Karten der Verbreitung einiger Mineralien der alpidischen Metamorphose in den Schweizer Alpen (Stilpnomelan, Alkali-Amphibol, Chloritoid, Staurolith, Disthen, Sillimanit)

Autor(en): **Niggli, Ernst / Niggli, Curt B.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **58 (1965)**

Heft 1

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-163268

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Karten der Verbreitung einiger Mineralien der alpidischen Metamorphose in den Schweizer Alpen (Stilpnomelan, Alkali-Amphibol, Chloritoid, Staurolith, Disthen, Sillimanit)

von **Ernst Niggli** und **Curt R. Niggli**[1])

Mit 6 Textfiguren

ABSTRACT

New maps illustrating the regional occurrence of the following minerals of the alpine (Tertiary) regional metamorphism are given: stilpnomelane, alkali-amphibole, chloritoid, staurolite, kyanite and sillimanite. For all localities reference to literature is presented; some occurrences are described here for the first time by the present authors. The maps confirm the provisional result obtained by E. Niggli (1960), namely that the resulting distribution pattern of the different minerals is relatively simple. Minerals indicating higher temperatures as well as higher pressures (staurolite and kyanite) occur in and around the region of the lower pennine nappes (lepontinic realm), which, in the opinion of the authors, were once deeply buried under a thick mass of nappes. The relations between tectonics, deformation and crystallization are not yet fully known; the views found in literature are contradictory. The present authors believe that deformation and crystallization, both having several phases, belong genetically and chronologically to the same main geologic processus, the main alpine folding.

Im Jahre 1960 veröffentlichte der eine von uns (E. N.) eine Arbeit über die «Mineralzonen der alpinen Metamorphose in den Schweizer Alpen». Ein Kärtchen illustrierte die Verbreitungsgebiete von alpidisch[2]) gebildetem Stilpnomelan, Alkali-Amphibol, Chloritoid, Disthen und Sillimanit. Es gelang uns in der Folge, weitere Fundpunkte namhaft zu machen, die das Bild ergänzen. Seit 1960 erschienen ferner auch von anderer Seite Arbeiten, die sich mit der Zoneographie der Mineralien der alpidischen Metamorphose und auch der Zerrkluftmineralien befassen: E. Wenk (1962), H. U. Bambauer u. a. (1962), P. Bearth (1962), A. Streckeisen (1962), N. D. Chatterjee (1961a). N. D. Chatterjee (1961b) veröffentlichte sodann auch eine Kritik der Publikation von E. Niggli (1960). Auf die kritischen Betrachtungen von N. D. Chatterjee soll im Nachstehenden an mehreren Stellen eingegangen werden.

Allgemeine Bemerkungen zu den Verbreitungskarten Fig. 1 bis 6

Gegenüber der oben erwähnten Arbeit von 1960 wurde neu die Verbreitung alpidisch gebildeten Stauroliths (Fig. 4) berücksichtigt. Für jedes Mineral wurde eine *eigene* Karte gezeichnet.

---

[1]) Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität Bern.

[2]) Wir sprechen in *dieser* Arbeit von «*alpidischer* Metamorphose», wenn wir die mit der tertiären, «alpidischen» Orogenese verknüpfte Regionalmetamorphose meinen.

Wie wir schon 1960 betonten, ist es nicht leicht, in alpidisch überprägten praetriadischen Gesteinen des voralpinen Grundgebirges mit Sicherheit die *alpidische* Kristallisation eines Minerals festzustellen. CHATTERJEE (1961b, S. 65) empfiehlt, solche Gesteine bei der Zoneographie gänzlich wegzulassen. Wir glauben, dass vor allem im hochmetamorphen Bereich des Lepontins (E. WENK, 1956a) die alpidische Kristallisation der von uns berücksichtigten Mineralien doch in den meisten Fällen mit genügender Sicherheit feststeht (siehe E. WENK, 1943, 1956a). Die von E. WENK benutzten gefügeanalytischen Methoden scheinen uns zureichend zu sein. Wir haben nun aber immerhin durch die Verwendung verschiedener Signaturen angegeben, ob das Mineral in postpermischen Sedimenten, oder in jungen Ophiolithen, oder in alpidisch metamorphen praetriadischen Gesteinen vorkommt. Im Helvetikum (inkl. Zentralmassive) und im ostalpinen Bereich ausserhalb der Wurzelzone ist das Alter der von den Geologen für postpermisch gehaltenen Sedimentserien meist einwandfrei durch Fossilien belegt. Im penninischen Bereich fehlen zwar in der Trias und den Bündnerschiefern Fossilien nicht völlig, die das postpermische Alter belegen; in manchen Fällen ist aber die Zuordnung zur Trias oder zur posttriadischen Bündnerschieferserie doch fraglich. Wir haben in Zweifelsfällen die Signatur: «alpidisch metamorphe praetriadische Gesteine oder Gesteine unsicheren Alters» gewählt. Einige dieser Gesteine sind aber doch wohl metamorphe mesozoische Sedimente oder junge Ophiolithe.

Manche Fundpunkte liegen so nahe beieinander, dass sie nicht einzeln auf die Karten eingetragen werden konnten. In der Tabelle «Verzeichnis der Fundpunkte» sind die Lokalitäten einzeln und unter Angabe der Literaturstelle aufgeführt. Es wurde jeweilen vermerkt, für welche Fundorte zusammen nur *ein* Punkt auf der Karte zu finden ist. In manchen Fällen kommen natürlich die Mineralien in grösseren, zusammenhängenden Gesteinsarealen überall vor. Auch in solchen Fällen gaben wir nur repräsentative «Punkte» an. In der genannten Tabelle sind die Lokalitäten für die sechs berücksichtigten Mineralien in sechs Abschnitten getrennt angegeben. Manche Fundpunkte beziehen sich auf Gesteine, die mehr als eines der sechs Mineralien enthalten. Verweise orientieren jeweilen über diesen Sachverhalt. Die Gesteinsbezeichnung ist meistens der jeweiligen Originalarbeit entnommen und nicht vereinheitlicht worden. Neben einer allgemeinen Ortsangabe vermelden wir überall die meist von uns ermittelten Koordinaten des Fundpunktes. Unbestimmte Ortsangaben in der Literatur erschwerten dieses Unterfangen beträchtlich; manche Koordinatenangaben sind daher nur angenähert richtig. Wo uns die Mineralbestimmung unsicher schien, versuchten wir an Originalproben die Bestimmung zu bestätigen. In einigen Fällen stellten wir hierbei Falschbestimmungen fest.

Mehrere Fachgenossen stellten uns unveröffentlichte Angaben zur Verfügung. Es sind dies die Herren A. ARNOLD, cand. min.-petr. (Bern), Dr. S. GRAESER (Bern), Prof. Dr. Th. HÜGI (Bern), M. LISZKAY, cand. geol., (Bern), Dr. J. v. RAUMER (Fribourg), A. STECK, cand. min.-petr. (Bern), Prof. Dr. A. STRECKEISEN (Bern) und Prof. Dr. E. WENK (Basel). Wir sind ihnen dafür zu grossem Dank verpflichtet. Einige neue Fundpunkte beruhen auf eigenen Untersuchungen, entweder an selbst gesammelten Proben oder an Material fremder Sammlungen. Proben aus ihren Sammlungen stellten uns die Herren Prof. Dr. J. CADISCH

(Bern) Dr. R. ZULAUF (Zürich) und Prof. Dr. E. WEGMANN (Neuchâtel) zur Verfügung. Auch ihnen sei hier bestens gedankt.

Die Angaben beziehen sich mit zwei Ausnahmen auf das Vorkommen der Mineralien als eigentliche gesteinsbildende Komponenten. Bei den Ausnahmen handelt es sich um Angaben über disthenführende Quarzknauer oder -Linsen. Solche Bildungen sind von den Mineralien in offenen Zerrklüften von «alpinem Typus» zu unterscheiden; sie stehen in genetischem und zeitlichem Zusammenhang mit der eigentlichen Gesteinsmetamorphose. In den Schweizer Alpen sind praktisch immer auch im Nebengestein solcher Linsen Chloritoid oder Disthen vorhanden.

Schon an dieser Stelle sei festgehalten, dass sich trotz starker Vermehrung der Fundpunkte das in E. NIGGLI (1960) skizzierte Bild der Verbreitung der alpidischen Mineralien nicht wesentlich verändert hat.

Verbreitung von alpidischem Stilpnomelan (Fig. 1). Es gibt ohne jeden Zweifel alpidisch gebildeten Stilpnomelan; mehrere der angeführten Fundpunkte beziehen sich ja auf fossilführende meso- bis neozoische Gesteine mit Neubildungen dieses Minerals. Für die anderen Vorkommen ist alpidisches Alter sehr wahrscheinlich. In einigen Fällen handelt es sich um herzynische Granite und Granodiorite, die wohl nur die alpidische Metamorphose erlitten haben. Das Stilpnomelanfeld, das gegenüber der Arbeit von E. NIGGLI (1960) wesentlich mehr Punkte enthält, zeichnet einen bogenförmigen, nach Norden konvexen Streifen, der das stilpnomelanfreie Gebiet der unteren penninischen Decken und das Gotthardmassiv umsäumt. Die Nordgrenze, das heisst die Linie des ersten Erscheinens von Norden her, liegt etwa in der Mitte der helvetischen Zone nördlich der Zentralmassive; ganz im Westen könnte nach den spärlichen vorliegenden Angaben die Nordgrenze in das Mont Blanc-Massiv abbiegen. Wir finden also Stilpnomelan in den mittleren und südlichen Teilen der helvetischen Decken, im Aar- und Mont Blanc-Massiv, in den oberen penninischen Decken und im ostalpinen Bereich. Er scheint im Bereich der unteren penninischen Decken (Lepontin), in der sogenannten Wurzelzone und im Gotthardmassiv zu fehlen. Stilpnomelan wurde in sehr verschiedenen Gesteinen gefunden; so in kalkigen Sedimenten, in Quarziten, in diversen glaukonitführenden Sedimenten, in Gneisen und Graniten, in Ophiolithen und in Erzlagerstätten. Er scheint in eigentlichen Tonschiefern, d. h. in sehr aluminiumreichen Gesteinen zu fehlen. Wir fanden ihn nie im gleichen Gestein zusammen mit Chloritoid. Wohl aber kommen im Wallis Chloritoid und Stilpnomelan in der gleichen Gesteins*serie* vor. Die Nordgrenze des Auftretens von Chloritoid liegt also innerhalb des Stilpnomelanfeldes. – Das von H. P. CORNELIUS (1950) «Chrysobiotit» genannte Mineral ist wohl ebenfalls Stilpnomelan (E. NIGGLI, 1956) und wurde von uns als solcher in die Fundpunktliste und die Karte aufgenommen.

Stilpnomelan kommt an einigen Stellen (Gonzen, Mont Chemin, Alp Parsettens) in Erzlagerstätten vor. Es kann in diesen Fällen natürlich auch daran gedacht werden, dass die Bildung des Stilpnomelans mit der Erzlagerstättenbildung selbst und nicht mit der alpidischen Metamorphose zusammenhängt. Anlässlich einer Exkursion des Mineralogisch-petrographischen Institutes Bern konnten indessen A. STECK und andere Teilnehmer feststellen, dass am Mont Chemin Stilpnomelan auch in völlig mit Mineralien gefüllten Zerrklüften auftritt; die Klüfte

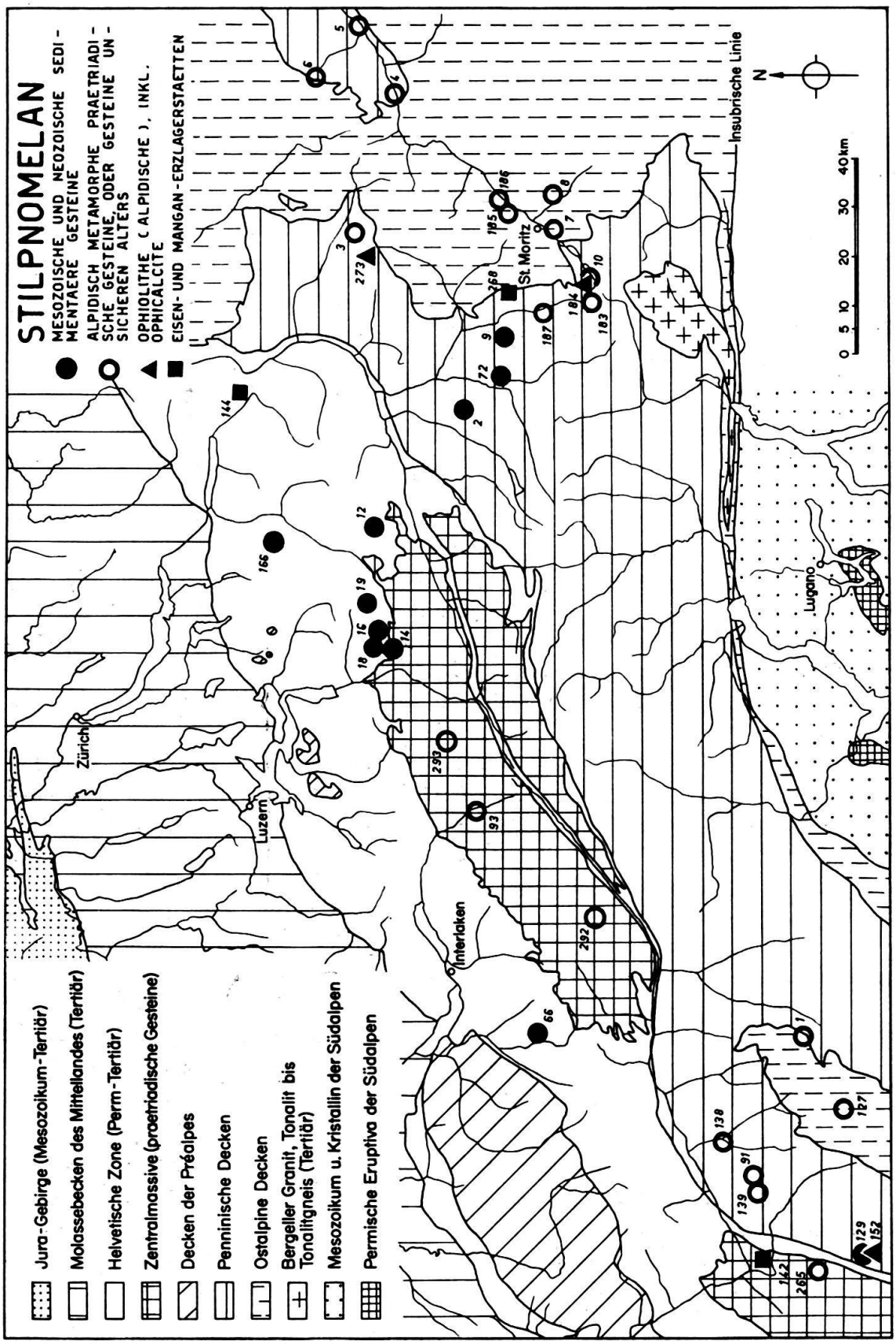

Fig. 1. Verbreitung des Vorkommens von alpidisch gebildetem Stilpnomelan.

