© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien
58. Band, 1965

S. 1 – 21

Tauern — Westalpen. Ein Vergleich*)

Von **Christof Exner****)

In den letzten Jahren hatte ich Gelegenheit, Exkursionen in den Westalpen zu machen. Besonders imponierten mir die Veränderungen im Grundgebirge; angefangen von den Außenteilen der Westalpen, welche noch mineralfazielle und strukturelle Anklänge an das Vorland aufweisen, zu den alpidisch umkristallisierten, alpidisch durchbewegten und umgeprägten Innenteilen.

Der Grenzbereich zwischen Außen- und Innenteilen im soeben gekennzeichneten Sinne kümmert sich weniger um die konventionelle Teilung in Helveticum (bzw. Außenzone der französischen Alpen) und Penninicum, sondern schneidet beide schräg durch. Er verläuft etwa vom nordwestlichen Drittel des Aarmassivs durch die Muldenzone zwischen den Massiven Aiguilles Rouges und Mont Blanc quer hinein in die Bernhard-Einheit, wo er die nichtmetamorphose Briançonnais-Zone im Westen von der metamorphen im Osten scheidet und dann südlich des Massives Dora — Maira etwa bei Cuneo die Poebene erreicht. Dieser Grenzbereich ist eine breite Übergangszone und deshalb besonders interessant.

In den Tauern (Hohe Tauern und Zillertaler Alpen) und deren Umgebung fehlen uns die unmittelbaren Übergänge zum alpidisch nichtmetamorphen Grundgebirge des Vorlandes. Die Tauern liegen bekanntlich recht isoliert (Tauernfenster). Es helfen uns mittelbare Analogieschlüsse, besonders im Wege über die Westalpen, zur Erklärung der Genese von Mineralbeständen und Strukturen im Grundgebirge der Tauern.

Zunächst hatte ich Analogieschlüsse von der Silbereckzone (östliche Tauern) und von der Nordrandzone des Tuxer Kernes (westliche Tauern) zu nordwestlichen Teilen des Aarmassives (Berner Oberland) gezogen, ohne aber das Aarmassiv selbst gesehen zu haben, mich also nur auf die Literatur stützend (Exner 1940, p. 303—304). Erst nach dem zweiten Weltkrieg war es mir vergönnt, die Westalpen zu betreten und die von

*) Vortrag, gehalten in der Sitzung der Geologischen Gesellschaft in Wien am 12. März 1965

**) Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. Ch. Exner, Geologisches Institut der Universität, Wien I, Universitätsstraße 7.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

mir angestrebten Vergleichsstudien in die Tat umzusetzen, wobei ich einsah, daß man sich zuerst einen gewissen Grundstock von Kenntnissen erwandern und erfahren muß, bevor man zumindest einen bescheidenen Überblick erreicht. In diesem Sinne führte ich unter fachkundiger Führung folgende Exkursionen aus:

Im Schweizer Penninicum nahm mich Prof. E. WENK im Juli 1948 zwei Wochen auf Übersichtsbegehungen zu Fuß in seinem Arbeitsgebiet in der Lepontinischen Gneiskuppel (Maggialappen, Verzasca, Leventina, Basis der Adula) und mehrere Tage in seinem anderen Kartierungsabschnitt am W-Ende des Unterengadiner Fensters (Tasnagebiet) mit. Prof. P. BEARTH zeigte mir im Juli 1964 seine derzeitige Arbeitsregion im Simplongebiet. Prof. J. CADISCH führte uns zusammen mit Prof. E. CLAR, Doz. A. TOLLMANN, W. SCHLAGER und anderen Mitgliedern des geologischen Institutes der Universität Wien im September 1961 eine Woche lang in Graubünden zwischen Adula und Unterengadiner Fenster. Auf Veranlassung von Direktor Prof. H. KÜPPER kam gemeinsam mit G. MÜLLER (Österr. Studiengesellschaft für Atomenergie) im Juni 1963 eine Vergleichsexkursion im Wallis zustande, auf welcher uns Prof. TH. HÜGI neben den Vorkommen von Uranmineralien auch Einblick in die Casannaschiefer der Bernharddecke und in die südliche Gneiszone des Aarmassivs verschaffte. Im Unterengadiner Fenster und im Prätigauflysch führte mich Prof. W. MEDWENITSCH im September 1952. Prof. W. K. NABHOLZ gab mir mündliche Anweisungen zum Besuch seines Arbeitsgebietes in den Bündnerschiefern und Gneislamellen am NE-Rande des Adulamassivs im Valser Tal, welches ich im Juli 1963 besuchte.

Mit Subvention durch die Österreichische Akademie der Wissenschaften machte ich zwei Wochen lange auf Fußtouren im Juni 1961 Vergleichsstudien im Aarmassiv, wobei ich von O. VAN WEST (Pomona College, Südkalifornien) begleitet wurde und briefliche Anleitungen von Prof. TH. HÜGI erhielt. Ich konnte besonders HÜGI's Arbeitsgebiet im Bifertental beim Tödi näher kennenlernen. Weiters lieferten das Val Russein, die Gebiete um Andermatt, Schöllenen, Mulde von Färnigen, Gstellihorn, Grimsel und Nufenen Paß einen wertvollen Überblick. Auf Anregung der Professoren E. WENK und A. STRECKEISEN machte ich 1963 eine Exkursion im schweizerischen Anteil des Massives Aiguilles Rouges, besonders im Gebiete der von Prof. M. REINHARD aufgenommenen geologischen Karte Blatt Finhaut.

Zahlreiche mündliche Anregungen für einen Vergleich der Tauern mit den italienischen Westalpen erhielt ich durch die Professoren A. BIANCHI und GIAMB. DAL PIAZ, als ich sie im September 1961 einige Tage lang im

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Gebiet um Gastein führte. Von ihnen wurde ich zu Prof. R. MALARODA nach Turin empfohlen und hatte die Möglichkeit, unter seiner Führung 10 Tage lang im Juni 1961 die italienischen Anteile der penninischen, grajischen, cottischen Alpen und teilweise der Seealpen in großen Übersichtsfahrten von Turin aus kennenzulernen. Dabei kamen wir auch durch Gebiete detaillierter geologischer Neuuntersuchung und wurden von den betreffenden Bearbeitern sehr eingehend unterwiesen. P. BAGGIO zeigte uns die voralpidischen Granite der Canavese-Zone, G. ELTER die tektonischen Probleme um Aosta, R. MALARODA und P. BAGGIO den italienischen Anteil des damals in Vortrieb befindlichen Mont Blanc-Tunnels, S. LORENZONI das Massiv Ambin und seine Hülle, E. ZANETTIN LORENZONI das Massiv Dora-Maira und endlich R. MALARODA das Massiv Argentera (= Mercantour) und den von ihm studierten Querschnitt durch die autochthone Region (Sedimentzone längs des Innenrandes des Argentera Massivs), durch die Subbriançonnais-, Briançonnais- und Piemontese-Zone bei Cuneo.

Dabei kam immer wieder das Gespräch auf die neueren französischen Arbeiten. Und so hatte ich den Wunsch, auch noch diese kennenzulernen. Dank einer großzügigen Einladung von Prof. R. MICHEL (Universität Grenoble) und eines staatlichen französischen Forschungsstipendiums konnte ich die Monate Mai, Juni und Juli 1964 mit Studien am geologischen Institut (Institut Dolomieu) der Universität Grenoble verbringen, zahlreiche Exkursionen unter Führung der Grenobler Geologen mitmachen und auch vereinzelte selbständige Fußtouren unternehmen.

