Skarns developed, at the

contact between marble and metagraywackes, as consequence of this high temperature event.

The following steps have been recognized in the evolution of the skarn: 1) Formation of the stable association cpx (di 60-hd 40)-scheelite-apatite-titanite ± feldspar ± quartz ± calcite. Scheelite mineralization in this stage (T about 650 °C) is very rich; on the contrary opaque ore minerals are very scarce; 2) deposition of arsenopyrite-löllingite-(gold) association which covers a wide range, from 600 °C down to 470 °C; 3) below 500 °C cpx is transformed in two distinct retrograde associations depending on the distance of the prograde skarn from the marble: a calcite-quartz-magnetite paragenesis substitutes the prograde skarn close to the marble; a quartz-chlorite-amphibole-epidote-magnetite paragenesis replaces the skarn on the gneiss side. Both these retrograde associations are accompanied by a massive deposition of opaque ore minerals (arsenopyrite, löllingite, magnetite). Deposition of scheelite of second generation (Fe and Ga rich) occurs only in association with the second paragenesis (rich in hydrated silicates). Geochemistry and mineralogy of the metagraywackes series show some interesting anomalies:

- presence of millimetric quartzitic intercalations with strong enrichment in apatite and/or garnet (rather rich in Mn, up to 11%) and, sometimes, few grains of scheelite;
- enrichment in V in quartzitic level (961 ppm) and in carbonaceous quartzite (506 ppm);
- centimetric intercalations of amphibolitic levels with few grains of scheelite;
- a relatively high background level for W throughout the series.

All these characters are indicators of possible exhalative activity which could be responsible for W (As Au) protoconcentrations in the metagraywackes series, not necessarily in association with strong volcanism. The series with its charge of metals both dispersed and locally concentrated have undergone the complex metamorphic history of Variscan orogeny which culminated with the high T event; during this phase, characterized by an intense fluid circulation, it seems possible that very mobile elements like W, Au and in some measure As, were removed from the metagraywackes series and concentrated into a favourable horizon (marble) to form the present skarn mineralization.

M. Krzemnicki (Basel):

Spezielle Mineralisationen im Grenzbereich M.-Leone-Decke / Berisalserie.

Remarkable mineralization at the boundary between Monte Leone nappe and Berisal series.

Das Binntal ist bekannt als Fundgebiet vieler seltener Mineralien; es seien hier insbesondere die Sulfosalze aus dem Dolomit des Lengenbachs und die Arsenate der Cervandone-Region genannt. Eine plausible Erklärung für diese Häufung As-haltiger Mineralien bietet die von S. Graeser 1965 postulierte Theorie der As-Remobilisation. Danach dienten As-Cu-Primärerze im M.-Leone-Gneis der Cervandone-Region gegen Ende der alpinen Metamorphose als As-Lieferanten für die komplexen Sulfosalze im Dolomit und für die diversen As-Oxid-Mineralien in den Gneisen.

Die Entdeckung von Asbecasit auf einer alten Titanit-Stufe (Fund 1943) am Bortelhorn (Graeser, 1973) gab den Anstoß zu dieser Arbeit, wobei vor allem die Frage nach Anzeichen von weiteren As-Vererzungen im Binntal im Vordergrund stand. Ausgangspunkt war eine geologische Kartierung eines 6 km² grossen Gebietes im südwestlichen Binntal (VS), dem Mättital.

Das Mättital befindet sich im Bereich der Berisal-Synform. Aufgeschlossen sind vor allem verschiedene M.-Leone-Gneise. Darüber liegt die mesozoische Metasedimentbedeckung der M.-Leone-Decke. Die Gipfelpartie besteht aus Gesteinen der Berisalserie (Metapelite, Amphibolite und Gneise). Damit ist die geologisch-tektonische Stellung des Mättitals analog zu derjenigen der Cervandone-Region. Der Vergleich der Mineralisationen in den beiden Regionen ist aufschlussreich, gerade im Zusammenhang mit vermuteten As-Remobilisationsvorgängen.