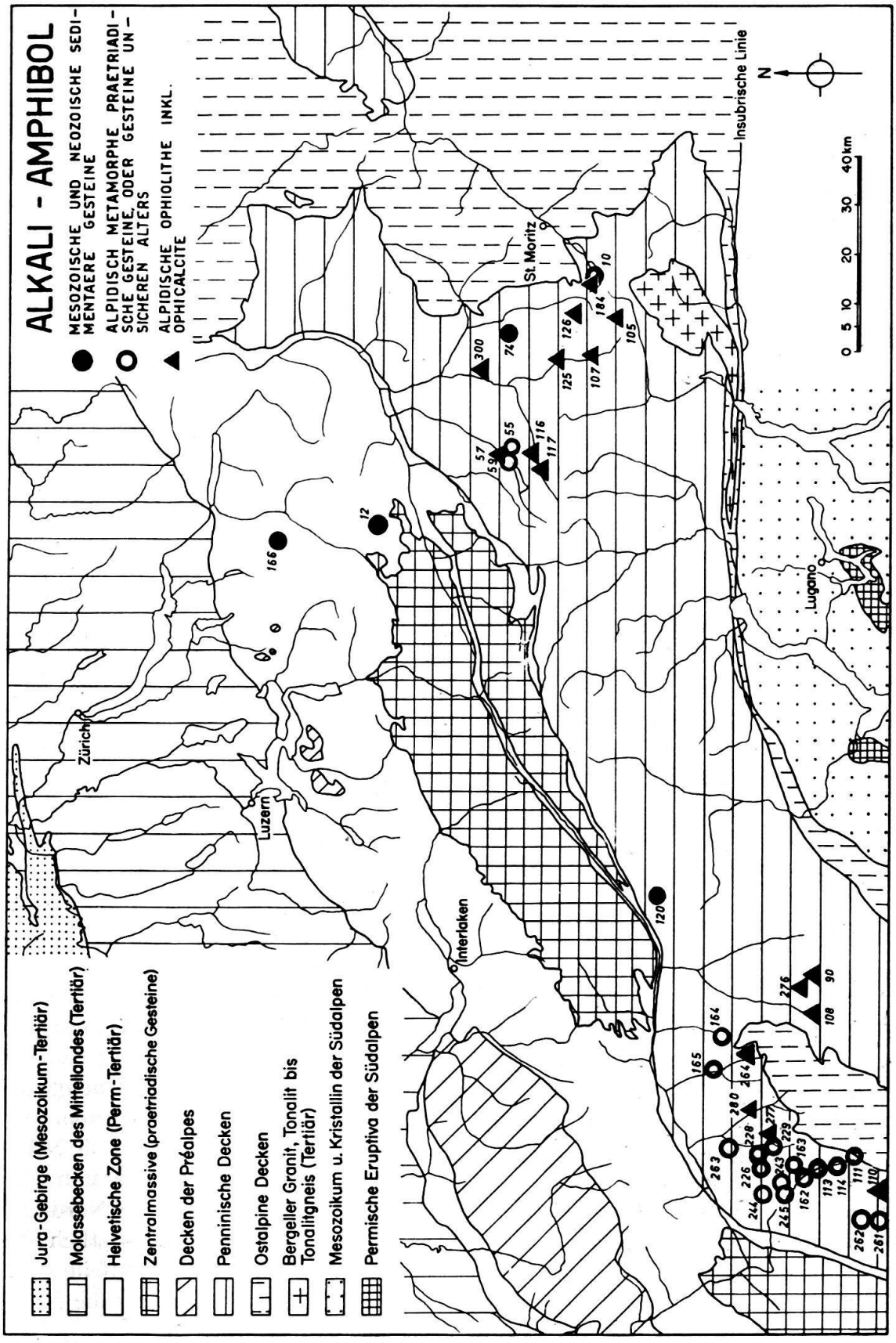

Fig. 2. Verbreitung des Vorkommens von alpidisch gebildetem Alkali-Amphibol.

haben eine Lage, die es zusammen mit dem Aussehen wahrscheinlich machen, dass sie dort wenigstens mit der alpidischen Orogenese zusammenhängen.

Verbreitung von alpidischem Alkali-Amphibol (Fig. 2). Alpidisch gebildete Alkali-Amphibole kommen zweifelsfrei vor. Wir finden sie in fossilführenden Sedimenten und in jungen Ophiolithen. Da ferner schon mehrfach betont wurde (siehe z. B. L. v. d. Plas, 1959, S. 570), dass Glaukophan ganz überwiegend in postpaläozoischen Orogenen vorkomme, liegt auch in den Alpen die Versuchung nahe, a priori jedem Alkaliamphibol und insbesondere jedem Glaukophan alpidisches Alter zuzuschreiben. In einer wichtigen Arbeit haben nun aber A. Bianchi und G. dal Piaz (1963) dargetan, dass die Glaukophane bis Gastaldite der Zone von Sesia – Val di Lanzo voralpidisches Alter haben müssen, da sie auch schon in Blöcken einer praktisch unmetamorphen pyroklastischen Serie des Perms der Zone von Canavese vorkommen. Alkali-Amphibole sind also in den Alpen keine «Leitmineralien» für alpidische Metamorphose. Es muss daher zugegeben werden, dass auch die bekannten Glaukophane in den praetriadischen Serien der Bernhard-decke schon voralpidisch entstanden sein könnten. Da aber mehrere Autoren auch ein alpidisches Alter für möglich halten und im Wallis auch in jungen Ophiolithen Alkali-Amphibol vorkommt, haben wir die genannten Vorkommen mit Vorbehalt in unsere Karte aufgenommen.

Das Feld der Alkaliamphibole, das durch relativ wenige Punkte belegt ist, deckt sich ungefähr mit den kombinierten Verbreitungsgebieten von Stilpnomelan und Chloritoid. Da nicht alle Alkali-Amphibole genügend genau untersucht worden sind, konnten wir nicht immer genaue Angaben über die jeweilen vorliegende Varietät machen. Es kommen Glaukophan, Gastaldit, Crossit und diverse Mg-Riebeckite i. w. S. (Rhodusit etc.) vor. Letztere findet man einmal in den äusseren Teilen des Verbreitungsgebietes (Punkte 10, 11, 12, 74, 120, 166), dann aber auch im Bereich höherer Metamorphose in einem eisenreichen, erzführenden Triasdolomit (Punkt 120). Glaukophanfrei ist das Feld des Stauroliths, d. h. das Gebiet höchster Metamorphose im lepontinischen Raum. Ob er sich dort *vor* der Hauptkristallisation auch einmal gebildet hat, kann nicht entschieden werden.

Verbreitung von alpidischem Chloritoid (Fig. 3). Der Grossteil der Fundpunkte bezieht sich auf alpidisch metamorphe tonige Sedimente des Perms und vor allem des Mesozoikums. Besonders chloritoidreich sind die Phyllite der Quartenschieferserie (obere Trias). Es fehlen aber auch nicht Vorkommen in basischen Gesteinen, z. B. in jungen Ophiolithen (P. Bearth, 1963) und in kalkigen Sedimenten (Punkte 188–190 und 267 in Fig. 3). Das Chloritoidfeld schliesst im Süden mit nur geringer Überlappung an das Staurolithfeld an; in einem schmalen Übergangsstreifen kommen stellenweise Chloritoid und Staurolith im gleichen Gestein vor. Im Kern des Staurolithfeldes ist nirgends Chloritoid festgestellt worden. Die Nordgrenze liegt nach den bisherigen Daten direkt nördlich der Urserenzone[3]), die das Aar- vom Gotthardmassiv trennt; im Westen liegt die Nordgrenze am Nordrand der penninischen Decken, resp. innerhalb der helvetischen Wurzel östlich des Mont Blanc-Massivs. Im Osten reicht ein Ausläufer des Chloritoidfeldes bis Reichenau. Die Nordgrenze des Chloritoidfeldes liegt also südlicher als die Nord-

[3]) Auch Urseren-Garvera-Mulde genannt.

grenze des Stilpnomelanfeldes. Es ist aber denkbar, dass Chloritoid in ganz besonders Al-reichen Gesteinen (Übergänge zu lateritisch-bauxitischen Bildungen) auch in Bereichen sehr schwacher Metamorphose noch vorkommen könnte (siehe dazu auch F. ELLENBERGER, 1958).

Chloritoid als alpidisches Mineral ist im Tauernfenster ebenfalls festgestellt worden. Es erschien uns daher als möglich, dass auch im Unterengadiner Fenster Chloritoid vorkommen könnte. Obwohl wir in der Literatur keine Hinweise fanden, suchten wir, allerdings vergeblich, in einer Geländebegehung nach chloritoidführenden Gesteinen in den Bündnerschiefern dieses Fensters. Die untersuchten Proben stammen von der Strasse Vinadi–Samnaun und aus der Umgebung von Pfunds. Sie waren alle chloritoidfrei. – M. SCHENKER (1946, S. 40) erwähnt Chloritoidschiefer aus den Quartenschiefern am Weg von Ausserberg nach Ranft in einem Sedimentkeil am Südrand des westlichen Aarmassivs. Die Untersuchung am Originalschliff ergab, dass es sich um Turmalin handelt. Weggelassen wurde der unsicheren Bestimmung wegen auch das von R. O. BRUNNSCHWEILER (1948, S. 31) erwähnte Vorkommen im Puntegliasgebiet. – Zur Verbreitung des monoklinen und des triklinen Chloritoids siehe L. v. D. PLAS u. a. (1958) und W. JUNG (1963).

Verbreitung von alpidischem Staurolith (*Fig. 4*). Alpidischer Staurolith ist durch Funde in fossilführenden mesozoischen Gesteinsserien des Gotthardmassivs belegt. Nach den Untersuchungen der Basler Schule (siehe z. B. E. WENK, 1943) darf aus gefügeanalytischen Gründen mit grosser Sicherheit angenommen werden, dass auch die Staurolithe der übrigen Fundpunkte[4]) in Fig. 4 alpidisches Alter besitzen, da vielleicht mit Ausnahme des Zirkons und eventuell anderer Akzessorien die Metamorphite der lepontinischen Region (Simplon–Tessin) völlig alpidisch umkristallisiert sind. Staurolith kommt u. a. auch im Altkristallin der oberostalpinen Decken vor, ist aber dort sicher voralpidisch entstanden. Diese Vorkommen sind selbstverständlich nicht in Fig. 4 aufgenommen worden. – Das Feld des Stauroliths schliesst sich an das Feld des Chloritoids an und markiert (zusammen mit den Disthen- und Sillimanitfeldern) das Gebiet höchster Metamorphose in den Schweizer Alpen. Im Norden greift das Staurolithfeld in das zentrale südliche Gotthardmassiv hinein, im Osten reicht es bis in den Querschnitt des Gardasees; die wenigen Punkte im Osten lassen diesen östlichen Ausläufer allerdings zunächst noch als nicht ganz gesichert erscheinen. Wie der Arbeit von E. WENK (1962) entnommen werden kann, zeigt aber auch die Karte der An-Gehalte (im Paar Plagioklas–Calcit) für die Zonen höchster Metamorphose einen ähnlichen Ausläufer bis zum Bergellergranit hin. Im Tessiner Querschnitt reicht das Staurolithfeld nach Süden bis fast zur Insubrischen Linie, von der es nur durch den sehr schmalen Streifen der wenig metamorphen Canaveseserie getrennt ist. Im Querschnitt des Tocetales erreicht das Staurolithfeld nach Süden hin den Nordrand der Canavesezone nicht mehr; dass nach Westen zu die Südgrenze des Staurotithfeldes nach Norden abbiegt und das Gebiet schwächerer Metamorphose sich verbreitert, wird auch durch das Vorkommen von Chloritoid

[4]) Bei einem Teil dieser Gesteine handelt es sich wohl ebenfalls um mesozoische Bündnerschiefer. Es ist aber im Lepontin meist sehr schwierig, solche nichtkarbonatische mesozoische Gesteine mit Sicherheit von praetriadischen Metasedimenten zu unterscheiden.

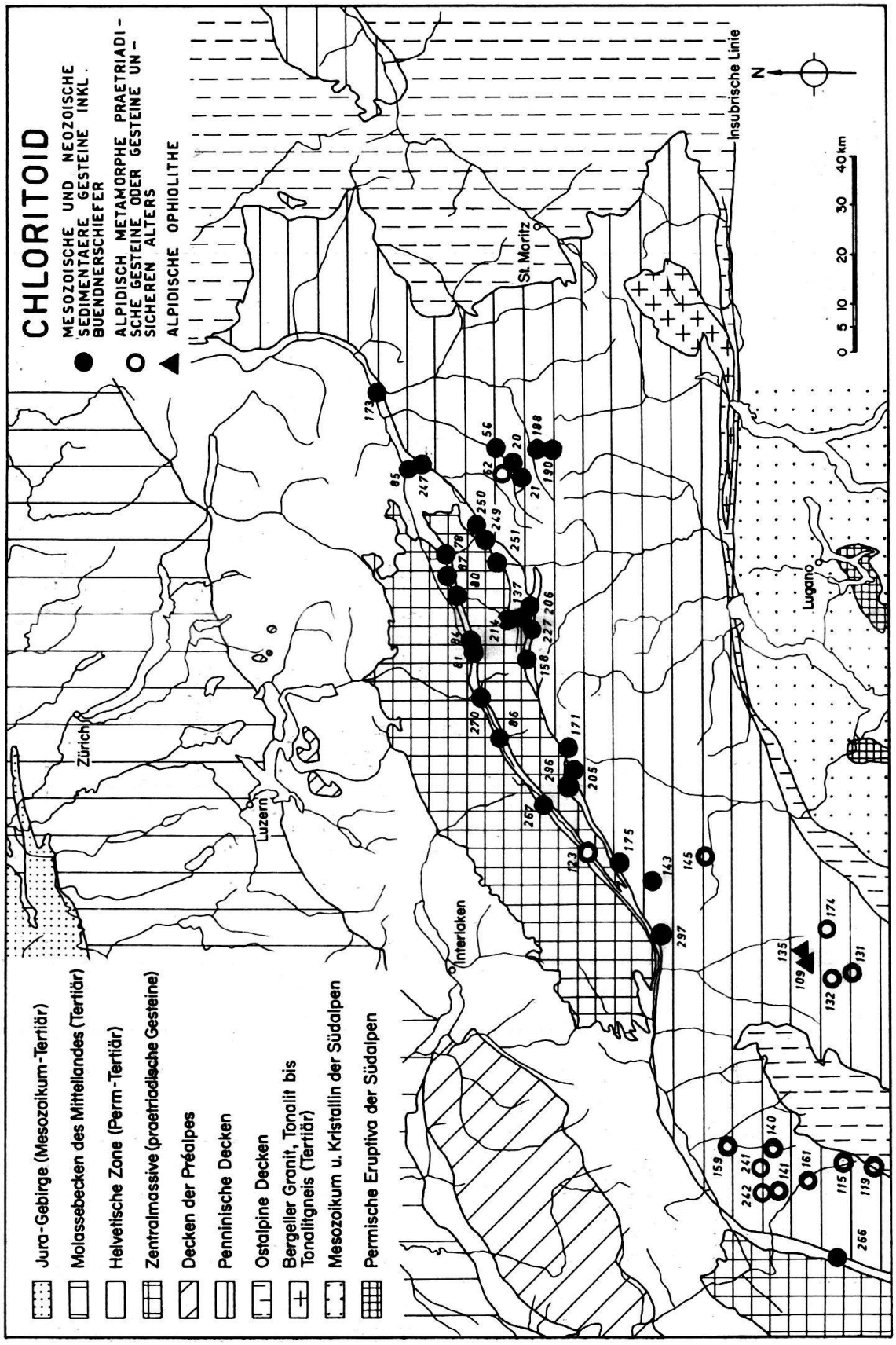

Fig. 3. Verbreitung des Vorkommens von alpidisch gebildetem Chloritoid.

