

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 42 (1962)

Heft: 1

Artikel: Versuch einer Gliederung alpinmetamorpher Serien der Westalpen

Autor: Bearth, Peter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-32667>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

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

Versuch einer Gliederung alpinmetamorpher Serien der Westalpen

Von *Peter Bearth* (Basel)

Mit 1 Textfigur

Abstract

Based on the results of a regional investigation of basic effusive rocks (ophiolites), the Pennine zone of the western Alps has been grouped into metamorphic phases and facies.

The regional metamorphism operated in two main phases, the older one of which produced a lawsonite-pumpellyite facies and, more internally, a garnet-chloritoid facies. A sketch map gives the distribution of lawsonite, pumpellyite, glaucophane, chloritoid, and disthene. As far as they can be discerned, the isograds of this older phase run parallel with the tectonic trend.

In the Lepontine region (Ticino) the older phase is replaced and overwhelmed by a younger (Lepontine) phase. Here, the isograds are at an oblique angle with the tectonic trend. The metamorphism in the Lepontine region was principally influenced by the late alpine rise of the granite masses of the Ticino region.

Die erste Gliederung eines regionalmetamorphen Gebietes in Zonen steigender Metamorphose geht auf Arbeiten BARROWS in den schottischen Highlands zurück und ist nun fast 70 Jahre alt. In den Alpen stecken derartige Versuche erst in den Anfängen (P. BEARTH, 1958; E. NIGGLI, 1960). Sie sind aber so vielversprechend, dass der folgende Beitrag allen am Problem der alpinen Metamorphose interessierten Forschern willkommen sein wird.

Meine Ausführungen stützen sich auf Untersuchungen, die ich während einer Reihe von Jahren in verschiedenen Gebieten der Westalpen durchführen konnte¹⁾. Die zu Grunde liegenden Daten sind zum Teil

¹⁾ Sie wurden ermöglicht durch finanzielle Unterstützung der Schweiz. Geologischen Kommission und des Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

in Fig. 1 dargestellt. Sie bildet das „Extrakt“, das aus der Bearbeitung eines umfangreichen Materials (über 1000 Dünnschliffe) gewonnen wurde, wobei in erster Linie eine ausgewählte Gruppe der mesozoischen Ophiolithe berücksichtigt wurde, nämlich die den penninischen Geosynklinalsedimenten als Sills, Laven oder Tuffe eingelagerten Vulkanite von basaltischem Chemismus, die also eine chemisch einigermaßen kohärente Gruppe darstellen. Diese Gesteine sind alpin — *und nur alpin* — mehr oder weniger metamorphosiert worden. Das gilt mit grosser Sicherheit auch von den permokarbonischen basischen Eruptiva, die in der folgenden Diskussion erwähnt werden.

Das untersuchte Gebiet umfasst die ganze penninische Zone von der Transversale von Demonte (Prov. Cuneo) bis zum Simplon.

Die in diesem Gebiet auftretenden alpidischen Mineralparagenesen liegen fast ausschliesslich in der Albitzone. Plagioklas ebenso wie Kalifeldspat sind instabil. Die Assoziation Albit-Epidot wird erst östlich einer Linie instabil, deren ungefähren Verlauf ich 1958 angegeben habe. Hier, im Bereiche der lepontinischen Region wird auch Glaukophan, einer der häufigsten Gemengteile der basischen Metamorphite der Albitzone, instabil. Aus dem ganzen Tessin ist keine einzige glaukophanführende Paragenese bekannt. Erst in der Adula (L. VAN DER PLAS, 1959), in der Splügener Mulde (A. GANSSER, 1937), im Avers, Oberhalbstein und Engadin (R. STAUB, 1920) und dann im Tauernfenster tritt Glaukophan wieder auf.