Neben den Exkursionen auf den Grenobler „Hausbergen" (subalpine Ketten, Massive Belledonne, Grandes Rousses, Pelvoux, Subbriançonnais- und Briançonnais-Zone) unter der Führung von J. DEBELMAS, M. LEMOINE (Paris), R. BARBIER, R. MICHEL, P. GIRAUD, P. VIALON, C. KERCKHOVE, M. GIDON und ANTOINE machte ich eine Exkursion in den provençalischen Ketten außerhalb der Alpen unter der Leitung von J. AUBOUIN (Paris), eine Exkursion in den provençalischen Alpen unter der Leitung von J. DEBELMAS, M. LEMOINE, C. KERCKHOVE und eine einwöchentliche Semesterabschlußexkursion der Professoren und fortgeschrittenen Studenten des Grenobler Institutes in den italienischen Alpen: Massive Dora-Maira, Gran Paradiso und Aostatal mit. Anfangs Juli führte P. VIALON eine Gruppe von Alpengeologen und Petrographen, bestehend aus den Grenobler Professoren R. BARBIER, R. MICHEL, J. DEBELMAS, P. GIRAUD, ferner den Professoren P. BEARTH (Basel), J. COGNE (Straßburg), M. ROQUES und P. LAPADU-HARGUES (Clermont-Ferrand), J. RAVIER (Paris), J. GROLIER (Lille) u. a. 9 Tage lang durch das Massiv Dora-Maira, wobei ich auch hier mitmachen durfte.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Allein besuchte ich dann noch das bezüglich der Gneisdome und ihrer allmählich gegen das Innere der Alpen zunehmenden alpidischen Deformationen ungemein interessante, von C. Bordet bearbeitete Gebiet zwischen den Massiven Belledonne einerseits und den Massiven Aiguilles Rouges und Mont Blanc andererseits.

Die freundliche Aufnahme, gastliche Unterstützung und freimütige Diskussion auf allen genannten Exkursionen in der Schweiz, in Italien und Frankreich führten mir vor Augen, daß die Alpengeologen eine große Familie sind. Ihnen allen und vor allem auch den Wiener Professoren E. Clar und H. Küpper, die ungemein hilfreich meine Bemühungen unterstützten, möchte ich auch hier ergebenst danken. Der österreichischen Akademie der Wissenschaften danke ich für Reisebeihilfen in den Jahren 1948 und 1961.

1. Die postvariszische Diskordanz

In den östlichen Tauern fand ich die überaus deutliche Flächendiskordanz zwischen dem steil S-fallenden Zentralgneis des Rotgüldenkerns und der auflagernden, N-fallenden Silbereckserie, die als autochthoner Sedimentmantel des Zentralgneises von unten nach oben aus Konglomeratquarzit, Dolomitmarmor, Schwarzschiefer, Kalkmarmor und Kalkglimmerschiefern mit Prasiniten besteht (Ch. Exner 1940, p. 255 und Fig. 5; 1960 und 1963). Im Vergleich dazu interessiert die gut erhaltene postvariszische Flächendiskordanz mit permischer Verwitterung und Arkosesandstein und transgressiver Trias über dem steilstehenden, präpermischen Gneis des nordwestlichen Aarmassives und der Massive Aiguilles Rouges, Mont Blanc, Belledonne, Grandes Rousses, Pelvoux und Argentera. Ich sah mir in der Natur die eisenreichen Verkrustungen, taschenförmigen Hohlformen, 1 bis 2 m mächtigen Zersetzungserscheinungen und Rotfärbungen des Kristallinsockels unter dem Perm und der Trias an, wo sie in den genannten Massiven als besonders markant beschrieben und teilweise auch chemisch analysiert wurden (Th. Hügi 1941, p. 51; M. Reinhard u. H. Preiswerk 1927; L. W. Collet, N. Oulianoff und M. Reinhard 1952, p. 8 und p. 48; C. Bordet 1961; E. den Tex 1950; J. Debelmas und R. Michel 1961, p. 7—10).

Die Gneisphyllonite (Serizitschiefer und Chloritserizitschiefer), die man in den Tauern gewöhnlich zwischen Gneissockel und autochthoner Sedimentserie antrifft, könnten eventuell teilweise aus solchen permischen Verwitterungsprodukten hervorgegangen sein. Es wäre auch denkbar, die Magnetitanreicherungen im Konglomeratquarzit (Rotgüldensee-E-Flanke) aus solchen zu beziehen.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

2. Seltene Diskordanz der Faltenachsen

In den Tauern hat es mich enttäuscht und bezüglich der Interpretation auch recht beunruhigt, daß die vorhin genannte Flächendiskordanz so selten von einer, im Meter-Bereich an der Transgression tatsächlich scharfen und deutlichen Winkeldiskordanz der Streichrichtung der Faltenachse des unten befindlichen Gneises gegen die Faltenachse der oben befindlichen, autochthonen Sedimentserie (Konglomeratquarzit, Dolomitmarmor, Schwarzschiefer etc.) begleitet wird.

Jedoch beruhigte ich mich diesbezüglich, als ich sah, daß in den Externmassiven der Westalpen ein schräges oder gar senkrechtes Herausstreichen der Faltenachsen des voralpidischen Grundgebirges aus den Alpen heraus in Richtung gegen das Vorland verhältnismäßig selten im Aufschlußbereich (Meter-Bereich) beobachtbar ist.

Es mag dies mit der tektonischen Angleichung alpidischer Faltenrichtung an ältere Strukturen zusammenhängen. Weitere Angleichungen im tektonischen Kleinbereich (Meterbereich; spät aufgeprägte, sekundäre Faltenachsen mit Knickung und Knitterung der s-Flächen) werden wohl auch durch die spätalpidische bis rezente Hebung der Massive hervorgerufen, welche offensichtlich gerne uralten Anlagen des Grundgebirges folgt. So prägen sich bei den alpidischen Spätbewegungen alte Achsenrichtungen des Kristallinsockels in Form von Sekundärachsen auf die eigentlichen alpidischen Hauptfalten des Sedimentmantels schräg auf und löschen sie im Kleinbereich, besonders an der mechanischen Inhomogenität der Grenze zwischen starrem Sockel und bildsamer Sedimenthülle. All das trägt dazu bei, eine bestehende Winkeldiskordanz der Streichrichtung der Faltenachsen zwischen präpermischem Grundgebirge und mesozoischem Deckgebirge zumeist im Kleinbereich zu verschleiern.

Die langgestreckte Balledonne-Kette ist ein Bespiel dafür. Man sieht hier wohl im regionalen Bereich (Kilometer-Bereich, Landschaft und geologische Übersichtskarte) eine deutliche Winkeldiskordanz des NNE streichenden Grundgebirges gegen die mehr N—S streichenden, aus Mesozoikum und Tertiär bestehenden, subalpinen Ketten der Grande Chartreuse und der Bauges, welche im Jungtertiär gefaltet wurden. Im Aufschlußbereich ist aber dort, wo Perm und Trias auf dem Grundgebirgssockel transgredieren, die Faltenachsen-Diskordanz kaum einmeßbar.

Wirklich eindrucksvolle und meßbare Faltenachsen-Diskordanzen im Aufschlußbereich sah ich zusammen mit Prof. E. Wenk am NW-Rand des Aarmassivs und zwar auf dem Scheidnössli bei Erstfeld (Exner 1963, p. 506). Ferner ging ich den von C. Bordet 1961 mitgeteilten Strukturen

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

am SW-Ende des Massivs Aiguilles Rouges bei St. Gervais nach. Man sieht dort die N—S streichenden Faltenachsen im präpermischen Glimmerschiefer von Prarion und Megève im Gegensatz zu dem um NNE Achsen gefalteten Mesozoikum der Mulde von Chamonix und deren Fortsetzung im Jura des Mont Joly.

3. Katazonale, präalpidische Relikte

Katametamorphe Mineralbestände des präpermischen Gebirges haben sich bekanntlich im eingangs gekennzeichneten Außenteil der Westalpen trotz alpidischer Druckbeanspruchung und schwacher Umkristallisation erhalten.

Biotithornfels im Hitzekontakt des Granits von Vallorcine, Andalusit-Granatgneis und Granat-Dispidhornfels sammelte ich nach den exakten Angaben von M. REINHARD im schweizerischen Anteil des Massivs Aiguilles Rouges (Emosson beim Lac de Barbarine, Blatt: Finhaut). Dieser Autor nennt von dort auch Sillimanit und Cordierit, welche zusammen mit Disthen und Turmalin in den andalusitführenden Gneisen auftreten. Bekannt sind die katazonalen Kalksilikat- und Hornfelse in der Außenzone des Aarmassivs in Begleitung der Granite von Gasteren und Innertkirchen. Der Granit des Pelvoux enthält nach freundlicher Aussage von P. VIALON stellenweise Pinit. Im alten Dach dieses Granites stecken auch Sillimanitgneise.