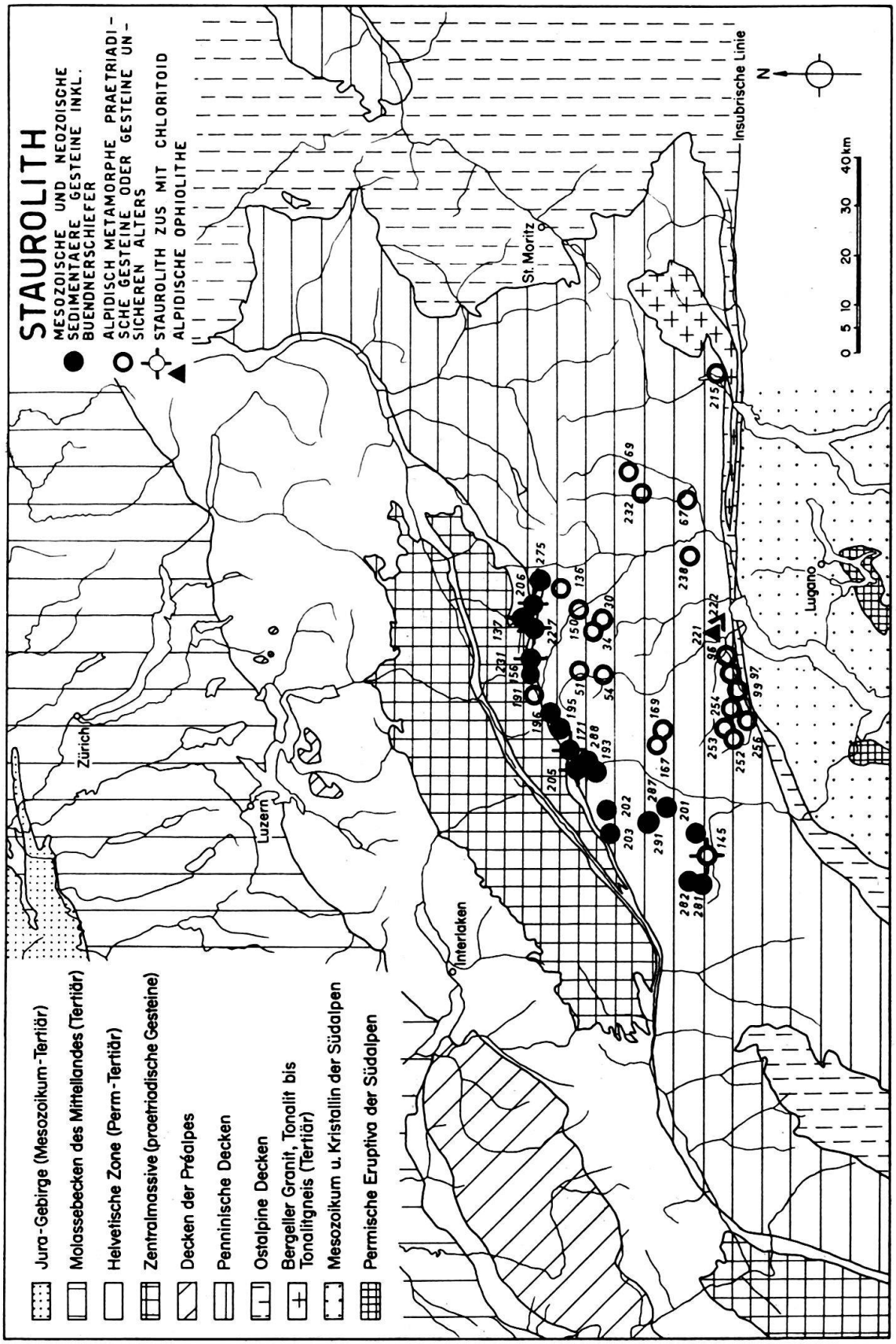

Fig. 4. Verbreitung des Vorkommens von alpidisch gebildetem Staurolith.

bei Punkt 145 erhärtet. Im Toce-Querschnitt kann von Domodossola nach Süden hin eine Abnahme des Grades der alpinen Methamorphose konstatiert werden (siehe dazu auch die Karte in E. WENK, 1962). In unseren Karten ist allerdings nun dieses Hineingreifen (nach Osten) der Zonen schwächerer Metamorphose im Süden des Staurolithfeldes nicht richtig belegt, da kein Stilpnomelan und *nur ein* Chloritoid (Pt. 145) bislang dort gefunden wurden.

Am Rande des Staurolithfeldes (im Norden und im Südwesten) sind in einer schmalen Übergangszone Chloritoid und Staurolith zusammen im gleichen Gestein gefunden worden. Das Disthenfeld ist etwas ausgedehnter als das Staurolithfeld (siehe nächster Abschnitt), sehr oft kommen aber beide zusammen im gleichen Gestein vor. Das Staurolithfeld deckt sich recht gut, aber nicht völlig, mit dem Auftreten rotbraunen alpidischen Biotits. Es sei aber mit Nachdruck betont, dass alpidischer grüner Biotit bis weit in das Feld des Stilpnomelans reicht und dass auch normalbraune alpidische Biotite ausserhalb des Staurolithfeldes vorkommen (siehe E. JÄGER, 1962). Es unterliegt meines Erachtens keinem Zweifel, dass im gleichen, recht weiten PT-Bereich Chlorit *und* Biotit entstehen können, wobei der Bauschalchemismus des Gesteins und die Art der praeexistierenden Mineralien das Entstehen der einen oder anderen Mineralart oder beider Mineralarten bestimmt.

Verbreitung von alpidischem Disthen[5]) (*Fig. 5*). Auch dieses Mineral tritt in sicher mesozoischen Gesteinen auf. Für die anderen Gesteine gilt das im Abschnitt «Staurolith» gesagte. In den meisten Fällen handelt es sich um tonerdereiche Gesteine; vereinzelt finden wir ihn aber auch in eklogitartigen Metabasiten. Praktisch im ganzen Staurolithfeld finden sich auch Fundpunkte von Disthen; das Disthenfeld greift aber an einigen Stellen auch nach N, NE und W etwas über das Staurolithfeld hinaus. So finden wir Disthen im Monte Rosa-Gebiet, im Gebiete von Vals (in beiden Gebieten zusammen mit Chloritoid) und auch schon in der Scopi-Mulde am Lukmanierpass. Im Lukmanier-Querschnitt begegnet man, von Norden her kommend, zuerst Disthen und erst etwas weiter südlich Staurolith. Im Südosten dagegen scheinen das Staurolith- (und auch das Sillimanit-) Feld weiter nach Osten hin zu reichen als das Disthenfeld.

Verbreitung von alpidischem Sillimanit (*Fig. 6*). Sillimanit wahrscheinlich alpidischen Alters kommt vom Centovalli bis in die Gegend westlich des Bergeller Granits in der sog. Wurzelzone und in den südlichsten Teilen der unteren penninischen Decken vor. Es fehlen meistens genauere petrographische Beschreibungen; nach den spärlichen Angaben der Literatur und eigenen Beobachtungen liegt Sillimanit überwiegend in der fibrolithischen Varietät vor. Das Vorkommen ist immer recht lokal; in den gleichen Gesteinsserien kommen oft auch Disthen und Staurolith vor. Ferner ist sehr oft auch Muskowit im gleichen Gesteinskomplex oder im gleichen Gestein vorhanden. Gegen Osten zu werden allerdings Gesteine häufiger, die zwar Sillimanit, aber keinen Disthen und auch keinen Staurolith führen. Im Schliff zeigt Sillimanit keine Reaktionsbeziehungen zu Disthen (siehe z. B. A. E. MITTELHOLZER, 1936); er ist dagegen oft mit Biotit

[5]) Siehe dazu auch die Arbeit von TH. HÜGI: «Disthen- und Sillimanitgehalte einiger Gesteine der Schweizer Alpen» in diesem Heft, S. 391.

verwachsen, aus dem er entstanden zu sein scheint. Schon 1960 stellten wir die Vermutung auf, dass Sillimanit an das Auftreten junger Pegmatite (juveniler Herkunft oder Mobilisate?) und an das Auftreten junger «Injektionen» gebunden zu sein scheine. Wir schlossen daraus, dass eine höhere Temperatur (bei gleichem Druck) die Bildung des Sillimanits bewirkt haben könnte. Das Feld unserer Fig. 6 bestärkt uns in unserer Auffassung. Wir haben, entgegen der Kritik von N. D. CHATTERJEE (1961 b, S. 62) selbstverständlich nie behauptet, dass Sillimanit *notwendigerweise* bei höherer Temperatur entstanden sein müsse als Disthen. Selbstverständlich genügt auch eine Druckerniedrigung bei konstanter Temperatur, dass sich statt Disthen Sillimanit bildet. In unserem Fall haben wir keine Anzeichen, die für lokale Druckerniedrigung sprechen, wohl aber in der Häufigkeit der Pegmatitgänge und der Injektionserscheinungen Hinweise, die eine lokale Temperaturerhöhung als möglich erscheinen lassen (siehe dazu aber auch S. 350; es ist wahrscheinlich, dass der Sillimanit etwas jünger als der Disthen ist und dass also plurifazielle Gesteine und keine stabilen, monovarianten Gleichgewichte Disthen-Sillimanit vorliegen). – Sicher *vor*alpidischer Sillimanit tritt u. a. südlich der Insubrischen Linie in der Zone von Ivrea s. l. und in den oberostalpinen Decken auf. In der Ivreazone s. l. ist aber die nicht-fibrolithische Varietät häufiger. Diese Fundpunkte sind selbstverständlich in unserer Karte nicht enthalten, da ja nach allen neueren Untersuchungen die Ivreazone s. l. zur insubrischen Zone gehört, die nur ganz schwache alpidische Überprägung aufweist. Gleiches gilt für die oberostalpinen Decken.

Auch sind wir durchaus der Meinung, dass nicht unbedingt *alle* Sillimanitvorkommen der Fig. 6 alpidisches Alter haben müssen. Dies gilt insbesondere für die östliche Punktgruppe. Von allen Verbreitungskarten dieser Arbeit ist die vorliegende vielleicht noch die unsicherste.

N. D. CHATTERJEE (1961 a, S. 34) erwähnt ein Vorkommen alpidischen Sillimanits in tonigen Lagen eines dolomitischen Triasmarmors (mit Anhydrit) aus dem Simplontunnel (9600 m vom Nordportal). Da dieses Vorkommen ausserhalb unseres Sillimanitfeldes fällt, ersuchten wir Herrn Prof. E. WEGMANN (Neuchâtel), uns die Originalprobe für eine Kontrolluntersuchung zu überlassen[6]). Diese ergab, dass das farblose, recht hoch lichtbrechende, im zweidimensionalen Schliff scheinbar stengelige Mineral *nicht* Sillimanit sein kann. Die optische Achsenebene steht senkrecht zur Längsrichtung; die Brechungsindizes liegen unter 1,63 und sind grösser als 1,60. Es handelt sich vielleicht um einen farblosen Chlorit. Dieses Mineral kommt auch im lepontinen Bereich des Tessins vor und kann dort mit Sillimanit verwechselt werden. Der von N. D. CHATTERJEE im gleichen Gestein gefundene Disthen konnte bestätigt werden (Punkt 264). – Zum Schluss sei noch darauf hingewiesen, dass auch die dritte polymorphe Modifikation von Al_2SiO_5, nämlich Andalusit, als junges Mineral in den Schweizer Alpen vorkommt, allerdings aber meines Wissens nicht als eigentliches gesteinsbildendes Mineral, sondern nur in Quarzadern und -knauern, so z. B. bei Castione (Lokalität 43), dort zusammen mit Disthen, ferner u. a. in einer Quarzader der Lokalität 40 im Val Calanca.

---

[6]) Wir danken Herrn Prof. WEGMANN herzlich für die Überlassung der Probe.

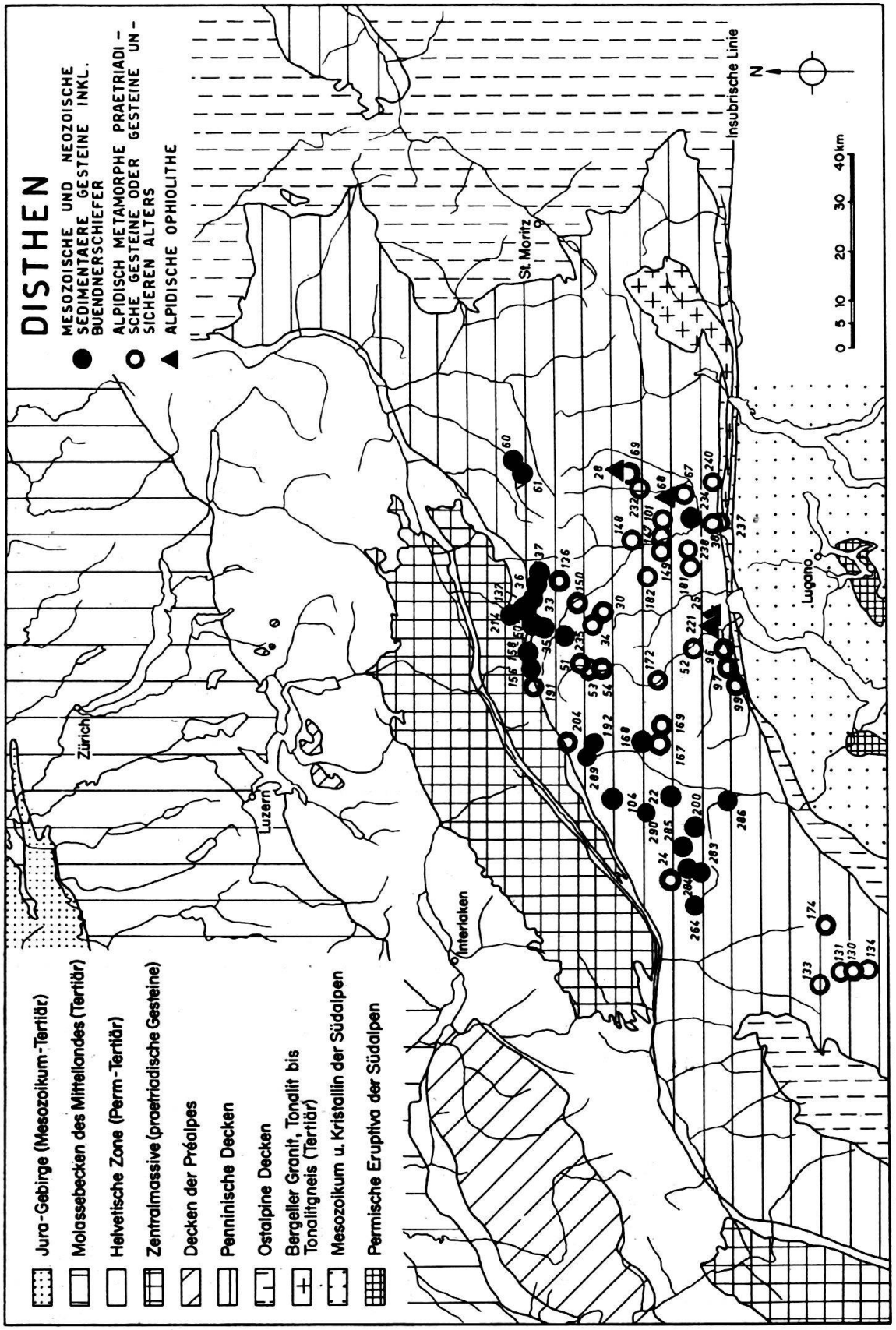

Fig. 5. Verbitungre des Vorkommens von alpidisch gebildetem Disthen.