In der alpinen Albitzone sind nun bemerkenswerte Unterschiede in der Metamorphose festzustellen, die sich sowohl in der Kristallinität wie im Mineralbestand äussern. Die Liste der Gemengteile, die gesteinsbildend in den Metadiabasen, -spiliten, -gabbros etc. auftreten, ist sehr gross. Die wichtigsten alpinen Neubildungen sind:

Albit, Omphazit, Chloromelanit und andere Na-Pyroxene, Glaukophan im weiteren Sinne, blaugrüne Hornblende, Aktinolith, Zoisit, Klinozoisit und Pistazit, Lawsonit und Pumpellyit, Muscovit und Paragonit, Biotit (olivgrün und braun), Chloritoid, Chlorit (Pennin und Klinochlor), Talk, Stilpnomelan, Granat (Spessartin, Almandin, Pyrop u. a.), Disthen, Carbonate (Calcit, Dolomit, Ankerit und Siderit), Magnetit, Hämatit, Ilmenit, Rutil, Titanit, Leukoxen, Pyrit, Magnetit u. a.

Die häufigsten und in der *ganzen* Albitzone auftretenden Paragenesen umfassen die vier Mineralien:

Albit, Epidot, Chlorit und Aktinolith

Die aus der Kombination dieser vier Gemengteile hervorgehenden prasinitischen Assoziationen bilden sozusagen Durchläufer. Daneben erscheinen aber gewisse Mineralien (und Mineralparagenesen) wie Lawsonit, Pumpellyit und Stilpnomelan nur im niedrig metamorphen, andere, wie Chloritoid, Granat, brauner Biotit und Disthen, nur im höher metamorphen Bereich der Albitzone.

Die Verteilung einiger dieser Mineralien soll hier kurz diskutiert werden (s. Fig. 1).

Lawsonit

In den Alpen ist das Mineral durch S. FRANCHI (1897) bekannt geworden. Er hat Lawsonit in glaukophanführenden Ophiolithen der Val Varaita, im Val Grana und Val Maira (Umgebung von Acceglio) und in permocarbonischen basischen Eruptiva der Antiklinale von Acceglio nachgewiesen. Bei den mesozoischen Vorkommen handelt es sich meistens um schwach metamorphe Pillowlaven, die nach meinen Beobachtungen sehr häufig neben Glaukophan auch Pumpellyit führen. Albit, Zoisit, Epidot und Chlorit sind sehr verbreitet. Das nördlichste lawsonitführende Gestein, das FRANCHI erwähnte, liegt bei Oulx (Ulzio). Ich selbst fand Lawsonit nördlich davon im glaukophanführenden Metagabbro von Villarodin östlich Modane. Westlich Modane, ebenfalls im Val de l'Arc, hat J. FABER (1954) Lawsonit in schwach metamorphen basischen Eruptiva der Carbonzone nachgewiesen. Interessant sind auch die von ELLENBERGER (1961) aus der Vanoise erwähnten Pseudomorphosen nach Lawsonit, die jedoch in carbonatischem Gestein (Kreide) auftreten.

Nördlich des Arc sind zuverlässige Angaben über Lawsonit sehr spärlich. Aus dem Val de Bagnes (Wallis) wird Lawsonit von GRUBENMANN (1906) erwähnt, jedoch ist diese Angabe weder von WOYNO (1912) noch später von J. P. SCHAEER (1960) bestätigt worden. GILLIÉRON (1946) fand in einem Granatamphibolit des Turtmantals (Frilital) Lawsonit zusammen mit Glaukophan, beides wohl retromorphe Bildungen. Die von SCHNELL (1921) aufgeführten Beispiele aus dem Allalengebiet (Saas) kann ich nicht bestätigen. Aus dem Oberengadin und dem Avers wird Lawsonit von R. STAUB (1920) erwähnt, doch fehlen nähere Angaben über die Paragenesen.