In den Massiven Belledonne (z. B. bei Rioupéroux am rechten Ufer der Romanche, gegenüber der Aluminiumfabrik) und Pelvoux (im Tal des Vénéon, östl. des Straßentunnels bei Champhorent) beobachtete ich horizontale Lagenmigmatite (horizontal aplitisch durchäderte Amphibolite und Biotitparagneise) offensichtlich voralpidischen Alters, die von steilen Quetschzonen und Schieferungen wahrscheinlich alpidischen Alters durchschnitten werden. Somit ist zumindest stellenweise in den Außenteilen der Westalpen eine Scheidung der voralpidischen kata- bis ultrametamorphen Gesteinsbestände und Strukturen einerseits, von den alpidischen Schieferungen und Umkristallisationen andererseits möglich.

Die Tauern entsprechen bekanntlich bezüglich Mineralbestand und Strukturen den inneren Teilen der Westalpen. Doch zeigen die nördlichen Teile der Tauern auch Ähnlichkeiten mit den äußeren Teilen der Westalpen. Man soll also die Hoffnung nicht aufgeben, auch in den Tauern doch noch letzte Reste katazonaler Mineralbestände aufzufinden. Methodisch besonders geeignet zur Einarbeitung in solche Studien ist der eingangs erwähnte Übergangsstreifen zwischen voralpidischen Außenteilen und alpidisch umgeformten Innenteilen der Westalpen-Massive. Ich sah

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

z. B. die megaskopisch nur noch sehr schwer kenntlichen Hornfelse im Kontakt des Tödi-Granitporphyrs beim Ende des Bifertengletschers. Hier hat Th. Hügi (1941, p. 27 ff.) wahrhaft Detektivarbeit geleistet. Denn dem ungeübten Auge sind die kontaktmetamorphen Glimmerhornfelse und Knotenschiefer, die bereits weitgehend von der alpidischen Transversalschieferung und Umprägung erfaßt wurden, kaum kenntlich. Einarbeitung und Einschauen in die allmählichen Übergänge dieser vermittelnden Zone zwischen Außen- und Innenteilen der westalpinen Massive scheint mir in methodischer Hinsicht für die geologische Arbeit in den Hohen Tauern zweckmäßig zu sein.

4. Epizonale, präalpidische Relikte

Sehr schwierig und höchst unangenehm für die Bemühungen, voralpidische von alpidischen Mineralbeständen im alpinen Grundgebirge zu sondern, ist die Tatsache der Existenz epizonaler variszischer oder älterer Gesteinsbestände nicht nur in den ostalpinen Quarzphylliten und Grauwackenzonen, sondern auch in den alpinen Massiven und deren unmittelbaren Randgebieten; also in Bereichen, wo man sich gerne der Illusion hingibt, die epizonalen Minerale (Albit, Epidot etc.) a priori als alpidische Kristallisate zu deuten. Die Existenz voralpidisch geprägter Epigneise und Epischiefer in den zentralen Ostalpen hat F. Karl 1956 in den Geröllkomponenten des oberkarbonen Konglomerates des Nösslacher Joches (Brennergebiet) gefunden. Das selbst nicht oder kaum metamorphe Bindemittel dieses Konglomerates enthält Gerölle mit epimetamorphem Mineralbestand (albitisierter Plag und Knaf in Granitgneis; ferner Quarz-Albit-Muskowitschiefer und Chloritschiefer).

Analoga dazu sind aus dem Massiv Belledonne bekannt und wurden zuletzt von F. Kalsbeek (1963, p. 16, 17, 124, 125) beschrieben. Auch dort führt nichtmetamorphes Oberkarbonkonglomerat (Veyton-Tal) Gerölle aus Albitporphyroblastenschiefer mit Ausbildung des Albits vom Typus Plag I. Hingegen kommen im selben Massiv auch sicher alpidisch gesproßte Albite vom Typus Plag. I vor. Sie finden sich lokal im Sedimentmantel des Massivs (Oberkarbon, Perm, Trias) und in alpidischen Quetschzonen.

Für die große Masse der Albite als gesteinsbildende Minerale in den Gesteinen des Belledonne-Massivs (Glimmerschiefer, Epigranite, Epigneise, regressiv metamorphe Amphibolite etc.) ist das Alter gegenwärtig fraglich. Wie ich auf Exkursionen und aus Literaturstudien erfahren konnte, wollen manche Forscher beinahe den gesamten Mineralbestand dieses Massives als vor-oberkarbon deuten. Andere hingegen, wie z. B.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

R. MICHEL und P. BERTHET (1958), denken an eine beträchtliche alpidische, epimetamorphe Rekristallisation, was mir sehr plausibel erscheint, da ich den Eindruck habe, daß auch die alpidische Umschieferung im Kristallinsockel des Belledonne-Massivs beträchtlich ist.

Im Hinblick auf die Tauern ist es jedenfalls recht anregend, die Diskussion um alten und jungen Albit vom Typus Plag I im Massiv Belledonne in vollem Flusse zu sehen. Man sollte auch in den Tauern nicht das mögliche Vorhandensein präalpidischen Albits vergessen. Es erscheint mir daher meine rein beschreibende Typisierung der Plagioklase (Plag III, II und I) besser als eine verfrühte Generalisierung der Altersbeziehungen wie man sie manchmal bei der Anwendung der Ausdrücke „Albit alt" und „Albit neu" vorfindet.

5. Alpidische Albitsprossung in mesozoischen Karbonatgesteinen

Bemerkenswert sind die Vorkommen alpidischen Albits vom Typus Plag I in mesozoischen Karbonatgesteinen der Westalpen. Diese Albite sind idiomorph, ungefüllt, nicht oder einfach nach Albit- und Karlsbader Gesetz verzwillingt, nur ganz selten polysynthetisch verzwillingt und erreichen mitunter über 1 cm Größe.

Ich besuchte das Vorkommen von Roc Tourné. Dort handelt es sich um Dolomit, eingewickelt in die Gipszone von Modane, an der Basis der Schistes lustrés. Die Albitsprossung in diesem Triasdolomit ist besonders auf den Bereich mylonitischer Störungen beschränkt. Siehe: H. P. CORNELIUS 1931. Ferner besichtigten wir das Vorkommen junger Albitsprossung im norischen, *Worthenia* führenden Hauptdolomit neben der Kirche Madonna di Monserrato bei Borgo S. Dalmazzo, südwestl. Cuneo (rückgebogene Fächerfalte der Briançonnais-Zone. Tektonischer Komplex Nr. IV nach R. MALARODA 1957, p. 88) und endlich die weit verbreitete, intensive junge Albitsprossung in etwas geschieferten, grauen, geröllführenden Oberkreidekalken nördl. Entracque, gegenüber Valdieri im Gesso-Tal (innere autochthone Hülle des Massivs Argentera. Tektonischer Komplex Nr. I. Siehe: R. MALARODA 1957, p. 30 und 1964, p. 48).

Diese Vorkommen sind jenem analog, das ich in den Tauern im Kalkmarmor zwischen den Gneisen des Siglitzlappens und der Durchgangalm-Decke im Siglitz-Unterbaustollen aufgefunden habe (EXNER 1949, p. 399—407).

6. Faltenachsen und Lineationen

Die intensivsten Anregungen bezüglich der dreidimensionalen Verformung in den penninischen Gneisen und Schiefern erhielt ich durch

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Prof. WENK. Inzwischen hat sich auch die Darstellungsmethode der WENKschen Achsenpläne in den Ostalpen durchgesetzt und wird bei uns viel benützt. Analog zu den Verhältnissen in der Lepontinischen Gneiskuppel wurden die Querstrukturen in den Tauern studiert.