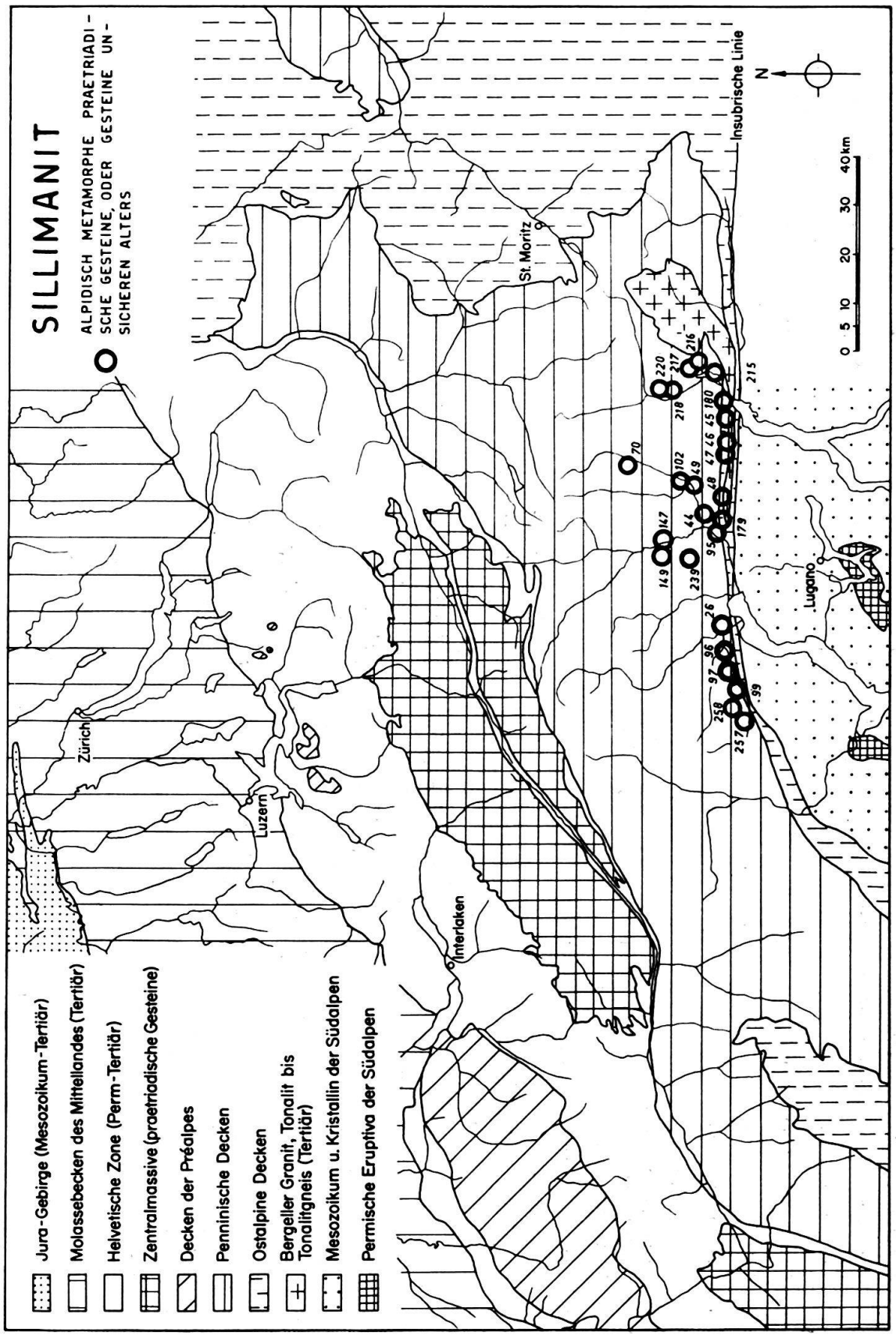

Fig. 6. Verbreitung des Vorkommens von alpidisch gebildetem Sillimanit.

Zur petrogenetischen Interpretation der Karten der Verbreitung von Mineralien der alpidischen Metamorphose (Fig. 1–6)

L. v. d. Plas (1959), E. Niggli (1960) und P. Bearth (1959) haben mit Nachdruck darauf hingewiesen, dass manche (aber übrigens lange nicht alle) alpidisch-metamorphen Gesteine der Alpen mehrere Stadien der alpidischen Metamorphose erkennen lassen und dass die verschiedenen Stadien durch spezifische Mineralien charakterisiert sind, die zu verschiedenen Mineralfazien der Metamorphose gehören und nicht genau gleichaltrig sind. De Roever (1963) nannte neulich metamorphe Gesteine «plurifaziell», wenn die verschiedenen beobachteten Stadien oder Phasen *einer* Metamorphe zugeordnet werden müssen und nicht *mehreren*, genetisch zu trennenden Gesteinsumwandlungen. Bei der Interpretation von Verbreitungskarten ist der plurifazielle Charakter natürlich zu beachten; die Karten behalten aber selbstverständlich ihren Wert, da sie ja beobachtete Daten übersichtlich wiedergeben. E. Wenk (1962), N. D. Chatterjee (1961 a, b), W. Plessmann (1957, 1958), H. G. Wunderlich (1957, 1958), R. H. Steiger (1962) u. A. haben versucht, die verschiedenen Mineralbildungsstadien in zeitliche Beziehung zur Deformation und zu den tektonischen Bewegungen in den Alpen zu bringen. Chatterjee, Wunderlich und Plessmann sind der Meinung, dass erstens die grossen Deckenüberschiebungen keine wesentlichen Spuren im Gefüge und im Mineralbestand hinterliessen, dass zweitens in späteren tektonischen Phasen die Umkristallisation einsetzte und dass (zum mindesten im Gebiete starker Metamorphose) ein grosser Teil der alpidischen Mineralbildungen erst *nach* dem völligen Absterben der «penetrativen» Bewegungen erfolgte. Die alpidische Metamorphose im Simplon–Tessin-Gebiet sei eine spät- bis posttektonische plutonische Metamorphose, verknüpft mit der alpidischen «Granitisation». Die Metamorphose sei genetisch nicht mit der Deformation in Beziehung zu bringen (N. D. Chatterjee 1961 b, S. 68–69).

Zu anderen Schlussfolgerungen kamen W. Nabholz und G. Voll (1963). Im östlichen Sedimentmantel des Gotthardmassivs sind nach diesen Autoren die Gefüge nicht posttektonisch getempert. Bewegungen und Kristallisationen überlagern sich zeitlich fast vollständig. Ferner seien die Deckenüberschiebungen nicht vormetamorph erfolgt. Diese Feststellungen beziehen sich zunächst nur auf das von Nabholz und Voll untersuchte Gebiet, das in der Chloritoidzone liegt. Es kann immerhin bemerkt werden, dass nach R. H. Steiger (1962, S. 470) auch in der Tremolaserie (im südlichen zentralen Gotthardmassiv), welche schon alpidischen Disthen und Staurolith führt, die Bewegungen die Hauptkristallisation (inkl. Porphyroblastenbildung) *überdauert* haben und dass dort im besonderen die horizontale E–W-Wellung (b-Lineation) jünger als die Porphyroblasten ist. Ferner steht nach Steiger die Bildung der ersten alpidischen Lineation im Zusammenhang mit den grossen Deckenüberschiebungen. Für einen engen Zusammenhang zwischen Bewegungen und Kristallisation zum mindesten der Granate sprechen ja auch die altbekannten gedrehten alpidischen Granate (siehe dazu L. J. Krige und R. H. Steiger, 1962). – Wir möchten noch auf die banale Tatsache hinweisen, dass bei der Untersuchung der Beziehungen zwischen Bewegungen und Deformation einerseits und Kristallisation anderseits vorsichtig

operiert werden muss: auch wenn in einem Schliff ein Porphyroblast «postkinematisch» zu sein scheint, ist damit noch nicht bewiesen, dass dieses Mineral wirklich jünger als die letzten Bewegungen und Deformationen in diesem *Gebiet* ist. Manche Deformationsstadien haben die Gesteine ausgesprochen selektiv überprägt und kleinere und grössere Bereiche praktisch unberührt gelassen, während andere Gesteinspartien «penetrativ», Korn für Korn, verformt wurden und zwar im gleichen Stadium.

Wir sind der Ansicht, dass in den Alpen die Beziehungen zwischen Bewegungen, Deformationen und Umkristallisation noch ungenügend geklärt sind und dass weitere Detailuntersuchungen nötig sind. Wir halten es immer noch für möglich, dass die paroxysmale Alpenfaltung, die Haupt-Gefügedeformationen und die metamorphen Umkristallisationen im wesentlichen zu *einem* genetisch einheitlichen geologischen Gross-Vorgang gehören[7]). Selbstverständlich spielten sich diese Vorgänge im Oberbau und Unterbau (Lepontin) in verschiedener Weise ab, woraus aber nicht auf einen *zeitlichen* Unterschied geschlossen werden darf. Es ist ohne Zweifel heute noch nicht möglich, mit einiger Sicherheit zu sagen, dass z. B. der Stilpnomelan in den nördlichen Alpen älter als der Staurolith oder der rotbraune Biotit im Lepontin-Bereich sei. Plurifazielle Altersfolgen können jeweilen nur im geologischen Kleinbereich eindeutig erkannt werden; zeitliche Parallelisierungen der Bildung von Mineralien in Gebieten schwächerer Metamorphose mit der Bildung anderer Mineralien in Gebieten stärkerer Metamorphose sind spekulativer Natur.

Eine genetische Interpretation der in fazieller Hinsicht mehrphasigen alpidischen Metamorphose in der Aduladecke hat übrigens der eine von uns (E. N., 1960, S. 136) versucht, worauf verwiesen sei.

Das wenige, was wir über die zeitliche Stellung und die zeitlichen Beziehungen der von uns berücksichtigten Mineralien wissen, sei trotzdem im Nachstehenden kurz zusammengefasst. Nach E. Niggli (1956), A. Streckeisen und E. Niggli (1958) und E. Jäger u. A. (1961) ist *Stilpnomelan* in den untersuchten Gesteinen eine relativ späte Bildung. Angaben über eindeutige Altersbeziehungen zum Alkaliamphibol und zum Chloritoid (mit dem er ja nie im selben Gestein vorkommt) fehlen. In bezug auf die *Alkaliamphibole* konnte L. v. d. Plas (1959) zeigen, dass in der Aduladecke Glaukophan älter ist als die ihn umrandende blaugrüne Hornblende und der noch jüngere Aktinolith[8]). Eindeutige Altersbeziehungen zum Chloritoid fehlen; L. v. d. Plas glaubt, dass Chloritoid und Glaukophan gleichaltrig seien. Nach dem gleichen Autor ist in der Aduladecke alpidischer Biotit jünger als Glaukophan; die Ungleichaltrigkeit ist ja aus mineralfaziellen Überlegungen wahrscheinlich. Es ist möglich, dass die Mg-Riebeckite nicht gleich alt wie die Glaukophane sind. Sie bilden manchmal Porphyroblasten und scheinen eine recht späte Bildung zu sein. *Chloritoid* ist in der recht schmalen Übergangszone zwischen Chloritoid- und Staurolithfeld nach L. Bossard (1929a, b) und W. van Holst Pellekaan (1913) dort immer älter als der Staurolith (Einschlüsse und Ummantelungen). Nach W. Nabholz und G. Voll (1963) reicht aber im östlichen Gotthardmassiv das Wachstum von Chloritoid bis in die letzten Be-

[7]) Dieser Grossvorgang kann natürlich durchaus in Phasen gegliedert sein.

[8]) Übereinstimmende Beobachtungen machte P. Bearth (1959) in den Westalpen.

wegungsphasen. Alpidischer *Staurolith* wird oft als typisch postkinematischer Porphyroblast beschrieben. W. TROMMSDORFF (1964) konnte aber kürzlich zeigen, dass Staurolith von Frodalera eine Regelung aufweist, die nicht durch belteropores Wachstum allein erklärt werden kann; mechanische Keimregelung muss mitgewirkt haben! – *Disthen* scheint oft im Schliff «postkinematisch» zu sein; andererseits zeigt er in den Disthenschiefern der gotthardmassivischen Quartenschieferserie häufig eine Regelung parallel zum älteren N–S-Linear und wird von der jüngeren E–W-Verfaltung zerbrochen. – *Sillimanit* zeigt im Schliff keine Reaktionsbeziehungen zu Disthen. Er ist oft als Fibrolith mit Biotit in Kontakt und vielleicht aus diesem hervorgegangen. Er könnte sehr wohl etwas jünger als die Hauptkristallisation der übrigen Mineralien der ihn enthaltenden Gesteine sein (siehe auch S. 345). Diese Gesteine wären dann «plurifaziell» im Sinne DE ROEVERS (1963) und es ist dann nicht nötig, den Sillimanit für eine «instabile» Bildung zu halten (E. WENK, 1962).

Die Bemerkungen zeigen, dass noch vieles für eine überzeugende zeitliche Einstufung fehlt. Es wird noch lange dauern, bis wir mit Sicherheit Karten zeichnen können, auf denen jeweilen nur Mineralien aufgeführt sind, die strikt gleichaltrig sind. Es sei noch nachgetragen, dass natürlich auch im selben geologischen Kleinbereich mehrere «Generationen» ein und desselben Minerals vorkommen können. Manche Mineralien sind sicher auch praktisch während der ganzen Zeit der alpidischen Überprägung in einem Gestein gewachsen. – Betonen möchten wir noch, dass auch im Gebiete schwächerer Metamorphose Mineralien vorkommen, die in bezug auf die Hauptdeformationen späte Bildungen sind, dass andererseits im Lepontin, dem Gebiet stärkster alpidischer Metamorphose, die meisten Mineralien nicht erst nach dem *völligen* Abklingen der «penetrativen Bewegungen» entstanden sind. – Es ist selbstverständlich erwünscht (N. D. CHATTERJEE, 1961b, S. 65) auch Karten fazieskritischer Mineralparagenesen (statt von Einzelmineralien) zu zeichnen. Dies erfordert aber einen beträchtlichen zusätzlichen Aufwand. Sehr erwünscht wäre auch eine genaue chemische Untersuchung alpidisch gebildeter Granate und eine Abklärung der Verbreitung ihrer Varietäten.

Unsere neuen Karten haben das in E. NIGGLI (1960) skizzierte Bild im wesentlichen unverändert gelassen, es aber im Detail ergänzt und besonders nach Osten hin erweitert. Die Verteilung der alpidischen Mineralien zeigt auch weiterhin ein recht einfaches Bild: Um einen geschlossenen, hochmetamorphen[9]) Kern (Staurolith, Disthen, Sillimanit) im Simplon–Tessin–untere Val Mera-Gebiet liegt eine Zone geringeren Metamorphosegrades (Chloritoid, Stilpnomelan), wobei von Norden her Stilpnomelan zuerst erscheint. Die Alkali-Amphibole zeigen eine weite Verbreitung und fehlen nur in der Staurolithzone völlig. Bemerkenswert scheint nur, dass das Chloritoidfeld im Querschnitt des Gotthardpasses sich verschmälert. Offenbar stehen hier die Zonengrenzflächen heute steiler als im Osten und Westen. Betont werden muss noch, dass bislang Chloritoid und Stilpnomelan im Staurolithfeld *nie* als diaphthoritische Bildungen gefunden worden sind. Es gibt also im

[9]) Diese Bezeichnung bezieht sich auf den zonalen *Grad* der Metamorphose; selbstverständlich sind auch im hochmetamorphen Gebiet manche Einzelbereiche weniger stark und weniger grobkörnig umkristallisiert und auch weniger deformiert als andere (Selektivität der Metamorphose).

Lepontin nach dem heutigen Stand der Kenntnisse keine nachstaurolithische Stilpnomelan- und/oder Chloritoid-«Phase».

E. WENK (1962) hat den An-Gehalt von mit Calcit assoziierten Plagioklasen aus alpidisch metamorphen mesozoischen Sedimenten benutzt, um eine Zonenkarte der alpidischen Metamorphose im lepontinischen Raum zu konstruieren. Die Karte stimmt in den grösseren Zügen ausgezeichnet mit unseren Verbreitungskarten überein. Die Grenze zwischen dem Albitfeld (0–5% An) und dem Oligoklasfeld (18–30% An) fällt ungefähr mit der Umgrenzung des Staurolithfeldes zusammen. Wertvolle neue Informationen gibt die WENKsche Karte für das Staurolithfeld, das nun weiter gegliedert werden kann. Ein Gebiet stärkster Metamorphose (mit höchsten An-Gehalten) erstreckt sich von der unteren Val Mera über den Mitteltessin, die Val Maggia bis zum Fluss Toce und greift im Maggia-Querschnitt fast bis zum Gotthardmassiv nach Norden. WENK und auch schon CHATTERJEE (1961a) und P. BEARTH (1958) bemerken, dass die Zonengrenzen an manchen Stellen die Grenzen tektonischer Einheiten schneiden. Sie schliessen daraus, dass die von E. NIGGLI (1960) aufgestellte Behauptung über den Zusammenhang zwischen Grosstektonik und Verteilung der Mineralzonen nicht richtig sein könne. Wir sagten damals, dass der Grad der alpinen Metamorphose im wesentlichen von der Mächtigkeit des ursprünglich darauf liegenden Deckenstapels, das heisst von der tektonischen Versenkung in der «Geosynklinale der Decken» abhänge. Wir stützten uns vor allem darauf, dass das Gebiet höchster Metamorphose ungefähr mit dem Gebiet zusammenfällt, in dem die «tiefsten» penninischen Decken heute aufgeschlossen sind, das heisst, mit der Region der grossen Deckenkulmination Toce-Tessin (siehe E. NIGGLI, 1960). Es ist nun aber ganz selbstverständlich, dass auch in der klassischen Deckentheorie und in den klassischen Profilen ARGANDS, LUGEONS und STAUBS die Decken an verschiedenen Orten ganz verschiedene Vertikalausdehnung besitzen und dass ja ferner die Deckenfronten verschieden weit nach Norden vorgreifen. Ein und dieselbe tektonische Einheit kann an verschiedenen Orten eine verschieden mächtige Gesteinsüberlagerung auf sich getragen haben. Die Zonen *müssen* die tektonischen Zonen im Detail meist schneiden, nur im *grossen* kann ein Zusammenhang zwischen tektonischen Einheiten und achsialen Kulminationen einerseits und Mineralzonen andererseits bestehen, was ja nun tatsächlich der Fall ist

Wir glauben auch fernerhin an eine beträchtliche tektonische Versenkung der lepontinischen Decken. Das regionale Vorkommen von Disthen, einem ausgesprochenen Hochdruckmineral, spricht ja auch für diese Hypothese. Es ist immer noch sehr fraglich, ob «tektonischer Druck», ohne gleichzeitig wirkenden hohen lithostatischen Belastungsdruck, die Bildung von Disthen ermöglichen kann. – Schliesslich sei noch bemerkt, dass der Unterbau der Alpen (Lepontinische Region) einen eigenen tektonischen Stil besitzt und nicht die Strukturen im ehemals darüber vorhandenen Oberbau spiegeln muss (disharmonische Tektonik).