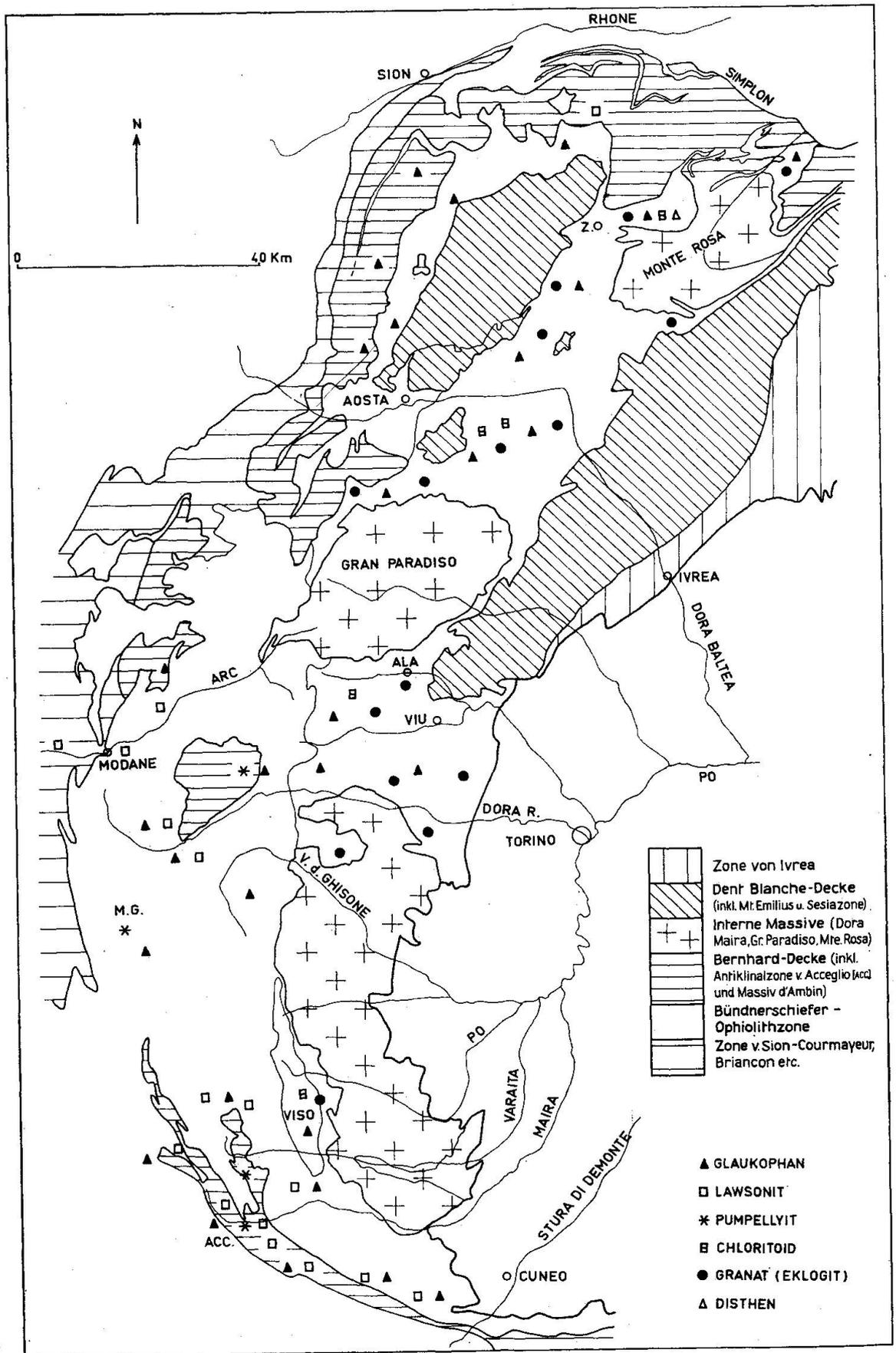


Fig. 1.

Pumpellyit (Lotrit)

$\text{Ca}_4\text{R}_6\text{Si}_6\text{O}_{23} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, wo R: (Al, Fe)₅(Fe, Mn, Mg) bedeutet (COOMBS, 1953)