Durch die neueren Arbeiten von W. PLESSMANN und H. G. WUNDERLICH (1961) stellt sich überhaupt heraus, daß alpidische Querstrukturen in den Mulden zwischen den penninischen Gneismassiven und -decken der italienisch-französischen Westalpen keine Ausnahmefälle sind, sondern die Regel darstellen.

Hingegen sind steile alpidische Einengungsstrukturen mit vertikalen Lineationen und Faltenachsen wie in Aar-, Gotthard- und Mont Blanc-Massiv (F. KARL 1952, A. KVALE 1957, W. PLESSMANN 1958, F. PURTSCHELLER 1964 u. a.) zumindest aus den östlichen Tauern nicht bekannt. Im Aufstieg vom Urbachtal zu den Gneiskeilen des Gstellihornes beobachtete ich den Übergang von den steilen Lineationen im Kristallinsockel (Talgrund Urbachtal) zu den horizontalen Faltenachsen und Lineationen in den Gneiskeilen und Mesozoikum (E—W streichende, horizontale Achsen bei der verlassenen Alpe Augsgumm). Hier hat man den Übergang von alpidischer Einengungstektonik zur alpidischen Tangentialtransporttektonik.

7. Ummantelte Gneisdome und ihre Deformation

Der Übergang von den im tektonischen Strömungsschatten gut erhaltenen, ummantelten Gneisdomen der Außenseite des Gebirges zu den wild zerschlitzten Gleit- und Faltenstrukturen im Innenteil ist ja aus dem Aarmassiv allgemein bekannt. Meine dortigen Begehungen haben dementsprechend auch durchaus bestätigt, was ich im Jahre 1940 schon aus dem Literaturstudium ersah, nämlich die analoge Ausbildung der entsprechenden Erscheinungsformen in den östlichen Tauern.

Eine wahre Offenbarung der ganz allmählich fortschreitenden Zerscherung des Gneisdoms bis zur Einschlichtung in akkordante Muldenzonen und Gneiskörper von sogenanntem „penninischem" Baustil brachte mir die Befahrung und Begehung des Berggebietes zwischen den Massiven Belledonne, Mont Blanc und Aiguilles Rouges mit der ausgezeichneten neuen Beschreibung von C. BORDET (1961). Geographisch handelt es sich um den Raum: Beaufort, Roselend, Col du Bonhomme, Mont Joly, Saint Gervais, Megève, Flumet und Col des Saisies. Hier ist die Stelle in den Alpen, wo man die Kuppel der Externmassive unter einer seichten sedimentären Auflage von Perm, Trias und Jura auf lammfrommen, hochgelegenen, plateauförmigen Rücken durch nicht zu tiefe oder zu

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

breite Täler geradezu ideal aufgeschlitzt, studieren kann. Auf dem 10 km breiten Gneisdom außen hat man die permo-triadische Transgression weitgespannt aufgewölbt erhalten; eine breite Antiklinale, dargestellt mittels Konstruktion der Niveaulinien der vortriadischen Landoberfläche (C. BORDET). Gegen innen wird dieses regelmäßige Gebilde allmählich durch steile alpidische Störungen in Sättel und Mulden zerlegt. Die Sättel tragen wie die Pfeiler eines gotischen Domes (französischer Ausdruck: Claveau) nach oben zu spitzbogenförmige oder rundliche Miniaturdome, die noch so schön regelmäßig sind, daß man auf ihnen Niveaulinien der vortriadischen Landoberfläche zeichnen kann und alle Einzelheiten der permo-triadischen Transgression vorzüglich erhalten auffindet. Die Pfeiler werden weiter innen schmäler. Sie werden asymmetrisch. Sie neigen sich isoklinal gegen SW, also gegen das Innere der Alpen und leiten zum Typus penninischer, mehr flach liegender Gneisschuppen mit akkordanten Sedimentmulden über (C. BORDET). Das Massiv Mont Blanc sinkt modellförmig in Form eines asymmetrischen Pfeilers am Col du Bonhomme unter die mesozoische Hülle.

8. Der Melnikkar-Effekt

Die extreme Deformation mit groben Vermengungen von Gneis und Karbonatgesteinen (Dolomit- und Kalkmarmor, Bündnerschiefer, Karbonatquarzit) mit Beimengungen von Quarzit, Schwarzschiefer, Granatglimmerschiefer etc. möchte ich kurz als „Melnikkar-Effekt" bezeichnen. Wir kennen ihn ja vom Melnikkar in den östlichen Hohen Tauern. Jetzt bin ich wiederum dabei, an diesen Erscheinungskomplex heranzugehen und zwar mit einer geologischen Kartierung im Maßstab 1 : 10.000 (Aufnahmsberichte Ch. EXNER für die Jahre 1958 und 1960—1964 in den Verhandlungen d. Geolog. Bundesanstalt Wien).

Der Melnikkar-Effekt findet sich in den Westalpen wieder. Er tritt in der tiefpenninischen Gneisregion des Tessiner- und Simplongebietes stellenweise dort auf, wo karbonatreiche mesozoische Muldengesteine zwischen den Gneisen ausspitzen und mit diesen durch intensivste Deformation und Stoffwechsel vermengt sind.

So sah ich unter Führung von E. WENK im Jahre 1948 die dem Melnikkar durchaus analogen innigsten Verzahnungen und Grobmengungen von Kalkmarmor der Teggiolo-Mulde und Aplitgneis der Antigorio-Decke bei Gheiba im Val Peccia, südl. des Maggia-Lappens. Diese Aufschlüsse sind nunmehr in der aus REINHARD's und WENK's Schule hervorgegangenen Dissertation (A. GÜNTHERT 1954, p. 128—131 mit den Figuren 19—22 und mit den Eintragungen auf Blatt Basodino 1 : 25.000 des Geologischen Atlas der Schweiz) beschrieben.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Im Sommer 1964 sah ich unter der Führung von P. BEARTH die prachtvollen Verkeilungen und innigsten Verknetungen von Triasdolomit und Augengranitgneis der Monte-Leone-Decke im Aufstieg vom Kaltwassergletscher zum Sattel P. 2755, östl. des Hübschhornes beim Simplon-Paß (P. BEARTH 1950). Dort gibt es im Monte-Leone-Gneis auch wenig verletzte Pegmatite, deren Kristallisation nach freundlicher mündlicher Mitteilung von Prof. BEARTH eventuell alpidisch gedeutet werden könnte. Das Problem ist ähnlich wie für die Pegmatite des Maltatales in den östlichen Tauern.

Am bequemsten zugänglich, wenn auch nicht gerade am großartigsten entwickelt, kann man das unmittelbare Auskeilen von Kalkmarmor der Teggiolomulde (zwischen Antigorio- und Lebendungneis) mit scharfen Rändern ohne Reaktionssäumen inmitten von kleinkörnigem Augengranitgneis im frischen Steinbruch an der Simplonstraße bei der Alten Kaserne sehen. Auch die dort anstehenden, stark metamorphen Bündnerschiefer mit Granat und Biotit erinnern an das Melnikkar.

9. Granitgneis, Forellengneis, Granosyenitgneis und Tonalitgneis

Zum Vergleich der Gneistypen der Hohen Tauern mit solchen der Westalpen kann nur wieder bestätigt werden, daß große Ähnlichkeit megaskopisch und im Dünnschliffbild zwischen Tauern-Zentralgneis und Granitgneisen der externen und internen Massive der Westalpen besteht. Für die Granitgneise der Externmassive siehe besonders die neueren Arbeiten von P. BAGGIO 1958, 1964, F. PURTSCHELLER 1964 und H. A. STALDER 1964.

Der Forellengneis der Umgebung von Gastein wurde bisher für ein Unikum der Ostalpen gehalten. Ich fand aber analoges Gestein im Massiv Gran Paradiso, allerdings bisher noch nicht anstehend, im Valnontey bei Cogne, und zwar als Geschiebe im Hauptbach, ca. 1,5 km südl. der obersten Häuser der Ortschaft Valnontey. Es handelt sich um kleinkörnigen hellen Gneis, an dessen Aufbau sich Knaf und Plag in etwa gleichem Volumsverhältnis beteiligen. Die charakteristischen, harmonisch im Gestein verteilten Hellglimmeranreicherungen (Fische, Forellen) sehen wie bei Gastein aus. Auch die sich unter annähernd 30° schneidenden s-Flächen sind so wie dort entwickelt.