E. WENK (1962) ist der Meinung, dass der Metamorphosegrad nicht nur durch den Gebirgsbau, sondern auch wesentlich durch grosse, im Untergrund befindliche Wärmezentren bestimmt wird, die zu Wärmedomen oder Wärmebeulen führen, die mit der alpidischen Granitisation zusammenhängen. Auch wir halten es für möglich, dass der Temperaturgradient während der Hauptphase der alpidischen

Metamorphose anomal war und zwar so, dass die Temperatur mit der Tiefe schneller zunahm als heute. Die Frage ist aber die, ob diese Vergrösserung der Temperaturzunahme im Lepontin ganz besonders ausgeprägt war und ob sich die lepontinische Region thermisch vom Rest der Alpen unterschied. Wir halten es immer noch für möglich, dass auch im Gebiet zwischen Lepontin und Tauernfenster der Temperaturgradient während der alpidischen Metamorphose ähnlich war wie in den beiden tektonischen Kulminationszonen und dass im wesentlichen der Metamorphosegrad durch die tektonische Überlagerung bestimmt wurde. Natürlich bringt diese Auffassung die Schlussfolgerung mit sich, dass im lepontinischen Raum sehr beträchtliche Gesteinsmassen der Erosion anheim fielen und dass dieses Gebiet eine ausgesprochene spättektonische Aufwölbung darstellt.

Sehr wichtig ist die Frage nach dem Ausmass alpidischer Granit-, Pegmatit- und Migmatitbildung im Lepontin. Im südlichen Lepontin sind solche Erscheinungen ohne jeden Zweifel vorhanden. Wir sind aber andererseits noch keineswegs davon überzeugt, dass auch der Cocco-Diorit und die granitoiden Matorello-Alpigia-Ruscadagesteine dazu zu rechnen sind. Auf von Herrn Prof. E. WENK und Herrn Dr. GÜNTHERT geführten Exkursionen fiel uns auf, dass dort die Hauptschieferung auch jünger als die *sauersten* Gesteine (Pegmatite und Aplite) sein könnte, da sie auch diese zu durchsetzen scheint. Es wären dann Manifestationen alpidischer Granitisierung s. l. *nicht* (oder lange nicht in gleicher Intensität) im ganzen Feld höchster Metamorphose, wie es in der WENKschen Karte (1962) der An-Gehalte der Plagioklase erscheint, vorhanden. Rb–Sr-Altersbestimmungen an Gesamtgesteinen könnten die Frage vielleicht entscheiden.

H. U. BAMBAUER u. a. (1962) haben die H-Gehalte von 400 Quarzkristallen untersucht und ihre Verbreitung kartographisch dargestellt. Die Zone grösster Wasserstoffgehalte stimmt gut mit der Zone stärkster alpidischer Metamorphose überein. Wir schliessen daraus, dass die Bildung der offenen Zerrklüfte und die Kristallisation der Kluftquarze sich an die alpine Metamorphose anschlossen und nicht etwa erst *nach* der Haupterosion stattfanden. Selbstverständlich lässt sich die beschriebene zoneographische Übereinstimmung aber auch mit der Hypothese einer Wärmebeule in Einklang bringen.

Die radioaktiven Altersbestimmungen in den Alpen werden ihren Teil zur Lösung der angeschnittenen Fragen beitragen (siehe dazu z. B. E. JÄGER, 1962 und H. WÜTHRICH, 1963). Sie haben ja zunächst schon die Existenz einer alpidischen Metamorphose bestätigt und gezeigt, dass in alpidisch metamorphen, praetriadischen Gesteinen die Um- und Rekristallisation gegen das Lepontin hin zunimmt. Wir hoffen, dass diese Untersuchungen uns auch Aufschlüsse über die Abkühlungsgeschichte der Alpen liefern werden (erste Ansätze dazu siehe E. JÄGER, 1962).

Manche der heute so intensiv diskutierten Fragen werden wohl nur schwierig mit einiger Sicherheit zu beantworten sein. Es wird u. a. unerlässlich sein, dass wir uns durch Tiefbohrungen über die heute nicht aufgeschlossenen Teile der Alpen orientieren. Wir wissen ja noch sehr wenig Sicheres über den Grossbau der Alpen, über das wirkliche Ausmass der Deckenverschiebungen und der Krustenverkürzung in den Alpen. Das grösste ungelöste Problem aber ist die Frage nach der Ursache und dem Mechanismus der Orogenese überhaupt.

VERZEICHNIS DER FUNDPUNKTE

Abkürzungen

PTr = Alpidisch metamorphe praetriadische Gesteine oder Gesteine unsicheren primären Alters.

GM = Gotthardmassiv inkl. südlicher junger Sedimentmantel.

94 (→93): Der Fundort, der mit der vor der Klammer stehenden Nummer bezeichnet ist, liegt nahe beim Fundort der in der Klammer, nach dem Pfeil, stehenden Nummer, so dass auf der Karte nur ein Punkt angegeben werden konnte, der *nur* die Nummer in der Klammer trägt.

Stilpnomelan

1 Aktinolith-Phengit-Albit-Gneis, alpidisch metamorphes Altkristallin der Dent-Blanche-Decke; Moränenschutt des Zmuttgletschers W Zermatt; 618.70/094.84; STRECKEISEN A. & NIGGLI E. (1958) S. 76 (Probe von P. BEARTH, Basel).

2 «Ölquarzite» des Piz Beverin, Kreide, Gelbhorndecke; nördliches Westschams, Beverinlücke und Beverinostflanke; 747.20/168.15; STRECKEISEN A. & NIGGLI E. (1958) S. 77.

3 Gabbroide Gesteine des unterostalpinen Altkristallins; Gotschnagrat SW Klosters; 784.17/192.15; STRECKEISEN A. & NIGGLI E. (1958) S. 78.

4 Tasna-Granit, PTr, Tasna-Decke, Unterengadiner Fenster; 1 km E Ardez an der Strasse nach Schuls; 811.85/183.90; STRECKEISEN, A. & NIGGLI, E. (1958) S. 78 (siehe auch Nr. 65).

5 Plattamala-Granit, PTr, Tasna-Decke, Unterengadiner Fenster; 1 km E Ramosch an der Strasse nach Martinsbruck; 825.20/191.25; STRECKEISEN, A. & NIGGLI, E. (1958) S. 79.

6 Mischgneise des Altkristallins, unmittelbar über der Überschiebungsfläche des Silvretta-Kristallins; Westseite Fimbertal, Ostfuss des Paraid Naira; 814.50/201.30; STRECKEISEN, A. & NIGGLI, E. (1958), S. 80.

7 Granit der Berninadecke, PTr; S St. Moritz-Bad; 784.25/150.65; STRECKEISEN, A. & NIGGLI, E. (1958), S. 80.

8 Roter Alkaligranit von Morteratsch, PTr, Err-Berninadecke; SE Pontresina; 792.25/147.10; STRECKEISEN, A. & NIGGLI, E. (1958), S. 80.

9 «Biotit»-Marmor der Martegnas-Serie, mesozoisch; Culmet-Pass SW Martegnas, Oberhalbstein; 759.50/159.00; NIGGLI, E. (1956), S. 512.

10 (+ Alkali-Amphibol) Riebeckitgarbenschiefer, PTr Platta-Decke; Grevasalvas am Silsersee; 775.25/144.10; NIGGLI, E. (1956), S. 512.

12 (+ Rhodusit = Alkali-Amphibol) Eisenschüssiger schwach mergeliger Kalk, Altmannschicht, Kreide, Helvetikum; Kistenstöckli; 720.65/186.35; NIGGLI, E., BRÜCKNER, W., & JÄGER, E. (1956), S. 470.

14 Eisenoolith, Basis der Dogger-Echinodermenbreccie, Autochthon des Aarmassivs; Ribiboden, Westseite der kleinen Windgälle; 695.90/182.70; NIGGLI, E., BRÜCKNER, W., & JÄGER, E. (1956), S. 472.

15 (→16) Glaukonithaltiger Sandstein, Obereocaen, Autochthon des Aarmassivs; Nordfuss der grossen Windgälle; 699.00/185.35; NIGGLI, E., BRÜCKNER, W., & JÄGER, E. (1956), S. 472.

16 Discocyclinen-Sandkalk, Obereocaen, Autochthon des Aarmassivs; Brunnialp; 700.70/187.20; NIGGLI, E., BRÜCKNER, W., & JÄGER, E. (1956), S. 472 (siehe auch Nr. 15).

17 (→19) Stadschiefer, Tertiär, «Autochthon» des Aarmassivs; Klein-Ruchen-Ostgrat; 704.00/186.75; NIGGLI, E., BRÜCKNER, W., & JÄGER, E. (1956), S. 472.

18 Sandkalke, «Bildungen zwischen Valanginienkalk und Kieselkalk», Kreide, Helvetikum, Hoh-Faulen-Schuppe; Hoh-Faulen-Gruppe; 697.35/187.35; NIGGLI, E., BRÜCKNER, W. & JÄGER, E. (1956), S. 472.

19 «Tonhäute» in Basalkonglomerat des Valanginienkalks, Kreide, Griesstock-Decke, Helvetikum; Griesstock-Westgrat; 705.00/189.00; NIGGLI, E., BRÜCKNER, W., & JÄGER, E. (1956), S. 473 (siehe auch Nr. 17).

65 (→4) Quarzit, Gault, Kreide, Tasna-Decke; Ob. Tantersassa, N Ardez; 810.50/184.75; Eigene Untersuchung, Schliff MeMi 64, Probe von J. CADISCH, Geol. Inst., Bern.

66 Glaukonitischer Kalk, Tschingelkalk, Hauterivien, Wildhorndecke; Breitwangfluh bei Birre, Kandersteg; 620.60/152.30; Eigene Untersuchung, Schliff MeMi 18, Probe aus Sammlung Dr. ADRIAN, Geol. Inst. Bern.

72 Schwärzlicher massiger Quarzit, Mittlere Kreide, Schamser-Decken; Fuss des Piz la Tscherra; 754.80/161.60; STREIFF, V. (1939), S. 59 u. 66. Der Autor erwähnt «Biotit» in radialstrahliger Anordnung; wohl Stilpnomelan.

91 «Gneiss albitique à stilpnomélane», PTr Bernharddecke, Série du Greppon Blanc; Clocher de Noveli, Val de Nendaz; 591.00/111.00; SCHAER, J. P. (1959) (siehe auch Nr. 92).

92 (→91) «Gneiss albitique à Stilpnomélane», PTr Bernharddecke; Staumauer Cleuson; 591.10/106.65; Probe der Exkursion 1960 des Min. Petr. Inst. Bern, eigene Untersuchung, Schliff MeMi 65.

93 Mittagfluh-Granit, Aarmassiv, PTr, herzynisch; Tschingelbrücke, S Guttannen; 666.075/166.000; JÄGER, E., KEMPTER, E., NIGGLI, E., & WÜTHRICH, H. M. (1961), S. 123 (siehe auch Nr. 94).

94 (→93) Mittagfluh-Granit, Aarmassiv, PTr, herzynisch; Kabelstollen km 2.911; 665.800/165.700; JÄGER, E., KEMPTER, E., NIGGLI, E., & WÜTHRICH, H. M. (1961), S. 123.

127 Phengit-Alkalifeldspatgneis, Arollaserie, PTr Dent Blanche-Decke; Col d'Oren; 603.00/089.00; STRECKEISEN, A. & NIGGLI, E. (1958), S. 76 nach STUTZ, A. H. (1940), S. 187 f.

129 Quarzit, «Couches de Marmontains», Zone de Ferret, mesozoisch; La Tsavra; 575.5/084.5; NIGGLI, E. (1956), S. 513.

138 Schwarze Phyllite, PTr Bernharddecke; Pt. 1420 SW Hérémence; 596.65/113.65; SCHAER, J. P. (1959), S. 588.

139 «Gneiss albitique à stilpnomélane», PTr Bernharddecke; W Tortin; 589.0/107.0; SCHAER, J. P. (1959), S. 588.

142 In «Skarn» und in 1–10 cm mächtigen Adern mit Epidot, Stilpnomelan, Quarz, Calcit; Altkristallin Aarmassiv; Mont Chemin, Couloir Collaud; 574.0/104.5; HELBLING, R. (1902), S. 23 ff.

144 «Skarn», Stilpnomelan im Eisenerz selbst und auf Klüften, Erzlager zwischen Plattenkalk und Unt. Quintnerkalk, Säntisdecke; Eisenbergwerk Gonzen; 751.62/214.65; EPPRECHT, W. (1946), S. 38.

152 «Ovardite sériciteuse à stilpnomélane», Ophiolithserie, Zone des Brèches de Tarentaise; Lacs de Fenêtre; 576.70/081.05; TRÜMPY, R. (1954), S. 340.

166 (+ Alkali-Amphibol ≠ Mg-Riebeckit) Glaukonitischer Kalk, Kreide, Lidernenschichten, Axen-Decke; Glärnisch, Zunge des Guppenfirn; 720.00/207.15; SCHINDLER, M. (1959), S. 42.

183 «Chrysobiotitschiefer», Altkristallin der Platta-Decke; Piz Longhin; 771.0/142.5; CORNELIUS, H. P. (1950), S. 117.

184 (+ Glaukophan) Ophicalcit, Platta-Decke; Zwischen Lavatera und Ova del Mulin; 774.0/144.0; CORNELIUS, H. P. (1950), S. 257 (Erwähnt als Chrysobiotit).

185 Dunkelgraue, geflaserte sericitreiche Schiefer, Albula-Lappen (evtl. Karbon); Alpe Proliebas, 3 km W Madulain; 788.5/162.4; CORNELIUS, H. P. (1950), S. 83.

186 Gneis des Albulalappens, PTr; La Punt; 790.0/162.0; CORNELIUS, H. P. (1950), S. 116 ff.

187 Orthogneis, PTr Platta-Decke; Motta radonda; 767.0/151.0; CORNELIUS, H. P. (1950), S. 106.

265 Mikrogranit, PTr Massif de Trient, Mont-Blanc; Cab. d'Orny; 571.50/094.70; v. RAUMER (Geol. Inst. Fribourg), persönliche Mitteilung.

268 Manganerz in Radiolarit (Parsettensit = Mn-Stilpnomelan), Platta-Decke; Alp Parsettens, Oberhalbstein; 772.0/160.4; GEIGER, TH. (1948), S. 37 und STRECKEISEN, A. & NIGGLI, E. (1958), S. 514.

273 Granat-Ceylonit-Pyroxenit, Junge Ophiolithe der Aroser-Schuppenzone; NW Weissfluhjoch; 780.425/189.915; PETERS, TJ. (1963), S. 613.

292 Granatführender Aplit im Zentralen Aaregranit, herzynisch; Unterbächgletscher h. 2900 m; 639.85/138.80; STECK, A. (Min. Petr. Inst., Bern), persönliche Mitteilung.