Dieses Mineral ist als Mandelfüllung basaltischer Gesteine zuerst bekannt geworden. Dass es aber auch als regional-metamorphe Neubildung sehr verbreitet ist, haben zahlreiche Arbeiten der letzten 10 Jahre gezeigt. Pumpellyit ist ohne Zweifel auch in den Alpen sehr verbreitet. Als Zwickelfüllung und auf Adern fand ich es in Pillowlaven des ligurischen Apennins und des Mont Genève. Hier ist es also eine magmatische Bildung. Als Umwandlungsprodukt der Feldspäte porphyritischer Pillowlaven ist es — zusammen mit Glaukophan — bei Acceglio (Val Maira) sehr häufig. Hier ist der Pumpellyit eine metamorphe Neubildung, die zu einem der Hauptgemengteile werden kann. Nach einer Notiz von R. MICHEL (1957) findet sich das Mineral zusammen mit Glaukophan im Kristallin des Mont Ambin. Aus der Schweiz waren bis jetzt meines Wissens nur zwei Fundorte bekannt. A. DEBENEDETTI (s. Notiz bei RICKENBACH u. a., 1953) fand das Mineral in Kalksilikaten der Arsen-Gold-Lagerstätte von Salanfe (Wallis, westlich Vernayaz, Aiguilles-Rouges). QUITZOW (1937) beobachtete Pumpellyit im Saussuritgabbro von Marmels (Oberhalbstein). Tatsächlich ist Pumpellyit auch in den Schweizer Alpen sehr verbreitet. Es ist nach meinen Beobachtungen im Oberhalbstein und im Oberengadin (Furtschellas) in alpin metamorphen Diabasen und Diabasporphyriten häufig. In einem Diabas des Unterengadins (Val Plavna, Sammlung E. WENK, Tp. 72) fand ich Pumpellyit in feinen Adern; es ist zweifelhaft, ob magmatisch oder metamorph.

In Diabasen, Spiliten und Tuffen von Arosa (z. B. am Oberberg und am Hörnli) tritt Pumpellyit als Zwickelfüllung zwischen den Feldspatleisten, zusammen mit Chlorit und Hämatit auf, auch in Pseudomorphosen nach Feldspat und Augit oder zusammen mit Chlorit und Calcit auf Adern und Rissen. Sowohl goldgelbe, braune wie die häufigeren blaugrünen, Fe-reichen oder Fe-armen Varietäten sind vertreten. Das Mineral bildet vielfach einen der Hauptgemengteile. Es ist so verbreitet, dass regionalmetamorphe Entstehung sehr wahrscheinlich ist.

Es ist zu erwarten, dass Pumpellyit auch in Nagelfluhgeröllen zu finden ist. Dies kann für Fragen der Herkunft der betreffenden Gerölle wichtig werden, da das Mineral, wie mir scheint, an ganz bestimmte Zonen gebunden ist. Auch in erratischem Material muss demnach Pumpellyit auftreten; tatsächlich fand ich es in einem erratischen Block vom Dolder bei Zürich.

Im Oberengadin konnte ich bisher nur Pumpellyit, aber (vorläufig!)

keine Lawsonit-führenden Paragenesen beobachten. Es ist möglich, dass die Ophiolithe hier, trotz ihrer oft kräftigen Deformation, noch zur Pumpellyit-Fazies von DE ROEVER gehören.

Ähnliche Glaukophan-, Pumpellyit- und Lawsonit-führende Mineralassoziationen wie in den Alpen sind aus Korsika (BROWER und EGELER, 1952; EGELER, 1956), aus Kalabrien (QUITZOW, 1935), Kalifornien (SWITZER, 1951), Japan (A. MIYASHIRO und Y. SEKI) und andernorts bekannt.

In der alpinen Pumpellyit-Lawsonit-Zone sind Zoisit, Klinozoisit und Epidot sehr verbreitet. Sie sind sicher zum Teil spätmagmatisch. Die genetische Beziehung zwischen diesen verschiedenen Ca-Al-Silikaten sind noch ungeklärt. Ungleichgewichte bilden in dieser Zone wohl die Regel.