Zu unserem Erklärungsprinzip der „Forellen" als metamorphe Differentiate an den Scheiteln liegender Falten mit Faltenschenkeln, die etwa unter 30° zueinander geneigt sind (Ch. EXNER 1961), liefern die Knotenglimmerschiefer aus der Hülle des Massivs Dora-Maira ein sehr geeignetes Demonstrationsobjekt. P. VIALON (1963 a) erkannte, daß die im

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Knotenglimmerschiefer annähernd harmonisch verteilten, linsen- und tellerförmigen, dunklen, etwa 1 bis 2 cm im Durchschnitt messenden, aus Glaukophan, Muskowit, Chlorit und opaker Substanz bestehenden Aggregate (Knoten) nichts anderes als gepreßte Faltenscheitel von liegenden Falten darstellen, deren Schenkel um etwa 30° zueinander geneigt sind. P. VIALON führte uns zu den Stellen der typischen Ausbildung der Knotenglimmerschiefer (z. B. Punta Raccias, ober Massello im Germanasca-Tal), wo diese Sachlage eindeutig beobachtbar ist, was auch die von uns dort gesammelten Belegstücke erweisen.

Mit dem Granosyenitgneis von Gastein—Mallnitz zeigt der Punteglias-Granit am NE-Ende des Aarmassivs, wie ich mich auf Exkursion im Jahre 1961 überzeugen konnte, folgende Gemeinsamkeit: Biotit-Epidot-Pseudomorphosen nach Hornblende, Kalifeldspatisation des Plagioklases, Zonarperthit und Reichtum an Titanit. Siehe dazu auch EXNER 1951, p. 39—40. Sein Magmenchemismus wird als „normalsyenitgranitisch" bezeichnet (Th. HÜGI 1956, p. 15). Ähnlich beschaffen ist auch der von P. TERMIER zu Ende des vergangenen Jahrhunderts, neuerdings von R. MICHEL und J. M. BUFFIERE (1963) untersuchte Syenit von Lauvitel, welcher bis 100 m lange Schollen im Granit von Rochail (Massiv Grandes Rousses) bildet. Mega- und mikroskopische Proben, in welche mir die beiden zuletzt genannten Autoren freundlicherweise Einblick gewährten, lassen auch für den Syenit von Lauvitel wiederum neben Biotit und Hornblende eine starke Vormacht des Knaf und typische Verdrängungserscheinungen des Plag durch Knaf erkennen.

Tonalitgneisen von den Ausmaßen desjenigen des Venediger-Zillertaler-Gneiskernes bin ich in den Westalpen nicht begegnet. Ich sah nur kleine, recht massige Tonalitgneisvorkommen mit automorpher brauner Hornblende in der Arollaserie der Dent Blanche-Decke im Valpelline bei der Ortschaft Oyace.

10. Phengit-Mikroklinaugengneis

Das wichtigste Ergebnis meiner vergleichenden Beobachtungen zwischen Tauern und Westalpen ist wohl die Erkenntnis der großen Verbreitung von Phengit-Mikroklinaugengneisen vom Typus der Gneislamellen des Sonnblickgebietes (z. B. Rote Wand—Modereck—Decke) in den Westalpen. Bisher tappten wir ja diesbezüglich ziemlich isoliert im Ungewissen herum. Nun stellte sich auf meinen Exkursionen heraus, daß dieses uns aus den Tauern sehr vertraute Gestein geradezu einen Hauptbestandteil der Westalpen darstellt und in ganz unvorhergesehenen großen Ausmaßen dort vorhanden ist, wobei auch die mit diesem

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

charakeristischen Gestein verknüpften genetischen Probleme den bei uns sich darbietenden durchaus analog sind.

Die grünlichen, kleinkörnigen Gneise wurden im Gebiete der Rote Wand-Modereck-Decke in den östlichen Hohen Tauern von M. STARK (1912), sodann sehr erfolgreich und gründlich von S. PREY (1937) und zuletzt von G. FRASL (1958) und Ch. EXNER (1964) studiert. Es ergab sich, daß sie von dreierlei Ausgangsgesteinen abstammen, die infolge alpidischer Epimetamorphose konvergieren und solchermaßen in ihrem heutigen metamorphen Gewande schwierig, mitunter kaum noch unterscheidbar sind. Und zwar handelt es sich um ehemaliges Granitmaterial, das in der Epizone stark deformiert und rekristallisiert wurde; ferner um ehemalige, wahrscheinlich permische Quarzporphyre; und endlich um permo-skythische Arkosen und konglomeratische Arkosen.

Unsere Begegnung mit diesen Gesteinen der Westalpen sei im Nachfolgenden nach diesen 3 Gruppen geordnet:

A. Phengit-Mikroklinaugengneise als Abkömmlinge von Granit und Granitgneis

Diese stark durchbewegten, epimetamorphen und teilweise oder ganz rekristallisierten Gneise in tektonisch arg beanspruchten Gneislamellen und Gneisdecken besuchte ich in den Westalpen an folgenden Stellen:

Maloja-Augengneis am Maloja-Paß (Margna-Decke, beschrieben von H. P. CORNELIUS 1913).

Areuegneis bei der Burgruine Splügen (Gneislamelle nördl. der Tambo-Decke, beschrieben von A. GANSSER 1937, p. 320—325).

Augengneis der Adula-Decke am Monte di San Bernardino (studiert von J. CADISCH anläßlich der Projektierung und des Baues des Straßentunnels).

Augengneis des Fanella-Lappens der Adula-Decke an der Straße von Vals nach Zervreila. Ferner der kleinkörnige Gneis der Unteren Valser Gneislamelle (wohl auch mit zusätzlichem Arkosematerial). Ferner besonders wichtig der Riesenaugengneis mit bis 8 cm großen Knaf-Porphyroklasten in der 20 m dicken Oberen Valser Gneislamelle in Seehöhe 1800 m, östl. oberhalb Vals Platz. Diese Vorkommen sind besonders überzeugend für die Entstehung kleinkörniger Phengit-Mikroklingneise aus grobkörnigen Granit-Augengneisen, da die Übergänge in der Natur vorhanden sind (oberhalb Valé bei Vals) und die Position dieser Gneislamellen sehr ähnlich ist der Position des Rote Wand—Modereck-Systems der Hohen Tauern. Beschreibungen liegen vor von H. Ph. ROOTHAAN

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

(1919), W. K. NABHOLZ (1945), R. O. MÜLLER (1958) und L. VAN DER PLAS (1959).

Ganter-Gneis der Monte-Leone-Decke an der N-Flanke des Tochenhornes, nordwestl. Simplonpaß. Das Gestein sieht mega- und mikroskopisch dem Rote-Wand-Moderеckgneis sehr ähnlich. Die Mikroklinaugen sind hart gegittert, perthitarm bis perthitfrei und zeigen auch die charakteristischen Bavenoer Zwillinge. Als Phengitgneis ist der Monte-Leone-Gneis bereits von W. K. NABHOLZ (1945, p. 16) erwähnt. Auch das Blockmaterial von Monte-Leone-Gneis am Steig vom Simplonpaß über der Alten Galerie zum Kaltwassergletscher sieht ähnlich aus. A. STRECKEISEN (1958, p. 5a) bezeichnet den Gantergneis sehr richtig als „hellen, blastoporphyrischen, feinflaserigen Alkalifeldspatgneis".

Randa-Augengneis der Bernhard-Decke bei Embd im Tal der Matter Visp: Augengranitgneis und Granitgneisphyllonit mit perthitarmen bis perthitfreien, hart gegitterten Porphyroklasten von Mikroklin mit reliktischen Karlsbader Zwillingen.

Arollagneis der Dent-Blanche-Decke (Lesesteine bei Bionaz im Valpelline und bei Breuil im Valtournanche). A. H. STUTZ (1940).