Lokal fand sich im Kartiergebiet eine bedeutende Anreicherung As-haltiger Mineralien (Arsenkies, Asbecasit, Cafarsit, Tennantit), aber auch von Cu-, Fe-, Bi-, Pb-, Mo-Erzen, wobei sich ihr Verteilungsmuster im Kartiergebiet bänderartig genau in Streichrichtung der Berisalsynform erstreckt und, verlängert, direkt zur Cervandone-Region weist. Die vererzte Zone beschränkt sich dabei praktisch vollständig auf einen leuko- bis mesokratischen, mittelkörnigen, flaserigen M.-Leone-Gneishorizont. Die Wanderung der As-Hydrothermen vollzog sich also schichtparallel, wobei die laterale Ausdehnung der Vererzung gering ist im Vergleich zu ihrer Längserstreckung. Verständlich wird diese bänderartige Vererzung durch die tektonischen Stellung des Mättitals, wobei die Berisalsynform, welche gerade im Mättital durch eine ausgeprägte Flexur betont ist, die Ausbreitungsrichtung der As-Hydrothermen beeinflusst hat.

H. Wang (Basel):

Clay mineralogy, diagenesis and incipient metamorphism of Helvetic sediments from eastern Switzerland.

This study is part of an ongoing project between the Universities of Aachen (Prof. Monika Wolf), Basel (Prof. Martin Frey and Dr. Josef Mullis), Frankfurt a.M. (Prof. Hans Krumm) and London (Dr. Anthony Hurford). Three PhD students are involved in this project, combining studies in clay mineralogy, phase petrology, illite "crystallinity" (IC), vitrinite reflectance, fluid inclusions, and fission track dating.

In the present study, the clay mineralogy of Helvetic sediments (mainly shales, slates, marls, and limestones) from a 45 km long transect between Appenzell and Chur are studied. From the same samples, the vitrinite reflectance is determined by Kersten Erdelbrock (see the poster by R. Ferreiro-Mählmann et al., "A coalification map of the central Alps, Appenzell, St. Gallen, Glarus, Graubünden, Vorarlberg and Tyrol [Switzerland, Liechtenstein and Austria]"). Preliminary results on the clay mineralogy and IC are reported for 185 samples.

Clay mineralogy: Pure smectite is abundant in the Subalpine Molasse around Appenzell, besides detrital, well crystallized illite, chlorite, + kaolinite. New kaolinite or pyrophyllite occurrences allow to map the reaction-isograd kaolinite + quartz = pyrophyllite + water (FREY, 1987) in more detail. In general, kaolinite is present in the Säntis nappe of the Alvier region, whilst pyrophyllite is present in the Axen nappe between Sargans and Walensee.

Illite "crystallinity" (IC): For the study area, IC values (Kübler index) from glycolated preparations are generally smaller than IC values from airdried preparations. In addition, it has been found that the former values allow a better areal discrimination than the latter values. Four maps have been prepared and will be discussed showing IC data as follows: > 0.8, 0.8–0.42, 0.42–0.32, and < 0.32 Δ °2Θ CuKα. Although there is a general decrease in IC values from North to South (as to be expected), there is much areal overlap of the four IC groups mentioned above.

Future work will concentrate on (i) the determination of the nature of illite/smectite mixed-layer minerals, (ii) the peak deconvolution of XRD data (STERN et al., 1991), and (iii) the mapping of the glauconite/stilpnomelane reaction-isograd. Furthermore, additional samples from the southern part of the study will be investigated.

FREY, M. (1987): Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 67, 1–11.

STERN, W., MULLIS, J., RAHN, M. and FREY, M. (1991): Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt. 71, 453–462.

P. Kunz (Genève):

L'édifice paléovolcanique du Hörnli: architecture et dynamismes éruptifs (Zone d'Arosa, Grisons, Suisse).

Paleovolcanic structure and eruption dynamics of Hörnli peak (Arosa zone, Grisons, Switzerland).

L'édifice paléovolcanique du Hörnli est situé dans la Zone des Ecailles d'Arosa, à la limite sud du domaine pennique supérieur. La Zone d'Arosa représente un complexe chaotique, classifié comme zone de mélange tectonique. Des écailles de roches ophiolitiques, provenant de la croûte océanique piémontaise, et des éléments continentaux austroalpins, sont emballés dans une matrice de schistes argilo-calcaires mésozoïques.

Le Hörnli constitue un petit massif olistolitique, composé exclusivement de métavolcanites, reposant en contact tectonique contre des schistes calcaires jurassiques et des flyschs crétacés supérieurs. Cet ensemble effusif, d'âge supposé jurassique supérieur-crétacé moyen, forme une tour individualisée d'environ 80 mètres de haut, ayant résisté préférentiellement à l'altération et l'érosion. Malgré le métamorphisme de faible intensité ayant affecté la Zone d'Arosa (faciès prehnite-pumpellyite à schistes verts), les lithologies effusives sont parfaitement reconnaissables et non déformées. Les laves sont variolitiques et présentent une patine verte chloriteuse et rouge hématitique (grosses varioles atteignant 2 cm de diamètre).