Die obigen Angaben zeigen, dass noch zu grosse Lücken vorhanden sind, um den Verlauf der alpinen Pumpellyit-Lawsonit-Zone auf der Karte zuverlässig angeben zu können. Nördlich der Arc ist die Zahl der Punkte einfach zu klein. Vielleicht aber gibt uns ein anderes Mineral den erwünschten Leitfaden, um den ungefähren Verlauf wenigstens skizzieren zu können. Fast alle Funde von Lawsonit und Pumpellyit liegen nämlich in der *Stilpnomelanzone*. Diese deckt sich zwar nicht völlig mit der Lawsonit-Pumpellyit-Zone, sondern nur mit ihrem peripheren Teil. Dort aber, wo Lawsonit und (oder) Pumpellyit erscheinen, darf man in Gesteinen von geeignetem Chemismus auch Stilpnomelan erwarten. Der Verlauf der Stilpnomelan-Zone ist nun im grossen ganzen durch zahlreiche Fundpunkte im ganzen Westalpenbogen bekannt. Sie folgt in einem breiten Band dem Aussenrand der penninischen Zone, den permocarbonischen Antiklinalelementen und den dem externen und internen Flügel der Carbonzone unmittelbar anstossenden tektonischen Zonen. So ist Stilpnomelan östlich der Stura di Demonte, in den sogenannten „Besimauditen“ sehr verbreitet, dann überall in der Antiklinalzone von Acceglio, in der Vanoise, im Versoyen (VUAGNAT, 1956), im Aostatal (DEBENEDETTI, 1961), im Valsavaranche (Pt. Bioula, BEARTH) und im Wallis; hier in der Zone von Sion, der Carbonzone und im Bagnes-Fächer (Zone du Métailler, SCHAEER, 1960) und schliesslich in der unteren Zone von Stalden (südlich Visp). Auffallend häufig ist das Mineral ferner im Rücken der Mischabel — in den Barrhörnern — und in gewissen Gesteinen der Dent-Blanche-Decke, wenigstens an ihrem Nordrand. Jenseits der lepontinischen Region ist Stilpnomelan aus dem Oberhalbstein sowie aus dem Ober- und Unterengadin bekannt (siehe A. STRECKEISEN und E. NIGGLI, 1958). Aus der helvetischen Zone ist es durch E. NIGGLI et al. (1956) beschrieben worden.

Oberpaläozoische Metasedimente und -eruptiva dieser Zonen zeigen häufig Stilpnomelan, nicht selten als Hauptgemengteil, während basische Gesteine, zum Beispiel diejenigen der Antiklinale von Acceglio sowohl Lawsonit wie Pumpellyit führen können. Allerdings wird man diese beiden Mineralien am Innensaum der Stilpnomelanzone nicht mehr finden. Ihr Verbreitungsgebiet überdeckt eben nur einen Teil der Stilpnomelanzone.

In der Pumpellyit-Lawsonit-Zone sind magmatische Texturen (Pillows, Brekzien u. a.), Strukturen und Mineralien trotz der oft sehr intensiven Deformation überall noch konserviert. Alpeneinwärts werden diese Relikte spärlicher, und es bleiben nur grobe Texturelemente erhalten, mit Ausnahme der Gabbros, die auch hier noch Reste der ursprünglichen Struktur und des Mineralbestandes bewahren (z. B. Allalingabbro). Zugleich nimmt die Korngrösse der Metamorphite alpeneinwärts zu.

Richten wir nun unser Auge auf die mehr intern gelegene Zone höherer Metamorphose. In ihr liegt die Hauptmasse der Ophiolithe — ein ca. 25 km breites Band bildend — das von den freigelegten Kuppeln der internen Massive der Dora Maira, des Gran Paradiso und des Monte Rosa durchbrochen wird. Diese Massive bilden tektonische Fenster in der Ophiolith-Decke.

Es ist nicht möglich und in diesem Zusammenhang auch nicht notwendig, alle charakteristischen Paragenesen der basischen Metamorphite dieser Zone anzuführen. Granat wird nun zu einem allgemein verbreiteten Gemengteil. Er findet sich vor allem in den Eklogiten, in den Granat-Glaukophanschiefern und -amphiboliten, aber auch in den die Ophiolithe begleitenden sedimentogenen Lagen; in den Granatglimmerschiefern, den Piemontitquarziten, in den Kalkmuscowitschiefern u. a. Nicht selten finden sich auch Chloritoid-führende basische Metamorphite. Muscovit und Paragonit sind sehr verbreitet (s. BEARTH, 1959).

Auf sekretionären Adern erscheinen in dieser Zone Albit, Quarz und Carbonate, Chlorit, Talk, Glaukophan, Omphazit, Chloritoid und Disthen (Täschtal). Disthen ist meines Wissens als Gesteinsgemengteil der Ophiolithe dieser Zone noch nicht beobachtet worden.