Gneiss minuti der Sesia-Zone (steilgestellte Wurzel der Dent-Blanche-Decke). Diese Phengit-Mikroklingneise sind stärker postkristallin deformiert als die Rote Wand-Moderеckgneise. Sehr phengitreiche Gneisphyllonite mit aderperthitischen Mikroklinporphyroklasten. Beobachtet an der Straße nordnordwestl. Bard im Aosta-Tal; ferner im Orco-Tal zwischen der Kalkglimmerschiefer-Grünschieferzone von Locana im W und der Ortschaft Pont Canavese im E. Auch Äquivalente der wahrscheinlich sedimentogenen Albitporphyroblastenschiefer des Moderecks (Hohe Tauern) trifft man in dieser Serie an: Albitgneis von Pessinetto (R. MICHEL 1953) z. B. im Steinbruch ca. 1 km östl. Kapelle Bardonetto im Orco-Tal.

Augengneise des Massivs Dora-Maira. Zahlreiche, mehr oder weniger flach liegende Gneislamellen mit Zwischenlagen von Bündnerschiefern (P. VIALON 1963 b). Lokalitäten: Mentoulles im Chisone-Tal (perthitarme bis perthitfreie, hart gegitterte Porphyroklasten von Mikroklin). Punta Raccias, ober Massello im Germanasca-Tal (Ausbildung ebenso, mit reliktischen Karlsbader Zwillingen). Talkbergwerk Fontana bei Prali im Germanasca-Tal (Phengitgneislamelle mit phengitreichem Gneisphyllonit und mit Vertalkung im Zuge der Phyllonitisierung des Gneises). Steinbruch südl. Rorà bei Torre Péllice (mit Weißschiefern an der Straße unter der Ortschaft Rorà). Ferner im Gebiete der ausgedehnten Steinplatten-Industrie (Bargioline) um die Ortschaften Barge und Bagnolo:

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Typische Gneise vom Typus Rote Wand—Modereck, besonders am Plateau Montoso bei Bagnolo, mit Übergängen von mittel- zu kleinkörnigen Mikroklingneisen und zu phengitischen Gneisphylloniten. Reliktische Karlsbader Zwillinge als Mikroklinporphyroklasten mit Rekristallisation und in Verwachsung mit Albit. Allmähliche Austreibung der Perthitsubstanz, von den großen zu den kleinen Mikroklinkörnern fortschreitend. Gneisphyllonite mit kaltgereckten Quarzen, die mit komplizierter Verzahnung zu in s eingeschlichteten Überindividuen gruppiert sind.

B. Phengitgneise als Abkömmlinge von Quarzporphyren

Quarzporphyre, Keratophyre etc. und deren Tuffe sind natürlich dort leicht zu erkennen, wo die alpidische Metamorphose schwach war. Diesbezüglich besichtigte ich das Porphyroid im Ultrahelveticum des Mont Chétif bei Courmayeur (südöstl. Mont Blanc) mit idiomorphem Knaf und idiomorphem Quarz mit Resorptionsschläuchen; mit durch starke mechanische Verschieferung bedingtem Gneischarakter, jedoch ohne nennenswerte alpidische Rekristallisation. Wir sahen auch den bekannten Roffna-Quarzporphyr (Suretta-Decke) mit idiomorphen Quarzeinsprenglingen mit Resorptionsschläuchen und mit perthitischem Knaf (M. Grünenfelder 1956, M. Gysin 1963).

Viel schwieriger ist es, den exakten Nachweis porphyrischer Struktur in stark alpidisch umkristallisierten Phengitgneisen zu führen. Das ist in den Westalpen ebenso beschwerlich wie in den Tauern. Oft ist der megaskopische Eindruck porphyrischen Gefüges überzeugender als das mikroskopische Bild. Das zeigen die in den Casannaschiefern der Bernhard-Decke im Visper-Tal am Wege von Zeneggen nach Törbel und Embd anstehenden, kleinkörnigen Phengit-Mikroklinaugengneise mit megaskopisch an Einsprenglinge gemahnenden Quarzen, ähnlich denen, die weiter westlich von J. P. Schaer (1959 und 1960) beschrieben wurden; ferner die metamorphen „Besimaudite" (Quarzporphyre) im Massiv Dora-Maira (P. Vialon 1962), die wir am rechten Ufer des Sangone, unterhalb des Dorfes Forno, und an der Straße von Choazze nach Botta (beide Vorkommen bei Giaveno, südl. der Dora Riparia) sowie in weniger metamorphem, aber arg verwittertem Zustande am Güterweg bei Morra d. Villar, östl. Dronero (im Maira-Tal nordwestl. Cuneo) sammelten (A. Michard 1962, p. 482, 483 und Tafel I, Fig. 2). Die Beschreibung der metamorphen Besimaudite befindet sich zur Zeit in Ausarbeitung durch P. Vialon. Die Abgrenzung der metamorphen Produkte ehemaliger Quarzporphyre gegenüber solchen ehemaliger Granite und Granitgneise

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

erscheint hier ebenso schwierig wie in manchen Teilen der Hohen Tauern.

C. Phengitgneise als Abkömmlinge von Konglomeraten und Arkosen

Auch in den Westalpen sind phengitreiche Arkose- und Konglomeratgneise permischen Alters (metamorpher „Verrucano") sehr häufig. In der bekannten Weise findet man alle Übergänge von roten, nicht oder schwach metamorphen Arkoseschiefern zu den grünen Phengitgneisen und phengitreichen Konglomeratgneisen. Diese Übergänge sind besonders in der metamorphen Briançonnais-Zone prächtig entwickelt. So beobachteten wir im Steinbruch Loutra, nördl. Modane, Gerölle von Quarz, Liparit, Granit, Gneis, Feldspat und Lydit in einem feinschuppigen, phengitreichen Bindemittel. Stärker metamorphen Phengitgneis mit gelängten Geröllen von Quarz, Gneis und Glimmerschiefer und mit bereits gröber auskristallisierten Phengitblättchen des Bindemittels sahen wir weiter östlich, im Massiv Ambin, am linken Hang des Tales der Dora Riparia, am Wege von Salbertrand zum Monte Pramand (G. Fregolent und S. Lorenzoni 1960).

In einer anderen geologischen Zone, nämlich am S-Rande des Aarmassivs, treten am Ausgange der Massa-Schlucht bei Naters im Wallis die von H. F. Huttenlocher (1946, 1947) studierten, jungpaläozoischen, phengitischen Konglomeratgneise mit Geröllen von rotem Mikroklin, Mikroklinaplit und Schiefern auf. Hier wird es vielfach im Bereich von Aufschluß und Dünnschliff unmöglich, das Gestein von einem Orthogneis granitischer Zusammensetzung, bzw. von einem aplitischen Adergneis zu unterscheiden.

11. Oberkarbone und altpaläozoische Konglomeratgneise

Ein wertvolles Vergleichsobjekt für die Studien in den Hohen Tauern stellen auch die in den Westalpen reichlich vorhandenen älteren Konglomeratgneise dar. Man könnte sie daher noch intensiver in den zentralen Schieferzonen und im Alten Dach der Tauerngneise suchen.

Ich sah die betreffende, als oberkarbonisch gedeutete, graphitreiche Serie von Pinerolo im Germanasca-Tal im Massiv Dora-Maira (P. Vialon 1960, E. Zanettin-Zorenzoni 1961) mit den dunklen, vergneisten Sandsteinen und Konglomeratgneisen mit Geröllen von Quarz, Gneis und dunklem Tonschiefer, die bis 8-fache Längung in Richtung der Faltenachse aufweisen. Eine reichliche Albitblastese ist im Konglomeratgneis bemerkenswert.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Im Massiv Grandes Rousses zeigte uns P. GIRAUD den polymetamorphen Konglomeratschiefer aus der Serie von Sarennes, 1 km westsüdwestl. Col de la Croix de Fer (P. GIRAUD 1952). Stark gepreßte Gerölle von Granit, Gneis, Glimmerschiefer und Quarz stecken in einem phyllonitischen Schiefer bis Gneis, der jedenfalls älter ist als das in der Nähe anstehende, kaum metamorphe Oberkarbon.