293 Apophyse des Zentralen Aaregranits, herzynisch; N Voralphütte auf h 2520 m; 680.45/172.20; STECK, A. (Min. Petr. Inst., Bern), persönliche Mitteilung – in Dünnschliff der Sammlung H. LIECHTI.

Alkali-Amphibol

10 Mg-Riebeckit. s. Stilpnomelan Nr. 10 (siehe auch Alkali-Amphibol Nr. 75).

11 (→12) Mg-Riebeckit, Kieselkalk, Hauterivien, Helvetikum; Bei Urscheu, N Piz da Dartgas am Kistenpass; 721.20/187.75; NIGGLI, E., BRÜCKNER, W., & JÄGER, E. (1956), S. 470.

12 Mg-Riebeckit = Rhodusit. s. Stilpnomelan Nr. 12 (siehe auch Alkali-Amphibol Nr. 11).

55 Glaukophan s.l. in Glimmerschiefer, PTr Aduladecke; 500 m W Valatschalp; 734.88/160.55; PLAS, L. V. D. (1959), Karte Fig. III (siehe auch Nr. 55a).

55a(→55) Glaukophan s.l. in Glimmerschiefer, PTr Aduladecke; 1000 m SW Valatschalp; 734.45/159.80; PLAS, L. V. D. (1959), Karte Fig. III.

57 Glaukophan s.l. in mesozoischen Ophiolithen, Aduladecke; westlich Valé; 731.8/163.7; PLAS, L. V. D. (1959), S. 520.

58 (→59) Glaukophan s.l. in Amphibolit, PTr Aduladecke; 1400 m N Ampervreila; 731.50/162.30; PLAS, L. V. D. (1959), Karte Fig. III.

59 Glaukophan s.l. in Amphibolit, PTr Aduladecke; 2100 m W Valé; 730.90/163.35; PLAS, L. V. D. (1959), Karte Fig. III (siehe auch Nr. 58, 59a, b, c, 64).

59a(→59) Glaukophan s.l. in Amphibolit, PTr Aduladecke; 800 m SW Heinisch Stafel; 732.80/161.15; PLAS, L. V. D. (1959), Karte Fig. III.

59b(→59) Glaukophan s.l. in Amphibolit, PTr Aduladecke; 1000 m SW Heinisch Stafel; 732.70/161.00; PLAS, L. V. D. (1959), Karte Fig. III.

59c(→59) Glaukophan s.l. in Amphibolit, PTr Aduladecke; 1500 m ESE Ampervreila; 732.60/160.35; PLAS, L. V. D. (1959), Karte Fig. III.

64 (→59) Glaukophan s.l. in Amphibolit, PTr Aduladecke, 1000 m S Schwarzhorn; 728.00/162.20; PLAS, L. V. D. (1959), Karte Fig. III.

74 Riebeckit und Crossit in metamorphen Radiolariten, oberpenninische Martegnasserie; Culmetpass (und Martegnas); 759.50/159.0; STREIFF, V. (1939), S. 203–211.

75 (→10) «Riebeckit» in Alkalihornblendeschiefer als Einschluss in Serpentin, PTr Platta-Decke; Sattel SE Piz Grevasalvas; 772.50/143.30; CORNELIUS, H. P. (1950), S. 110.

90 Glaukophaneklogit, Ophiolith-Decke von Saas-Zermatt; Gipfelaufbau Rimpfischhorn; 634.50/096.90; GÜLLER, A. (1947), S. 108.

105 Grünschiefer, Glaukophanprasinite (mit Lawsonit), Ophiolithe in Bündnerschiefern; Zwischen Val da Cam und Val Furcella; 766.80/138.70; STAUB, R. (1920), S. 27 (siehe auch Nr. 106).

106 (→105) Glaukophanprasinite (mit Lawsonit), Ophiolithe in Bündnerschiefern; NE-Grat des Piz Duan; 765.50/138.45; STAUB, R. (1920), S. 27.

107 Glaukophanprasinit, Linse in Bündnerschiefern; Merla, mittleres Madristal; 757.10/145.15; STAUB, R. (1921), S. 217.

108 Granatglaukophanit, Ophiolith-Decke von Saas-Zermatt; NE von Zermatt, Strasse gegen «Morgenrot»; 624.5/097.0; GÜLLER, A. (1947), S. 113.

110 Glaukophan in ,Ophiolithen, mesozoisch, «Zone du Combin»; 8 km N Ollomont; 590.00/079.00; DIEHL, E. A. (1938), S. 274 u. Karte.

111 Zoisitglaukophanit, PTr Bernharddecke; Alp le Vingt-Huit; 593.80/089.15; TSCHOPP, H. (1923), S. 165 (siehe auch Nr. 111a, 112).

111a(→111) Granatglaukophanit, Sericitglaukophanit, PTr Bernharddecke; Alp Lancey; 594.65/087.85; TSCHOPP, H. (1923), S. 167.

112 (→111) Pistazitglaukophanit, PTr Bernharddecke; Dranceschlucht, Pte. Chermontane; 595.15/086.55; TSCHOPP, H. (1923), S. 145.

113 Glaukophan, in Epidotchloritschiefer, PTr Bernharddecke; Alp Torrembey; 593.50/092.00; TSCHOPP, H. (1923), S. 110.

114 Zoisitglaukophanit, PTr Bernharddecke; Zwischen Torrembey und Vingt-Huit; 594.00/090.50; TSCHOPP, H. (1923), S. 123.

116 Crossit/Glaukophan in Ophiolithen in Bündnerschiefern; W Nufenen; 737.85/156.00; NABHOLZ, W. K. (1945), S. 64.

117 Glaukophan in Ophiolithen, obere Ucellozone der Misoxermulde; Neu-Wahli, 1 km SSE Hinterrhein; 734.5/153.8; GANSSER, A. (1937), S. 466.

120 Rhodusit, in erzführendem Triasdolomit, zwischen Bündnerschiefern der Bedrettomulde und Eistengneis; Schmiedmatten-Rosswald; 648.00/128.15; HUGI, E. (1927), S. 184.

124 (→125) Glaukophaneklogit, Surettadecke; Ausgang Val di Lei, zwischen Ferrera und Avers; 755.0/153.0; STAUB, R. (1924), S. 361.

125 Glaukophan in Prasiniten der Bündnerschiefer, Ophiolithe der Suretta-Decke; Zwischen Guggernüll und Plattenhorn; 758.0/151.0; STAUB, R. (1924), S. 361 (siehe auch Nr. 124).

126 Glaukophanhaltiger Gabbro, junge Ophiolithe der Plattadecke; Zwischen Fallerfurka und Flühseen; 765.25/147.50; STAUB, R. (1924), S. 361.
162 Chlorit-Glaukophangneis, PTr Bernharddecke; Le Crêt-Fionney; 592.15/097.55; WOYNO, T. J. (1911), S. 147.
163 Glaukophangneis, PTr Bernharddecke; 3 km NE Fionney, Pointes de Torbesse; 592.00/099.00; WOYNO, T. J. (1911), n. Karte.
164 Glaukophan (und Lawsonit!) in Granat-Amphibolit, PTr Bernharddecke; Kaltenberggrat; 619.50/115.20; GILLIERON, F. (1946), S. 9 ff.
165 «Biotitite à glaucophane», PTr Bernharddecke; 2,5 km NE St. Jean, Mines des Moulins de St. Luc; 612.90/118.50; GILLIERON, F. (1946), S. 33.
166 Mg-Riebeckit, s. Stilpnomelan Nr. 166.
184 Glaukophan; s. Stilpnomelan Nr. 184.
226 «Gneiss à glaucophane», PTr Bernharddecke; Les Morgnes, 4 km NW Fionney; 585.00/100.15; SCHAER, J. P. (1959), n. Karte.
228 «Gneiss à glaucophane», PTr Bernharddecke; Pte. de la Rosette, Val d'Hérémence; 594.00/107.75; SCHAER, J. P. (1959), n. Karte (siehe auch Nr. 279).
229 «Gneiss à glaucophane», PTr Bernharddecke; Allèves, Val d'Hérémence; 596.25/104.50; SCHAER, J. P. (1959), n. Karte (siehe auch Nr. 278).
243 «Gneiss à glaucophane», PTr Bernharddecke; Bec d'Aget; 590.5/102.2; SCHAER, J. P. (1959), n. Karte.
244 «Gneiss à glaucophane», PTr Bernharddecke; Mont Gelé, 1 km SE Lac de Vaux; 588.00/105.50; SCHAER, J. P. (1959), n. Karte.
245 «Gneiss à glaucophane», PTr Bernharddecke; 1,5 km E Lourtier; 588.00/099.75; SCHAER, J. P. (1959), n. Karte.
246 In Serpentin und in Epidot-Glaukophan-Schiefer, in Bündnerschieferserie der Tracuit-Zone; Beim Kreuz von Combautanna; 616.30/108.00; ZIMMERMANN, M. (1955), S. 200
261 Glaukophangneis, PTr Bernharddecke; Mont Vélan; 586.00/081.50; DIEHL, A. (1938), n. Karte.
262 Glaukophangneis, PTr Bernharddecke; 4 km N Mt. Vélan; 585.50/086.00; DIEHL, A. (1938), n. Karte.
263 Glaukophan in Prasinit, PTr Bernharddecke; Gegend ca. 1 km W Riau; 595.0/112.0; VALLET, J. M. (1950), S. 361 u. Karte.
276 Eklogit-Glaukophanschiefer, Ophiolithdecke von Saas-Zermatt; Mellichgletscher, Täschtal, Pt. 2698; 631.25/098.85; BEARTH, P. (1959), S. 278.
277 Glaukophanprasinite, in älterer Casannaschieferserie, PTr; Zwischen Méribé und Col de la Meina; 598.70/105.10; WEGMANN, E. (1922), S. 35.
278 (→229) Glaukophangneis, in Casannaschieferserie, PTr; Allèves, Val d'Hérémence; 596.25/104.50; WEGMANN, E. (1922), S. 34.
279 (→228) Glaukophangneis, in Casannaschieferserie, PTr; Alpe Métail, Val d'Hérémence; 595.75/106.30; WEGMANN, E. (1922), S. 34.
280 Glaukophan in Prasinitgneis, in Casannaschieferserie, PTr; Hinter dem Friedhof von Evolène; 604.75/106.65; WEGMANN, E. (1922), S. 35.
300 Crossit in Ophiolith der Marmorzone, mesozoisch; Savegna, 3 km NE Andeer; 754.0/166.75; STREIFF, V. (1939), S. 163.

Chloritoid

20 Quarzitische Lagen in kalkführendem Granatglimmerschiefer, metamophes Mesozoikum, Aduladecke; Hennensädel, NW-Grat des Guralätschhorns; 730.61/159.20; PLAS, L. V. D., HÜGI, TH., MLADECK, M. H., & NIGGLI, E. (1958), S. 237.
21 Quarzknauer in kalkführendem Granatglimmerschiefer, mesozoisch, Aduladecke; Weissgrätli; 728.85/157.16; PLAS, L. V. D., HÜGI, TH., MLADECK, M. H., & NIGGLI, E. (1958), S. 237.
56 Quarzit, ?Trias, Aduladecke; Heinisch Stafel; 733.5/161.75; PLAS, L. V. D. (1959), n. Karte.
62 Amphibolit, vermutl. vormesozoisch, Aduladecke; 300 m E Staumauer Zevreila; 728.90/160.05; PLAS, L. V. D. (1959), n. Karte (siehe auch Nr. 63).
63 (→62) Glimmerschiefer, PTr Aduladecke; 1,2 km NNW Staudamm Zevreila; 728.30/160.95; PLAS, L. V. D. (1959), n. Karte.

78 Chloritoidschiefer, Trias, Quartenschiefer der Urseren-Garvera-Mulde; Tennigerbad; 716.30/172.10; NIGGLI, P. (1912), S. 26 (siehe auch Nr. 79, 83, 269).

79 (→78) Chloritoidschiefer, Trias, Quartenschiefer der Urseren-Garveramulde; Alp Nadèls; 718.0/172.4; NIGGLI, P. (1912), S. 23.

80 Chloritoidschiefer, Trias, Quartenschiefer, Urseren-Garvera-Mulde; Curaglia; 708.6/170.3; NIGGLI, P. (1912), S. 27.

81 Chloritoidschiefer, Trias, Quartenschiefer, Urseren-Garvera-Mulde; Val Nalps; 701.20/167.0; NIGGLI, P. (1912), S. 27.

82 (→87) Chloritoidschiefer, Trias, Quartenschiefer, Urseren-Garvera-Mulde; Val Naustgel; 714.0/172.0; NIGGLI, P. (1912), S. 28.

83 (→78) Chloritoidschiefer, Trias, Quartenschiefer, Urseren-Garvera-Mulde; Runcahetz; 717.2/171.0; NIGGLI, P. (1912), S. 33.

84 Chloritoidschiefer, Trias, Quartenschiefer, Urseren-Garvera-Mulde; Val Gierm; 704.0/166.0; NIGGLI, P. (1912), S. 33.

85 Schwarzer chloritoidführender Phyllit, metamorphes Mesozoikum des GM, ?Lias; Castelberg, S Ilanz; 735.60/179.90; NIGGLI, E. (1955), S. 169, nach NABHOLZ, W. (1948).

86 Sprödglimmerphyllite, Mesozoische Sedimente der Urseren-Garvera-Mulde; Tiefenbach an der Furkastrasse; 678.50/160.65; NIGGLI, E. (1955), S. 169, nach NIGGLI, P. & STAUB, W. (1914), S. 49.

87 Chloritoidschiefer, Trias, Quartenschiefer, Urseren-Garvera-Mulde; Garvera; 713.5/172.5; NIGGLI, P. (1912), S. 32 (siehe auch Nr. 82).

109 Saussurit-Smaragdit-Gabbro, junge Grüngesteine der Ophiolith-Decke; Allalinhorn SE-Wand; 636.0/099.25; GÜLLER, A. (1947), S. 117.

115 Sismondinphyllit, PTr Bernharddecke; Vingt-Huit; 594.0/090.5; GÜLLER, A. (1947), nach TSCHOPP, H. (1923), S. 123.

119 Chloritschiefer, PTr Bernharddecke; Pass Col Fenestrelle-Cesana am Mte Cruzeaux; 593.0/084.5; HUTTENLOCHER, H. (1934), S. 67.

122 (→123) Chloritoidschiefer, Permo-Karbon der Urserenzone; 1 km SE Steinhaus; 657.35/141.15; OBERHOLZER, W. (1956), S. 387.

123 Chloritoidschiefer, Permo-Karbon der Urserenzone; 1 km S Steinhaus; 656.80/140.60; OBERHOLZER, W. (1956), S. 387 (siehe auch Nr. 122, 123a).

123a(→123) Chloritoidschiefer, Permo-Karbon der Urserenzone; 2 km ENE Steinhaus; 658.15/142.00; OBERHOLZER, W. (1956), S. 387.

131 (+ Disthen) Disthenführender Chloritoid-Muskowit-Schiefer, PTr Monte-Rosa-Decke; S-Moräne des Gornergletschers; 630.0/090.5; BEARTH, P. (1952), S. 68.

132 Chloritoidführende Granatglimmerschiefer, PTr Monte-Rosa-Decke; Stockhorn S-Grat; 631.75/092.60; BEARTH, P. (1952), S. 71.

135 Saussurit-Smaragdit-Gabbro, junge Grüngesteine der Ophiolith-Decke; Moräne Allalingletscher; 638.0/100.0; QUERVAIN, F. DE, & JENNY, V. (1956), Analyse 604.

137 (+ Disthen und Staurolith) Chloritoid-Staurolith-Biotitschiefer, Bündnerschiefer; Gegend Val Sta Maria; 710./154.0; BOSSARD, L. (1929b), S. 151 (siehe auch Nr. 207–210).

140 «Gneiss à Chloritoides», PTr Bernharddecke; N Dixence, Pt. 2001; 596.85/104.10; SCHAER, J. P. (1959), S. 592.

141 «Gneiss à Chloritoides», PTr Bernharddecke; Bec d'Aget; 590.50/102.20; SCHAER, J. P. (1959), S. 592 (siehe auch Nr. 160).