Diese *Granat-Chloritoid-Zone*, wie ich sie vorläufig nennen möchte, taucht fensterartig schon in den ligurischen Alpen nordwestlich Savona auf. Sie hat auch in den Hohen Tauern ihr Äquivalent — wie aus den Arbeiten von CORNELIUS und CLAR (1939) und von FRASL (1958) hervorgeht (siehe auch MEIXNER, 1958, und BECK-MANNAGETTA, 1961).

Ganz analoge Paragenesen beschreiben NOVARESE, FRANCHI u. a. auch aus der *Sesiazone* (siehe auch R. MICHEL, 1953, und BIANCHI-DAL PIAZ, 1961).

Es ist noch verfrüht, eine definitive Grenze zwischen der Pumpellyit-Lawsonit- und der Granat-Chloritoid-Fazies zu ziehen oder gar deren weitere Unterteilung zu versuchen. In Fig. 1 haben wir deshalb die Abgrenzung der Zonen absichtlich unbestimmt gelassen. Sie könnte angenähert auch nur für basische Gesteine angegeben werden. Wählt man eine andere Gesteinsgruppe, so werden sich die Zonengrenzen keineswegs decken. Für viele pelitische Gesteine fällt die Chloritoid-Isograde zum Beispiel noch in die Stilpnomelanzone.

Die Fig. 1 bedarf in mancher Hinsicht der Ergänzung. Trotz ihrer Lücken erlaubt sie aber doch schon einige interessante Schlussfolgerungen. Diese betreffen sowohl mehr lokale als regionale Verhältnisse.

In regionaler Hinsicht wird aus dem Gesagten vor allem deutlich, dass die Metamorphose von aussen nach innen zunimmt.

Fig. 1 und das über den Verlauf der Stilpnomelanzone Gesagte zeigen, dass die *Zonen gleicher Metamorphose ungefähr parallel zum allgemeinen Streichen verlaufen*. So liegt die Carbonzone (Zone Houillère) im ganzen Westalpenbogen in der Stilpnomelanzone. Sofern sie überhaupt umkristallisiert sind, können basische Gesteine dieser und der anschliessenden Streifen entweder Pumpellyit oder Lawsonit oder beide zusammen zeigen.

Dieser ruhige, den Längsachsen entsprechende Verlauf der Isograden zeigt, dass Metamorphose und Tektonik Folgen ein und desselben Geschehens sind.

Wir sind uns wohl alle darüber einig, dass der Hauptfaktor bei der Metamorphose die Temperatur ist. Nach dem Gesagten müsste also im alpinen Orogen eine Temperaturzunahme von aussen nach innen erfolgt sein. Kein einziges Profil im Westalpenbogen lässt nun eindeutig die Schlussfolgerung zu, dass diese Temperaturzunahme einzig und allein auf eine stärkere Belastung der innern Zone (etwa im Sinne einer „*géosynclinal des nappes*“ von ELLENBERGER) zurückzuführen ist. Wäre dies doch der Fall, dann müsste die Granat-Chloritoidzone vielleicht schon *während*, jedenfalls aber *nach* der Metamorphose um einen sehr erheblichen Betrag (5 oder mehr km) stärker herausgehoben worden sein, was natürlich wichtige tektonische Konsequenzen hätte.

Das vorhin erwähnte Zonenstreichen erfährt nun aber am Simplon ein schroffes Ende. Hier werden die W-E-streichenden isometamorphen Zonen auf kurze Distanz schief zum Streichen nach Norden abgebogen. Die Isograden verlaufen hier unbekümmert um die Tektonik (siehe BEARTH, 1958). Dasselbe Bild wiederholt sich im Osten, im Grenzgebiet Tessin-Graubünden.

Die lepontinische Region stellt, wie E. WENK immer betont hat und wie aus seinen Arbeiten immer klarer hervorgeht, einen Sonderfall dar. Was uns hier aber vor allem interessiert, ist die Randpartie. *In dieser Randpartie interferieren zwei „Regional“-Metamorphosen*, eine ältere, der Tektonik kongruente, und eine jüngere, spät- bis posttektonische, die wir lepontinische Phase nennen können. Diese Überlagerung einer älteren Regionalmetamorphose durch eine jüngere, die im lepontinischen Raum lokalisiert ist, kann, wie ich schon 1958 kurz erwähnte, auch aus minerogenetischen Beziehungen abgeleitet werden. Sie äussert sich im Grenzgebiet der lepontinischen und der penninischen Region durch die Ummantelung aktinolithischer Kerne durch gewöhnliche Hornblende (KNUP, 1958) und von Albit durch Oligoklas (BEARTH, 1958) oder — noch drastischer — von Chloritoid durch Staurolith.