12. Schluß

Zum Schlusse sei auf die reiche Folge von Vulkaniten verwiesen, welche ebenfalls so wie die anderen im Vortrage genannten Gesteine der Westalpen als Handstückproben vorgezeigt wurden.

Da sind die für den paläozoischen Vulkanismus der Tauern besonders interessanten Vergleichsobjekte nicht oder kaum metamorpher Diabase, Porphyrite, Quarzporphyrite, Quarzporphyre, Mikrodiorite, Mikrogranite etc. aus den jungpaläozoischen Mulden der Externmassive und der Briançonnais-Zone.

Da gibt es metamorphe Pietra verde in der Mitteltrias der Briançonnais-Zone (z. B. bei der Straßenkurve Terre Rouge, auf der Strecke Briançon—Cervières). Andere Vorkommen siehe: F. ELLENBERGER (1958); R. CABY und J. GALLI (1964).

Da sind die höchst erstaunlichen und bei uns eigentlich wenig bekannten Spilite, die sich an der Wende Obertrias—Lias im Raume der subalpinen Zone (Fortsetzung des Helveticum in den französischen Alpen) und zwar im autochthonen und parautochthonen Sedimentmantel des Massivs Pelvoux ergossen haben mit prächtigen Hitzekontakten gegen Triasdolomit (z. B. bei Espinasses im Durance-Tal). Sie zeigen, daß der schematische Begriff „Miogeosynklinale" (H. STILLE), für den das Helveticum in den Alpen als Mustertyp gilt, auch seine Ausnahmen hat.

Da sind dann die berühmten, kaum metamorphen Spilite mit den prächtigen Kissenlaven in der Präpiemontese-Zone beim Montgenèvre, mit den sonderbaren Varioliten. Sie präsentieren innerhalb der penninischen Zone der Alpen ein kaum metamorphes, mesoz. Vulkangebiet mit prächtig erhaltenen Eruptivbreccien etc. Besonders lehrreich sind die gut zu verfolgenden Übergänge der Kissenstrukturen zu den schwach metamorphen Prasiniten.

Ferner werden Proben aus dem reichen Bestand der Ophiolithe der piemontesischen Schistes lustrés — Zone vorgelegt mit Ovardit vom locus typicus sowie der Eufotide und Eklogite des Monte Rocciavre und mehrerer ultrabasischer Gesteinstypen der Zone von Ivrea.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Stratigraphisch für die Einstufung der Bündnerschiefer in den Hohen Tauern besonders interessant ist der Gryphäen-Kalkmarmor in den Bündnerschiefern über dem Adula-Massiv (in den Basisschuppen des Tomül-Lappens. Bärenhorn-NW-Grat in Seehöhe 2730 m. Siehe: W. K. Nabholz 1945). Der fossilreiche Kalkmarmor liegt hier in einer tektonischen Schuppenzone aus Schwarzphyllit, Dolomitbreccie, Karbonatquarzit, Dolomitmarmor, Kalkglimmerschiefer und Grünschiefer, welche lithologisch den Gesteinen der Glocknerserie der Hohen Tauern gleichen.

Literatur

Baggio, P., 1958: Il granito del Monte Bianco e le sue mineralizzazioni uranifere. — Studi e Ricerche della Divisione Geomineraria. Comitato Naz. Ricerche Nucleari, Roma, **1**, parte 2.

— 1964: Contributo alla conoscenza geologica del versante italiano del Monte Bianco. — Atti dell' Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti **122**, math.-nat. Klasse.

Barbier, R. et al., 1963: Problèmes paléogéographiques et structuraux dans les zones internes des Alpes occidentales entre Savoie et Méditerranée. — Livre Mém. Paul Fallot, **2**, Paris.

Bearth, P., 1950: Geologie längs der Simplonstraße. — Schweizerische Alpenposten. Simplonstraße. Bern.

Bordet, C., 1961: Recherches géologiques sur la partie septentrionale du massiv de Belledonne (Alpes Françaises) — Mém. Carte géol. France, Paris.

Caby, R., und J. Galli, 1964: Existence de cinérites de tufs volcaniques dans le Trias moyen de la zone briançonnaise. — C. R. Acad. Sciences Paris **259**, p. 417—420.

Cadisch, J., 1953: Geologie der Schweizer Alpen. 2. Auflage. Basel.

Collet, L. W., N. Oulianoff und M. Reinhard, 1952: Erläuterungen zu Blatt Finhaut 1 : 25.000, Nr. 525 d. Geol. Atlas d. Schweiz. Bern.

Cornelius, H. P., 1913: Petrographische Untersuchungen in den Bergen zwischen Septimer- und Julierpaß. — Neues Jahrb. Min., Beil. B. **35**.

— 1931: Zur Frage der Beziehungen von Metamorphose und Tektonik in den französischen Alpen. — Mitt. Geol. Ges. Wien **23** (1930).

Dal Piaz, Giamb., 1945: La genesi delle Alpi. — Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti **104**, Venezia.

Debelmas, J. und M. Lemoine, 1964: La structure tectonique et l'évolution paléogéographique de la chaine alpine d'après les traveaux récents. — L'Information Scientifique **1964**, no. 1, Paris.

— und R. Michel, 1961: Silicifications par altération climatique dans les séries alpines. — Traveaux Lab. géol. Grenoble **37**.

Ellenberger, F., 1958: Etude géologique du Pays de Vanoise. — Mém. Carte géol. France, Paris.

Elter, G., 1960: La Zona pennidica dell' Alta e Media Valle d'Aosta e le Unità limitrofe. — Mém. Ist. Geol. e Miner. Università Padova **22**.

Exner, Ch., 1940: Das Ostende der Hohen Tauern zwischen Mur- und Maltatal. II. Teil. Bewegungsbild der Silbereckmulde. — Mitt. Reichsst. f. Bodenforsch., Zweigst. Wien **1**.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

— 1949: Das geologisch-petrographische Profil des Siglitz-Unterbaustollens zwischen Gastein- und Rauristal. — Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., Abt. I, **158.**
— 1960: Geologische Beobachtungen 1959 in der Hochalm-Ankogelgruppe (156.) — Verhandl. Geol. Bundesanstalt Wien **1960.**
Exner, Ch., 1961: Lineation und Faltung im Forellengneis (Hohe Tauern). — Der Karinthin, Folge **42.**
— 1963: Structures anciennes et récentes dans les gneiss polymétamorphiques de la zone pennique des Hohe Tauern. — Livre Mém. Paul Fallot, **2,** Paris.
— 1964: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Sonnblickgruppe 1 : 50.000. — Verlag Geol. Bundesanstalt Wien.
— und E. Pohl, 1951: Granosyenitischer Gneis und Gesteinsradioaktivität bei Badgastein. — Jahrb. Geol. Bundesanstalt Wien **94.**
Frasl, G., 1958: Zur Seriengliederung der Schieferhülle in den mittleren Hohen Tauern. — Jahrb. Geol. Bundesanstalt Wien **101.**
Fregolent, G. und S. Lorenzoni, 1960: Relazione preliminare sul rilevamento geologico del versante italiano del massiccio d'Ambin (Alpi Cozie). — Studi e Ricerche della Divisione Geomineraria. Comitato Naz. Ricerche Nucleari, Roma, **3.**
Gansser, A., 1937: Der Nordrand der Tambodecke. Geologische und petrographische Untersuchungen zwischen San Bernardino und Splügenpaß. — Schweiz. Min. Petr. Mitt. **17.**
Giraud, P., 1952: Les terrains métamorphiques du massif des Grandes Rousses (Isère). — Bull. soc. géol. France, 6 série, **2.**
Grünenfelder, M., 1956: Petrographie des Roffnakristallins in Mittelbünden und seine Eisenvererzung. — Beitr. Geol. Schweiz, Geotechnische Serie **35.**
Günthert, A., 1954: Beiträge zur Petrographie und Geologie des Maggia-Lappens (NW-Tessin). — Schweiz. Min. Petr. Mitt. **34.**
Gysin, M., 1963: Les felspaths potassiques des porphyres de Roffna. — Schweiz. Min. Petr. Mitt. **43.**
Hügi, Th., 1941: Zur Petrographie des östlichen Aarmassivs (Biferten-gletscher, Limmernboden, Vättis) und des Kristallins von Tamins. — Schweiz. Min. Petr. Mitt. **21.**
— 1956: Vergleichende petrologische und geochemische Untersuchungen an Graniten des Aarmassivs. — Beitr. z. Geol. Karte Schweiz, N. F. **94.**
— ,F. de Quervain u. F. Hofmänner, 1962: Übersichtskarte der Uran- und Thorium-Mineralisationen der Westalpen 1 : 500.000, mit Erläuterungen. — Verlag Kümmerly & Frey A. G., Bern.
Huttenlocher, H. F., 1946: Konglomerate und konglomeratähnliche Bildungen aus der Umgebung von Naters (Wallis). — Schweiz. Min. Petr. Mitt. **26.**
— 1947: Über Verschiedenheiten im Verlaufe magmatischer und metamorpher Prozesse, erläutert an Beispielen aus dem Aarmassiv. — Mitt. Naturforsch. Ges. Bern, N. F. **4.**
Kalsbeek, F., 1963: Petrology and Structural Geology of the Berlanche — Valloire Area (Belledonne Massif, France). — Dissertation Univ. Leiden. Druco Drukkerijbedrijven Leiden.
Karl, F., 1952: Über einige tektonische und petrographische Beobachtungen im Gotthard- und Aarmassiv und im Raum nördlich Bellinzona. — Verhandl. Geol. Bundesanstalt Wien **1952.**
— 1957: Die Komponenten des oberkarbonen Nösslach-Konglomerates (Tirol). Ein Beitrag zur Unterscheidung voralpidischer von alpidischer Metamorphose in Graniten und alten Gneisen der Hohen Tauern. — Mitt. Geol. Ges. Wien **48.**
Kvale, A., 1957: Gefügestudien im Gotthardmassiv und den angrenzenden Gebieten (vorläufige Mitteilung). — Schweiz. Min. Petr. Mitt. **37.**
Malaroda, R., 1957: Studi geologici sulla dorsale montuosa compresa tra le Basse Valli della Stura di Demonte e del Gesso (Alpi Marittime).