Les différentes faces du Hörnli permettent de retrouver quatre types de lithologies effusives: 1) coulées massives sans structures apparentes correspondant à de larges tubes approvisionneurs de laves (sheet flows), 2) tubes de lave à section subcirculaire métrique (pillowed flows), 3) laves en coussins bréchifiés mais dont le contour est encore visible (*brecciated pillow lavas*) et 4) niveaux constitués de fragments de lave (*breccias*).

A cause de la tectonique cassante, ces différentes lithologies sont réparties dans des «domaines structuraux» individualisés et superposés au gré des fractures. Dès lors, les relations structurales entre ces domaines, en particulier les passages transitionnels d'une lithologie à l'autre, sont souvent difficiles à observer. Pourtant, à la base des faces Est et Sud-Est apparaissent des passages

continus depuis des tubes allongés entiers, vers des pillows bréchifiés et enfin des brèches. Ce type d'observations, bien que localisées, permet d'ébaucher l'architecture générale de l'édifice du Hörnli, à l'aide de comparaisons morphologiques tirées des rides océaniques actuelles.

Il est probable que la tectonique alpine a en grande partie réactive des structures faillées déjà intraocéaniques (horsts), où des empilements construits de pillow lavas voisinent et alimentent des talus de pente. Ainsi, le Hörnli, maintenant fortement basculé et subverticalisé (polarité donnée par les coulées), illustre un assemblage de constructions volcaniques subordonnées à une tectonique faillée. La base de cet assemblage se situerait vers l'arête Sud (Plattenhörner). Le centre du Hörnli (section arête Sud-face Est) est constitué d'un empilement d'effusions massives et relativement régulières, bordées d'ensembles bréchifiés (base faces Est et Ouest). Vu l'abondance de larges tubes de lave à section subcirculaire, les effusions ont dû se mettre en place sur une pente relativement importante (20–30°: cf. rides actuelles).

Au niveau dynamisme volcanique, le Hörnli résulterait de la construction et de la superposition de plusieurs centres éruptifs à gros débit de lave (niveaux massifs), environnés de morphologies bréchiques. Celles-ci seraient liées à (1) l'érosion des coulées et l'accumulation des fragments sur des talus de pente, (2) la granulation de la lave et l'autobréchification des coulées (activité explosive supposée par la présence locale de laves vésiculaires). Le matériel hyaloclastique est en proportion faible, et reste intercalé entre les pillows, des horizons de hyaloclastites remaniées n'affleurant pas. La bréchification des coulées semble s'être déroulée lors des premiers stades éruptifs (base de l'édifice) et, localement, lors d'activités volcaniques plus distales (périmètre oriental du Hörnli).

Il est ainsi probable que les activités effusives, érosives et pour partie explosives ont dû être étroitement liées et/ou alternées dans le temps. La position exacte et l'extension latérale des centres éruptifs restent inconnues, mais les conditions d'affleurement font penser que le Hörnli

correspond à un complexe volcanique relativement restreint dans l'espace.

Au niveau géochimique, les laves variolitiques du Hörnli montrent une signature tholitique (N-type MORB/OFB), bien que fortement spilitisées. Elles correspondent à des laves océaniques pélagiques (profondeur d'eau supposée ≥ 2000 mètres, cf. fonds océaniques), épanchées sur une croûte océanique complexe (ride et failles transformantes: océan piémontais). Les édifices effusifs construits, observés sur les rides d'accrétion actuelles, fournissent de ce fait un modèle structural applicable au Hörnli.

D. Fontignie, J.-G. Schilling et B.B. Hanan
(Genève/Kingston):

Géochimie isotopique des basaltes de la ride médio-océanique de l'Atlantique Equatorial (voir p. 123–127 dans ce fascicule).

Isotope geochemistry of basalts from the mid-ocean-ridge in the equatorial Atlantic (see this issue p. 123–127).

R. Moritz and Serge Chevè (Genève):

Fluid inclusion studies of the high-grade Ashuanipi complex, Superior Province, Canada: retrograde P-T path and conditions of gold formation (see this issue p. 129–134).

U.R.F. Ziegler (Bern):

Preliminary results of geochemistry, Sm–Nd and Rb–Sr studies of Post-Karoo carbonatite complexes in Southern Africa (see this issue p. 135–142).

Der Bericht über die Exkursion der Schweizerischen Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft zum Thema «Hochdruck-Metamorphose in der Adula-Decke» (29. September bis 5. Oktober 1991) erscheint in Heft 2/72.