Gerade diese Randzone aber zeigt nun eine eindeutige Korrelation zwischen tektonischer Überlagerung und Metamorphose. Das Ossolatal liegt zum Beispiel in der Disthen-Staurolithzone, die Ophiolithe von Zermatt in der Chloritoid- und das Dent-Blanche-Kristallin gar in der Stilpnomelanzone, also eine klare Abnahme der Metamorphose gegen die höheren Stockwerke hin. Aber ist diese Zunahme der Metamorphose tessinwärts nun tatsächlich nur auf die zunehmende Belastung zurückzuführen? Meine Meinung ist, dass dieser Einfluss überschattet wird von der thermischen Wirkung der spättektonischen Vorgänge (Aufstieg granitischer Massen) im lepontinischen Raum. Ich möchte den Einfluss der Belastung keineswegs leugnen, bezweifle aber gerade in diesem Falle, dass der Temperaturanstieg nur auf Belastung zurückzuführen ist.

Versuchen wir zum Schluss auf Grund des Gesagten das Gebiet der alpinen Metamorphose in Zonen und Phasen zu gliedern, so ergibt sich etwa das folgende Schema:

$$\text{Regionalmetamorphose} \left\{ \begin{array}{l} \text{Phase I} \left\{ \begin{array}{l} \text{Pumpellyit-Lawsonit-Zone} \\ \text{Granat-Chloritoid-Zone} \end{array} \right. \\ \text{Phase II} \quad \text{Lepontinische Region} \end{array} \right.$$

Wenn wir noch die spät- oder postalpinen Intrusionen von Traversella, Biella, Bergell, Adamello etc. berücksichtigen, so können wir als viertes noch die Kontaktmetamorphose dieser Plutone hinzufügen.

Literaturverzeichnis

- BEARTH, P. (1952): Geologie und Petrographie des Monte Rosa. Beitr. geol. Karte d. Schweiz, N. F. 96.
- (1958): Über einen Wechsel der Mineralfazies in der Wurzelzone des Penninikums. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 38, 363—373.
- (1959): Über Eklogite, Glaukophanschiefer und metamorphe Pillowlaven. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 39, 268—286.
- BECK-MANNAGETTA, P. (1961): Zur Deutung der Eklogite im Koralpenkristallin (Zentralalpen). Tscherm. min. petr. Mitt., 3. F., 7, 437—450.
- BIANCHI, A., DAL PIAZ, GB., VITERBO, C. (1961): Precisazioni sulle masse di anfiboliti gabbriiche a gastaldite di Corio e Monastero e di altre località della zona Sesia-Lanzo (Alpi Occidentali). Rend. Soc. mineral. ital. 17, 614—616.
- BROUWER, H. A. and EGELER, C. G. (1952): The glaucophane facies metamorphism in the schistes lustrés-nappe of Corsica. Verh. Koninkl. Nederl. Akad. Wetensch. Afd. Naturk. 2. R., D. 48, 1—17.
- COOMBS, D. S. (1953): The pumpellyite mineralseries. Mineral. Mag. 30, 113—135.
- DEBENEDETTI, A. (1961): Stilpnomelan in Rocce della Val d'Aosta. Rend. Soc. ital. 17, 625—626.
- EGELER, C. G. (1956): The alpine metamorphism in Corsica. Geol. en Mijnb. Nw. ser., 4, 115—118.
- ELLENBERGER, F. (1957): Le stilpnomélane, minéral de métamorphisme régional dans la Vanoise. C. R. somm. Soc. géol. France, 63—65.
- (1958): Etude géologique du Pays de Vanoise. Mém. p. serv. Carte géol. France.
- (1960): Sur une paragenèse éphémère à lawsonite et glaucophane dans le métamorphisme alpin en Haute-Maurienne (Savoie). Bull. serv. Carte géol. France, 11, 2, 194—198.
- FABER, J. (1954): Quelques observations dans le Permo-Carbonifère de la Vallée de l'Arc. Bull. Serv. Carte géol. France, t. 52, 241, p. 240.
- FRANCHI, S. (1897): Sulla presenza del nuovo minerale lawsonite ecc. Acad. R. Sc. Torino 1896—1897.
- FRASL, G. (1958): Zur Seriengliederung der Schieferhülle in den mittleren Hohen Tauern. Jahrb. geol. Bundesanst., Bd. 101, 323—472.
- GANSSER, A. (1937) Der Nordrand der Tambodecke. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 17, 291—522.
- GILLIÉRON, F. (1946): Geologisch-petrographische Untersuchungen an der Ni-Co-Lagerstätte Kaltenberg. Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser., Lfg. 25.
- GRUBENMANN, U. (1906): Über einige schweizerische Glaukophangesteine. Rosenbusch-Festschrift. Stuttgart.
- VAN DER PLAS, L. (1959): Petrology of the Northern Adula Region. Leidse geol. Meded. 24, 2, 415—592.
- MICHEL, R. (1953): Les schistes cristallins des massifs du Grand Paradis et de Sesia-Lanzo. Sc. de la Terre 1, 290 p.
- (1957): Les faziès à glaucophane dans le massif d'Ambin. C. R. somm. Soc. géol. France, 150.
- MIYASHIRO, A. and SEKI, Y. (1958): Mineral Assemblages and subfacies of the glaucophane-schist facies. Jap. Geol. Geogr. 29, 199—208.