143 Muskowit-Chlorit-Chloritoidschiefer, penninische Bündnerschiefer; Saflischpass; 650.55/130.45; STRECKEISEN, A. (Min. Petr. Institut, Bern), persönliche Mitteilung.

145 (+ Staurolith) Chloritoid-Staurolith-Schiefer, unter Triasdolomit, über Antigoriogneis; W Pizzo Teggiolo; 656.75/119.9; WENK, E. (Min. Petr. Inst. Basel), persönliche Mitteilung.

158 (+ Disthen) Granatphyllit, GM der Pioramulde; S des Lago Cadagno; 698.0/155.5; KRIGE, L. (1918), S. 91 (siehe auch Nr. 231).

159 Chloritoidphyllit, PTr Bernharddecke; Riau, 2,5 km SSW Hérémence; 595.9/112.25; VALLET, J.-M. (1950), S. 363.

160 (→141) Sismondinphyllit, PTr Bernharddecke; Lavintzie, 2 km NW Fionney; 588.50/099.25; WOYNO, T. J. (1911), S. 185.

161 Sismondinphyllit, PTr Bernharddecke; 1 km S Bonachesse; 591.50/095.50; WOYNO, T. J. (1911), S. 185.

171 (+ Staurolith) Pyritreicher Granatschiefer, Lias GM; Paltano-Manegorio, rechtes Ufer Tessin; 147.5/679.0; EICHENBERGER, R. (1924), S. 467.

173 Chloritoidschiefer, Mesozoische Sedimente, helv. Zone; Bonaduz bei Reichenau; 749.0/187.7; NIGGLI, P., QUERVAIN, F. DE, & WINTERHALTER, R. U. (1930).

174 (+ Disthen) Muskowit-Biotit-Schiefer, PTr Monte-Rosa-Decke; S Seewijenen im Saastal; 642.0/097.0; BEARTH, P. (1949), S. 194.

175 Blauschwarze Tonschiefer (Schwarze Dachschiefer), Mesozoikum GM; Schletter-Graben, Ausserbinn; 655.00/136.30; NIGGLI, E., nach MEIER, P., & NABHOLZ, W. (1949), S. 210.

188 Granat-Chloritoid-Kalkschiefer, Bündnerschiefer Tambodecke; beiNeu-Wahli; 734.35/153.70; GANSSER, A. (1937), S. 387 (siehe auch Nr. 189).

189 (→188) Sericit-Kalkschiefer, Bündnerschiefer Tambodecke; Westwand des Mittaghorns; 735.0/153.5; GANSSER, A. (1937), S. 388.

190 Sericit-Granat-Kalkschiefer, Bündnerschiefer Tambodecke; Westwand der Ucellogruppe; 735.0/151.0; GANSSER, A. (1937), S. 386.

205 (+ Staurolith) Zoisitführende Schiefer, Mesozoikum GM; Nufenenstock; 673.0/146.0; SCHMIDT, C. & PREISWERK, H. (1913), S. 25.

206 (+ Staurolith) Silbergraue bis schwarze Schiefer, Quartenschiefer der Scopi-Mulde, GM; La Negra, 2 km N Aquacalda; 707.0/156.8; HOLST PELLEKAAN, W. VAN (1913), S. 18.

207 (→137) (+ Staurolith) Grüne Schiefer, Quartenschiefer GM; Lukmanierpass; 704.5/157.8; HOLST PELLEKAAN, W. VAN (1913), S. 22.

208 (→137) (+ Staurolith) Grüne Schiefer, Quartenschiefer GM; Oberhalb Casaccia; 705.5/156.2; HOLST PELLEKAAN, W. VAN (1913), S. 22.

209 (→137) (+ Staurolith und Disthen) Grünweisser Quarzit, Quartenschiefer GM; Alp Crovarescia, 1,5 km E Lukmanierpass; 706.0/157.5; HOLST PELLEKAAN, W. VAN (1913), S. 22.

210 (→137) (+ Staurolith) Chloritoid-Staurolith-Schiefer, Quartenschiefer GM; NE Casaccia; 705.5/156.2; HOLST PELLEKAAN, W. VAN (1913), S. 22.

214 Chloritoidschiefer, Mesozoikum der Scopi-Mulde, GM; Sta Maria, Pt. 2325; 704.5/159.5; HOLST PELLEKAAN, W. VAN (1913), S. 39.

227 (+ Staurolith) Staurolith-Granatphyllit, Mesozoikum Piora-Mulde, GM; Ri di Lareccio, NE Pt. 2179; 703.55/154.35; KRIGE, L. J. (1918), S. 68.

230 (→241) «Gneiss à chloritoides», PTr Bernharddecke; NW Le Métallier; 593.5/106.5; SCHAER, J. P. (1959), Karte.

231 (→158) (+ Staurolith) Chloritoid-Quarzit, Bündnerschiefer Pioramulde, GM; linkes Ufer der Murinascia, h. 1870; 697.0/155.6; KRIGE, L. J. (1918), S. 115.

241 «Gneiss à chloritoides», PTr Bernharddecke; 400 m E Lac Cleuson; 592.5/104.2; SCHAER, J. P. (1959), Karte (siehe auch Nr. 230).

242 «Gneiss à chloritoides», PTr Bernharddecke; Mont Gelé, 1 km SE Lac de Vaux; 588.0/105.5; SCHAER, J. P. (1959), Karte.

247 Kalksandstein, Mesozoikum GM; Strasse Ilanz–Pitaschersäge; 736.05/178.50; NABHOLZ, W. K. & VOLL, G. (1963), Fig. 5 (siehe auch Nr. 248).

248 (→247) Kalksandstein, Mesozoikum GM; Strasse Ilanz–Peidenbach, km 4; 735.35/178.75; NABHOLZ, W. K. & VOLL, G. (1963), Fig. 7, 7a.

249 Schwarze Tonschiefer, Mesozoikum GM; Piz Zamuor Gipfel; 721.20/164.60; JUNG, W. (1963).

250 Schwarze Tonschiefer, Mesozoikum GM; Weg Puzatsch–Alp Ramosa; 724.00/167.00; JUNG, W. (1963), Profil A4.

251 Schwarze Tonschiefer, Mesozoikum GM; Piz Coroi; 717.50/162.35; JUNG, W. (1963).

266 Tonschiefer, Mesozoikum, Decke der Brèches de Tarentaise; Val Ferret, 19 km S Martigny; 575.00/088.75; Zulauf, R. (1963), S. 15.

267 Chloritoidführender Sandkalk, Mesozoikum der Urserenzone; Rechtes Ufer des Mühlebaches bei Obergesteln; 668.00/152.60; NIGGLI, C. (1965), S. 92.

269 (→78) In Chloritoidschiefer und in Quarzlinsen, Mesoz. Sedimente der Urseren-Garvera-Mulde; Crestlianderstobel, E Tennigerbad; 717.00/172.10; FRIEDLÄNDER, C. (1929), S. 247.

270 Kohleführender Chloritoidschiefer, Mesoz. Sedimente der Urserenzone; 0,5 km hinter der Station Hospenthal; 686.50/164.00; AMBÜHL, E. (1929), S. 361 und 416.

296 Chloritoidführender Bänderquarzit, Basis Lias, Mesozoikum GM; Griesgletscher-Abfluss, oberhalb Altstafel h. 2020; 671.4/146.8; LISZKAY, M. (Geol. Inst. Bern), persönl. Mitteilung.
297 Tonschiefer, Dachschiefer, Toarcien (fossilbelegt), Bündnerschiefer GM; Ried, Pt. 863 an der Simplonstrasse; 644.05/129.50; LISZKAY, M. (Geol. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.

Staurolith

30 (+ Disthen) Disthen-Feldspat-Aplitpegmatit, PTr Simano-Decke; N Alpe Sponda, h. 2250; 703.500/142.200; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern) persönliche Mitteilung (siehe auch Nr. 31, 32).
31 (→30) (+ Disthen) Disthen-Staurolith-Paragonit-Schiefer, PTr Simano-Decke; S Pizzo Forno, h. 2440; 702.750/142.500; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
32 (→30) (+ Disthen) Biotit-Staurolith-Disthen-Schiefer, PTr Simano-Decke; NW Alpe Sponda, h. 2130; 703.200/141.750; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
34 (+ Disthen) Disthen-Staurolith-Paragonit-Schiefer, PTr Simano-Decke; Laghetto, S See, Pt. 2580; 700.850/142.300; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
50 (→227) (+ Disthen) Granat-Disthen-Biotitschiefer, Mesozoikum der Piora-Mulde, GM; Ri di Lareccio; 704.50/154.25; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
51 (+ Disthen) Biotitschiefer, Maggia-Zone PTr; Zolta ob Fusio; 693.450/146.800; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
54 (+ Distehn) Biotitschiefer, Maggia-Zone PTr; Agrello bei Peccia; 693.80/140.00; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
67 (+ Disthen) Quarzite, Simano-Decke PTr; N Giova; 729.30/123.50; KÜNDIG, E. (1926), S. 81.
69 (+ Disthen) Glimmerschiefer, Adula-Decke PTr; Alpe di Boggio; 734.50/134.50; KÜNDIG, E. (1926), S. 92.
96 (+ Disthen und Sillimanit) Schiefer mit Granat, Sillimanit, Staurolith und Disthen, Zone von Orseline, PTr; Intragna, Centovalli; 696.0/114.0; KERN, R. (1947), n. Karte.
97 (+ Disthen und Sillimanit) Schiefer mit Granat, Sillimanit, Staurolith und Disthen, Zone von Orselina, PTr; Corcapolo, Centovalli; 695.0/114.0; KERN, R. (1947), n. Karte (siehe auch Nr. 98, 260).
98 (→97) (+ Disthen und Sillimanit) Schiefer mit Granat, Sillimanit, Staurolith und Disthen, Zone von Orselina, PTr; Borgnone, Centovalli; 691.0/112.5; KERN, R. (1947), n. Karte.
99 (+ Disthen und Sillimanit) Schiefer mit Granat, Sillimanit, Staurolith und Disthen, Zone von Orselina, PTr; Verdasio, Centovalli; 692.5/113.0; KERN, R. (1947), n. Karte.
136 (+ Disthen) Granat-Disthen-Glimmerschiefer, ?Karbon, PTr Bernharddecke; N Pizzo Molare; 709.50/149.70; BOSSARD, L. (1929a), S. 81.
137 Siehe Chloritoid Nr. 137 (siehe auch Staurolith Nr. 207–210, 213).
145 Siehe Chloritoid Nr. 145.
150 (+ Disthen) «Paragneiss micacei», Leventina-«Decke» PTr; 4 km SSE Faido; 706.5/145.0; CASASOPRA, S. (1939), S. 574 (siehe auch Nr. 151).
151 (→150) (+ Disthen) «Paragneiss micacei», Leventina-«Decke» PTr; Osoglio bei Faido; 704.75/147.65; CASASOPRA, S. (1939), S. 574.
156 (→231) Hornblendegarbenschiefer, Mesozoikum Pioramulde GM; Lago di Tom; 696.0/156.0; KRIGE, L. J. (1918), S. 45.
157 (+ Disthen) Glimmerschiefer, Paragesteine der Lucomagnodecke PTr; Alpe Campo; 697.0/155.6; KRIGE, L. J. (1918), S. 64.
167 (+ Disthen) Staurolith-Glimmerschiefer, Bosco-Serie PTr; 1,5 km W Bosco, Grossalp; 679.0/130.0; GRÜTTER, O. (1929), S. 116.
169 (+ Disthen) Granat-Disthen-Zweiglimmerschiefer, Bosco-Serie PTr; 1 km SE Bosco; 682.0/129.0; GRÜTTER, O. (1929), S. 116 (siehe auch Nr. 170).
170 (→169) (+ Disthen) Granat-Disthen-Zweiglimmerschiefer, Bosco-Serie PTr; 1 km SW Bosco; 680.0/129.0; GRÜTTER, O. (1929), S. 116.
171 Siehe Chloritoid Nr. 171 (siehe auch Staurolith Nr. 204).
191 (+ Disthen) Glimmergneise, Nelvazone PTr GM; Tremola; 688.0/154.0; HAFNER, ST. (1958), S. 342 (siehe auch Nr. 198, 199).
193 Pigmentreicher Staurolith-Biotit-Phyllit, penn. Bündnerschiefer; Bettelmatt; 672.4/143.35; WENK, E. (Min. Petr. Inst. Basel), persönliche Mitteilung (siehe auch Nr. 194).

194 (→193) Pigmentreicher Staurolith-Granat-Biotit-Phyllit, penn. Bündnerschiefer; Morasco; 672.5/143.0; WENK, E. (Min. Petr. Inst. Basel), persönliche Mitteilung.

195 Staurolithführender Granat-Biotit-Phyllit, penn. Bündnerschiefer; ca. 2 km S Bedretto; 683.0/150.0; WENK, E. (Min. Petr. Inst. Basel) persönliche Mitteilung (siehe auch Nr. 197).

196 Zoisitführender, plagioklasreicher Staurolith-Granat-Glimmerschiefer, Bündnerschiefer; W Alpe Cristallina; 684.5/150.5; WENK, E. (Min. Petr. Inst. Basel), persönliche Mitteilung.

197 (→195) Plagioklasreicher Staurolith-Granat-Biotit-Phyllit, penn. Bündnerschiefer; Alpe di Valeggia; 682.0/149.0; WENK, E. (Min. Petr. Inst. Basel), persönliche Mitteilung.

198 (→191) Staurolithführender Granat-Hornblende-Garbenschiefer, PTr GM; Tremola; 687.9/154.4; WENK, E. (Min. Petr. Inst. Basel), persönliche Mitteilung.

199 (→191) Klinochlor- und staurolithführender Granat-Biotit-Serizit-Schiefer PTr GM; Tremola, Fondo Bosco; 688.2/153.5; WENK, E. (Min. Petr. Inst. Basel), persönliche Mitteilung.

201 Staurolith-Granat-Plagioklas-Zweiglimmerschiefer, penn. Bündnerschiefer; Ciona fuori, Val Cairasca; 660.5/119.4; WENK, E. (Min. Petr. Inst. Basel), persönliche Mitteilung (siehe auch Nr. 294).

202 Glimmerschiefer, Bündnerschiefer der Mte Leone-Decke; Binntal; 665.0/139.0; BADER, H. (1934), S. 366.

203 Glimmerschiefer, Bündnerschiefer der Mte Leone-Decke; Binntal; 661.0/138.0; BADER, H. (1934), S. 366.

204 (→171) (+ Disthen) Granatführender Schiefer, Bündnerschiefer; N Giacomopass; 678.5/149.0; SCHMIDT, C. & PREISWERK, H. (1908), S. 25.

205 Siehe Chloritoid Nr. 205.

206 Siehe Chloritoid Nr. 206 (siehe auch Staurolith Nr. 272).

207 (→137) siehe Chloritoid Nr. 207.

208 (→137) siehe Chloritoid Nr. 208.

209 (→137) siehe Chloritoid Nr. 209.

210 (→137) siehe Chloritoid Nr. 210.

213 (→137) (+ Disthen) Granatschieferlinse, Bündnerschiefer GM; Val Rondadura, 1 km W Sta Maria; 703.0/160.0; HOLST PELLEKAAN, W. VAN (1913), S. 29.

215 (+ Sillimanit) Sillimanit-Staurolith-Glimmerschiefer, PTr, Zona Verceia–S. Cassiano; Galleria di Verceia; 755.5/117.2; REPOSSI, E. (1917), S. 76.

221 (+ Disthen) Granatamphibolit, PTr, Zone von Orselina; Valleggia; 702.07/117.08; FORSTER, R. (1947), S. 374.

222 Staurolithführende Flecken von Fleckenamphibolit, Ophiolithe der Zone von Orselina; Alpe Cardada; 704.40/117.27; FORSTER, R. (1947), S. 386.

227 Siehe Chloritoid Nr. 227 (siehe auch Staurolith Nr. 50).

231 Siehe Chloritoid Nr. 231 (siehe auch Staurolith Nr. 156).

232 (+ Disthen) Glimmerschiefer, Simanodecke; Mti della Motta, Cauco; 730.5/132.7; KÜNDIG, R. (1926), S. 80.