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

— Mém. Ist. Geol. e Miner. Università Padova **20.**
— 1963: Aperçu sur la géologie des Alpes occidentales. — Seismologie, série **12, 2.**
— 1964:Les faciès à composante détritique dans le Crétacé autochtone des Alpes-Maritimes italiennes. — Geol. Rundschau **53.** (1963).
— und G. Schiavinato, 1960: Agmatiti e migmatiti anfiboliche omogenee nel settore meridionale del Massiccio dell'Argentera. — Rend. Soc. Mineralogica Italiana **16.**

Medwenitsch, W., 1962: Zur Geologie des Unterengadiner Fensters (österreichischer Anteil). — Ecl. Geol. Helv. **55.**

Michard, A., 1962: Sur quelques aspects de la zonéographie alpine dans les Alpes cottiennes méridionales. — Bull. Soc. geol. France, 7. série, **4.**

Michel, R., 1953: Les schistes cristallins des massifs du Grand Paradis et de Sesia-Lanzo. (Alpes franco-italiennes). — Sciences de la Terre. Annales Ecole Nat. Sup. Géologie etc. Nancy **1.**
— und P. Berthet, 1958: Les formations cristallophylliennes de la chaîne de Belledonne dans la vallée de la Romanche (Isère). — C. R. Acad. Sciences Paris **246.**
— und J. M. Buffière, 1963: Sur la nature et l'origine de la syénite du Lauvitel (massif du Rochail, secteur Nord-Ouest du Pelvoux, Isère). — C. R. Acad. Sciences Paris **256.**

Müller, R. O., 1958: Petrographische Untersuchungen in der nördlichen Adula. Ein Beitrag zur Kenntnis der Phengitgneise, Paragneise, Amphibolite und Migmatite. — Schweiz. Min. Petr. Mitt. **38.**

Nabholz, W. K., 1945: Geologie der Bündnerschiefergebirge zwischen Rheinwald, Valser- und Safiental. — Ecl. Geol. Helv. **38.**

van der Plas, L., 1959: Petrology of the Northern Adula Region, Switzerland. — Leidse Geologische Mededelingen **24.**

Plessmann, W., 1958: Tektonische Untersuchungen an Randteilen des Gotthard- und Montblanc-Massivs sowie an der Grenze Penninikum — Helvetikum. — Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, math.-phys. Klasse, IIa, **1958.**
— und H. G. Wunderlich, 1961: Eine Achsenkarte des inneren Westalpenbogens. — N. Jb. Geol. Paläont., Mh. **1961.**

Prey, S., 1937: Die Metamorphose des Zentralgneises der Hohen Tauern. — Mitt. Geol. Ges. Wien **29** (1936).

Purtscheller, F., 1964: Gefügekundliche Untersuchungen am Granit des Mont-Blanc und an den angrenzenden Gebieten. — Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Klasse, Abt. I **172** (1963).

Reinhard M. und H. Preiswerk, 1927: Über Granitmylonite im Aiguilles-Rouges-Massiv. — Verhandl. Naturf. Ges. Basel **38.**

Roothaan, H. Ph., 1919: Petrographische Untersuchungen in den Bergen der Umgebung von Vals, Bündner Oberland. — Jahresber. naturforsch. Ges. Graubündens, N. F. **59.**

Schaer, J. P., 1959: Les porphyres quarzifères et les roches volcaniques prétriasiques de la nappe du Grand St Bernard, Valais, Suisse. — Geol. Rundschau **48.**
— 1960 Géologie de la partie septentrionale de l'éventail de Bagnes. — Archives des Sciences, Genève **12.**

Stalder, H. A., 1964: Petrographische und mineralogische Untersuchungen im Grimselgebiet (Mittleres Aarmassiv). — Schweiz. Min. Petr. Mitt. **44.**

Stark, M., 1912: Vorläufiger Bericht über geologische Aufnahmen im östlichen Sonnblickgebiet und über die Beziehungen der Schieferhüllen des Zentralgneises. — Sitzber. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Klasse, Abt. I, **121.**

Streckeisen, A., 1958: Simplon-Exkursionsführer. — Vervielfältigtes Manuskript. Nicht publiziert. Bern.

Stutz, A. H., 1940: Die Gesteine der Arollaserie im Valpelline (Provinz Aosta, Oberitalien). — Schweiz. Min. Petr. Mitt. **20.**

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

den Tex, E., 1950: Les roches basiques et ultrabasiques des Lacs Robert et le Trias de Chamrousse (massif de Belledonne). Etude petrologique et géologique. — Leidse Geolog. Meddelingen **15.**

Vialon, P., 1960: Existence de formations détritiques dans les schistes christallins du massif de la Dora-Maira (Alpes cottiennes piémontaises). — C. R. Acad. Sciences Paris **251.**

— 1962: Orthogneiss et gneiss oeillés du massif Dora-Maira (Alpes cottiennes piémontaises). — C. R. Soc. géol. France **1962.**

— 1963 a: Sur la genèse de certains micaschistes des Alpes cottiennes piémontaises et ses conséquences. — C. R. Soc. géol. France **1963.**

— 1963 b: Note préliminaire sur la structure de la partie sud — ouest du massif cristallin Dora-Maira (Alpes cottiennes) — C. R. Soc. géol. France **1963.**

Wenk, E., 1963: Das reaktivierte Grundgebirge der Zentralalpen. — Geolog. Rundschau **52** (1962).

Zannettin Lorenzoni, E., 1961: Zona Dora Maira. Escursione nelle Valli del Chisone, del Péllice e del Po. — Vervielfältigtes Manuskript. Geologisches Institut der Universität Turin.

Bei der Schriftleitung eingegangen am 16. April 1965.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Austrian Journal of Earth Sciences

Jahr/Year: 1965

Band/Volume: 58

Autor(en)/Author(s): Exner Christof

Artikel/Article: Tauern - Westalpen. Ein Vergleich. 1-21