- NIGGLI, E. (1956): Stilpnomelan als gesteinsbildendes Mineral in den Schweizer Alpen. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* 36, 511—514.
- NIGGLI, E. (1960): Mineral-Zonen der alpinen Metamorphose in den Schweizer Alpen. *Intern. Geol. Congr. (Kopenhagen)* 13, 132—138.
- QUITZOW, H. W. (1935): Diabas-Porphyrite und Glaukophangesteine in der Trias von Nordkalabrien. *Nachr. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl. N. F.* 1, 83—118.
- (1936): Pumpellyit, ein häufiges Hydrothermal und Sekundärmineral in basischen Gesteinen. *Zbl. Mineral. A*, 136, 39—46.
- RIGGENBACH, E. und KAENEL, F. (1953): Die Arsen-Gold-Lagerstätte von Salaufe (Wallis). *Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Ser., Lfg.* 31.
- DE ROEVER, W. P. (1956): Some differences between post-palaeozoic and older regional metamorphism. *Geol. Mijnb.* 123—127.
- SCHAER, J. P. (1960): Géologie de la partie septentrionale de l'éventail de Bagnes. *Arch. Sc. Genève* 12, A 59, 473—620.
- SCHNELL, J. R. (1921): Les roches basiques des nappes penniques. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* 1, 215—309.
- SEKI, Y. (1958): Glaucophanitic regional metamorphism in the Kanto Mountains, central Japan. *Jap. Geol. Geogr.* 29, 233—258.
- STAUB, R. (1920): Über ein neues Vorkommen von Glaukophangesteinen in Graubünden. *Eclogae geol. Helv.* 16, 26—28.
- (1921): Über ein Glaukophangestein aus dem Avers. *Eclogae geol. Helv.* 16, 217—219.
- STRECKEISEN, A. und NIGGLI, E. (1958): Über einige neue Vorkommen von Stilpnomelan in den Schweizer Alpen. *Schweiz. Min. Petr. Mitt.* 38, 76—83.
- VUAGNAT, M. (1956): Sur les roches à stilpnomelan du Versoyen, Savoie. *Arch. Sc. Genève*, 9, 321—325.
- WENK, E. (1956): Die lepontinische Gneissregion. *Eclogae geol. Helv.* 49, 251—265.
- WOYNO, T. J. (1911): Petrographische Untersuchungen der Casannaschiefer des mittleren Bagnetales (Wallis). *N. Jb. Mineral. etc. B. B.* 33, 136—207.

Manuskript eingegangen am 24. Oktober 1961.