238 (+ Disthen) Biotitgneis, PTr, «Zona dei gneis biotitici picchiettati»; Alpe Gariso; 717.00/122.10; DAL VESCO, E. (1953), S. 355.

252 Zweiglimmerschiefer, PTr, Monte-Rosa- und Orselina-Zone; La Colma; — ; KNUP, P. (1958), S. 117.

253 Zweiglimmerschiefer, PTr, Monte-Rosa- und Orselina-Zone; Bocchetta della Cima; 682.65/114.25; KNUP, P. (1958), S. 117.

254 Zweiglimmerschiefer, PTr, Monte-Rosa- und Orselina-Zone; Cima di Caneto; 685.0/114.0; KNUP, P. (1958), S. 117 (siehe auch Nr. 255).

255 (→254) Paraschiefer, PTr, Monte-Rosa- und Orselina-Zone; E Bocchetta di Cortaccio; 686.35/114.0; KNUP, P. (1958), S. 117.

256 Zweiglimmergneise, PTr, Monte-Rosa- und Orselina-Zone; Valle Rodeggia; 684.0/111.0; KNUP, P. (1958), S. 117.

260 (→97) Staurolith-Granatfels in Biotit-Bändergneis, PTr, Gneiszone Aula-Spruga; Kraftwerkstollen bei km 2.815 (Meterdistanz ab Stausee Palagnedra), KNUP, P. (1958), S. 189.

272 (→206) Hornblende-Staurolithschiefer, Bündnerschiefer; am Bach der von P. Eira herkommt, Pt. 1900; 706.10/154.15; BOSSARD, L. (1929b), S. 119.

275 Staurolithzweiglimmerschiefer, Quartenschiefer, Trias; Camperio; 712.50/154.00; BOSSARD, L. (1929b), S. 122.
281 Mesozoische metamorphe Sedimente, tiefere penn. Decken; 3.2 km NE Gabi (Simplonstrasse); 651.5/117.0; CHATTERJEE, N. D. (1961), n. Karte.
282 Mesozoische metamorphe Sedimente, tiefere penninische Decken; 3 km S Mte Leone; 652.0/119.0; CHATTERJEE, N. D. (1961), n. Karte.
287 Mesozoische metamorphe Sedimente, tiefere penninische Decken; Croveo, linkes Ufer im V. di Devero; 46° 17′/8° 18′ (E Greenwich); CHATTERJEE, N. D. (1961), n. Karte.
288 Mesozoische metamorphe Sedimente, tiefere penninische Decken; Val Toggia, 8,5 km E Blinnenhorn; 46° 24′/ 8° 26′ (E Greenwich); CHATTERJEE, N. D. (1961), n. Karte.
291 Mesozoische metamorphe Sedimente, tiefere penninische Decken; 4 km N Goglio; 46° 18′/8° 16′ (E Greenwich); CHATTERJEE, N. D. (1961), n. Karte.
294 (→201) Staurolith-Glimmerschiefer Bündnerschiefer; San Bernardo im Cairasca-Tal, zwischen Varzo und Alpe Veglia; 659.50/121.00; STRECKEISEN, A. (1962).

Disthen

22 Paragneis mit Granat und Disthen, ?Quartenschiefer, Trias; rechtes Ufer des T. Dévero, bei Baceno; CASTIGLIONI, G. (1956), n. Karte (siehe auch Nr. 233).
23 (→221) Eklogitamphibolit disthen führend, komplexe Gneiszone PTr; Valleggia, Valle dei Croadi; 702.07/117.08; FORSTER, R. (1948), S. 319.
24 Quarzlinse in Leonegneis, PTr; Kaltwassergletscher; 648.75/122.13; ARNOLD, A. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
25 Fleckenamphibolit, Ophiolithe der Zone von Orselina; Alpe Cardada; 704.40/117.27; FORSTER, R. (1948), S. 408.
28 Eklogit, junge Ophiolithe; Fil di Dragiva; 733.6/137.4; KÜNDIG, E. (1926), S. 48.
29 (→67) Alter Pegmatit, Aduladecke PTr, Roveredo-Wurzelzone; N Roveredo; 729.0/123.0; KÜNDIG, E. (1926), S. 66.
30 Siehe Staurolith Nr. 30 (siehe auch Disthen Nr. 31, 32, 32a, b, 223).
31 (→30) siehe Staurolith Nr. 31.
32 (→30) siehe Staurolith Nr. 32.
32a (→30) Pegmatit, PTr Simanodecke; W Pizo Forno-Hütte; 703.35/141.55; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
32b (→30) In Staurolith-Disthen-Biotitschiefer und in Quarzlinsen, PTr Simanodecke; Weg nach Alpe Legnei; 702.95/141.35; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
33 Biotit-Disthenschiefer, Trias GM; Pian Segno; 707.90/154.10; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung (siehe auch Nr. 271).
34 Siehe Staurolith Nr. 34.
35 Disthenbiotitschiefer, Trias GM; Ri di Lareccio, NE See Pt. 2179; 703.550/154.350; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung (siehe auch Nr. 224).
37 Biotit-Granat-Disthen-Schiefer, Trias GM; Lukmanierstrasse, Camperio; 712.15/153.50; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung (siehe auch Nr. 274).
38 Biotit-Disthen-Gneis, PTr Wurzelzone; NE Bellinzona, linke Seite Vallone; 723.75/117.95; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung (siehe auch Nr. 39, 95).
39 (→38) Biotit-Disthenschiefer, PTr Wurzelzone; Valle Arbedo, 2. Sperre links; 724.75/119.15; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
40 (→232) In schwach disthenführendem Biotitschiefer und in Quarzadern mit Andalusit und Turmalin, PTr Simanodecke; Val Calanca, Weg Selma-Landarenca; 729.20/131.25; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
41 (→158) In Quarzlinse und gesteinsbildend in Biotit-Disthenschiefer, Quartenschiefer der Pioramulde, GM; Neuer Weg Ritomsee; 697.08/155.60; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
43 (→234) Quarzknauer (zusammen mit Andalusit), in mesozoischen Gesteinen des Castionezuges, Bruch la Strada, Castione; 724.40/123.00; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
50 Siehe Staurolith Nr. 50.
51 Siehe Staurolith Nr. 51.

52 In Staurolith-Disthen-Biotitgranatschiefer und in Quarzknauern, PTr Maggia-Zone; 2,5 km NNE Peccia, 100 m ob Brücke Maggia; 694.0/142.0; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.

53 Biotitschiefer, PTr Maggia-Zone; Strasse Cambleo-Mogeno, S Fusio; 693.65/142.45; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.

54 Siehe Staurolith Nr. 54.

60 Quarzitische Lagen in kalkführendem Granatglimmerschiefer, PTr Aduladecke; Hennensädel, NW-Grat des Guralätschhorns; 730.60/159. 20; PLAS, L. V. D. (1959), n. Karte.

61 Glimmerschiefer, PTr Aduladecke; 1,6 km SW Guralätschsee; 728.90/156.70; PLAS, L. V. D. (1959), n. Karte.

67 Siehe Staurolith Nr. 67 (siehe auch Disthen Nr. 29).

68 Eklogit, Junge Ophiolithe; Weg Sta Maria-Buseno; 730.00/124.25; KÜNDIG, E. (1926), S. 41 ff.

69 Siehe Staurolith Nr. 69.

95 (→38) (+ Sillimanit), Gneis, Zone von Bellinzona, Wurzelzone, PTr, Schloss Schwyz, Bellinzona; 722.20/116.90; MITTELHOLZER, A. E. (1936), S. 109.

96 Siehe Staurolith Nr. 96.

97 Siehe Staurolith Nr. 97 (siehe auch Disthen Nr. 98).

98 (→97) Siehe Staurolith Nr. 98.

99 Siehe Staurolith Nr. 99.

101 Disthen-Glimmerschiefer, PTr Simanodecke; N Proveglio; 723.60/126.60; STRASSER, E. (1928), S. 38.

104 Dolomit, Mesozoikum der Leone-Decke; 1,5 km W Ofenhorn; 665.60/136.95; GRAESER, S. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.

130 Quarz-Muskowitschiefer, Monte-Rosa-Decke, PTr; Grenzgletscher; 631.50/087.28; BEARTH, P. (1952), S. 85.

131 Siehe Chloritoid Nr. 131.

133 Glimmerschiefer, Monte-Rosa-Decke, PTr; W- und S-Abdachung des Monte-Rosa; 632.0/086.0; BEARTH, P. (1952), S. 67.

134 Glimmerschiefer, Monte-Rosa-Decke, PTr; Hohtälligrat; 628.0/093.0; BEARTH, P. (1952), S. 67.

136 Siehe Staurolith Nr. 136.

137 Siehe Staurolith Nr. 137 (siehe auch Disthen Nr. 213).

147 (+ Sillimanit) «Gneiss micacei laminari», Leventina-«Decke» PTr; Cauri; 721.00/127.50; CASASOPRA, S. (1939), S. 513.

148 «Gneiss micacei laminari», Leventina-«Decke» PTr; Valle Scura, E Biasca; 719.0/134.0; CASASOPRA, S. (1939), S. 513.

149 (+ Sillimanit) «Gneiss micacei laminari», Leventina-«Decke» PTr; Weg Pronzolo–Pianascio; 717.25/127.00; CASASOPRA, S. (1939), S. 574.

150 Siehe Staurolith Nr. 150 (siehe auch Disthen Nr. 151).

151 (→150) Siehe Staurolith Nr. 151.

156 Siehe Staurolith Nr. 156.

158 Siehe Chloritoid Nr. 158 (siehe auch Disthen Nr. 41).

167 Siehe Staurolith Nr. 167.

168 Granatglimmerschiefer, Bosco-Serie Bündnerschiefer, Mesoz.; Bann bei Bosco; 680.0/132.0; GRÜTTER, O. (1929), S. 129.

169 Siehe Staurolith Nr. 169 (siehe auch Disthen Nr. 170).

170 (→169) Siehe Staurolith Nr. 170.

172 Glimmerschiefer, PTr Maggia-Zone; Zwischen Riveo und Visletto; 691.0/128.5; GUTZWILLER, E. (1912), S. 24.

174 Siehe Chloritoid Nr. 174.

181 Biotitgneis, Zone von Castione PTr; Alpe Prosecco, 10 km NW Bellinzona; 716.0/123.25; DAL VESCO, E. (1953), S. 188 (siehe auch Nr. 239).

182 Disthengneis als Einlagerung in Biotitgneis, Zone von Castione PTr; Alpe dall'Lierna, 8 km WSW Biasca; 710.75/131.0; DAL VESCO, E. (1953), S. 189.

191 Siehe Staurolith Nr. 191.

192 Granat-Disthen-Biotitschiefergneis, Bündnerschiefer, Fenster von Varzo; NW Basodino; 677.75/142.45; WENK, E. (Min. Petr. Inst. Basel), persönliche Mitteilung.
200 Disthenführender Granatglimmerschiefer penn. Bündnerschiefer; Strasse Val Cairasca–Trasquera; 660.2/119.8; WENK, E. (Min. Petr. Inst. Basel), persönliche Mitteilung.
204 Siehe Staurolith Nr. 204.
209 (→137) Siehe Chloritoid Nr. 209.
211 (→50) Grauer Biotitschiefer, Quartenschiefer Trias, GM; Passo Columbe, 4 km SW Lukmanierpass; 702.40/155.10; HOLST PELLEKAAN, W. VAN (1913), S. 26.
212 (→33) Grauer Biotitschiefer, Quartenschiefer, Trias, GM; Oberhalb Casaccia; 705.50/156.20; HOLST PELLEKAAN, W. VAN (1913), S. 26.
213 (→137) Siehe Staurolith Nr. 213.
214 Siehe Chloritoid Nr. 214.
221 Siehe Staurolith Nr. 221 (siehe auch Disthen Nr. 23).
223 (→30) Biotitgranatschiefer, Simano-Decke PTr; W Alpe Sponda, bei Hütte Pt. 1981; 703.30/141.45; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
224 (→35) Disthenführender Paraschiefer, Mesoz. GM; Ri di Lareccio, WSW Pt. 2109; 704.50/154.25; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.
232 Siehe Staurolith Nr. 232 (siehe auch Disthen Nr. 40, 42).
233 (→22) Paragneis, Quartenschiefer?; 500 m NW Premia (Italien); CASTIGLIONI, G. (1956), S. 247.
234 Granat-Disthen-Glimmerschiefer, ?mesozoische Sedimente des Castionezuges; Antoninibruch Castione; 724.40/123.00; MITTELHOLZER, A. (1936), S. 107 (siehe auch Nr. 43, 236).
235 Zuckerkörniger Dolomit, Mesozoikum der unteren penninischen Decken; Alpe Cadonighino; 700.40/147.00; GÜBELIN, E. (1939), S. 358.
236 (→234) Pegmatit im Castione nero, in mesozoische Sedimente des Castionezuges; Antoninibruch, Castione; 724.40/123.00; MITTELHOLZER, A. (1936), S. 65.
237 (+ Sillimanit) Disthen-Granat-Sillimanitschiefer, Zone von Bellinzona-Dascio PTr; Strasse Vellano-Paudo; 724.00/114.90; WEBER, J. (1957), S. 279 u. Karte.
238 Siehe Staurolith Nr. 238.
239 (→181) (+ Sillimanit) Kontakt Amphibolit/Biotitgneis, «Zona dei Gneis biotitici picchiettati»; Alpe Alai; 716.5/123.50; DAL VESCO, E. (1953), S. 358.
240 Strahlsteinschiefer am Peridotit/Amphibolitkontakt, Zone von Bellinzona-Dascio, PTr; Cadolcia, N Corno di Gesero; 729.75/117.90; WEBER, J. (1957), S. 285.
264 Phyllitlage in anhydritführendem Dolomitmarmor, Trias, Teggiolo-Mulde; Simplontunnel, 9600 m von NW-Eingang; 651.10/124.20; CHATTERJEE, N. D. (1961), S. 27.
271 (→33) Disthenquarzit, Bündnerschiefer; am Bach, der von P. Eira herkommt, Pt. 1900; 706.10/154.15; BOSSARD, L. (1929a), S. 119.
274 (→37) Disthenbiotitschiefer, Quartenschiefer, Trias, GM; Camperio; 712.50/154.00; BOSSARD, L. (1929a), S. 122.
283 Mesozoische metamorphe Sedimente, untere penninische Decken; 3,2 km NE Gabi (Simplonstrasse; 651.5/117.0; CHATTERJEE, N. D. (1961), n. Karte.
284 Mesozoische metamorphe Sedimente, untere penninische Decken; 3 km S Mte Leone; 652.0/119.0; CHATTERJEE, N. D. (1961), n. Karte.
285 Mesozoische metamorphe Sedimente, untere penninische Decken; 2,8 km NE Gondo; 656.0/120.0; CHATTERJEE, N. D. (1961), n. Karte.
286 Mesozoische metamorphe Sedimente, untere penninische Decken; 1 km N Domodossola; 46° 9′/8° 18′ (E Greenwich); CHATTERJEE, N. D. (1961), n. Karte.
289 Mesozoische metamorphe Sedimente; Val Toggia, 8,5 km E Blinnenhorn; 46° 24′/8° 26′ (E Greenwich); CHATTERJEE, N. D. (1961), n. Karte.
290 Mesozoische metamorphe Sedimente; 4 km N Goglio; 46° 18′/8° 16′ (E Greenwich); CHATTERJEE, N. D. (1961), n. Karte.

Sillimanit

Alle Vorkommen alpidisch gebildeten Sillimanites liegen im Raume der penninischen Decken oder in den «Wurzeln» ostalpiner Decken. Das pimäre Alter der Gesteine ist für die meisten Vorkommen

unsicher. Zum grösseren Teil handelt es sich wohl um alpin metamorphe praetriadische Gesteine. Mesozoisches Alter ist aber oft nicht ausgeschlossen.

26 Amphibolit, Zone von Orselina; westlichste Kehre Monte Brè-Strasse Abzweigung Scoglio; 702.72/115.07; FORSTER, R. (1948), S. 434.

44 Biotit-Sillimanit-Gneis, Zone von Bellinzona; Zwischen Mte Laura und Alpe Girso; 728.00/118.90; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.

45 Sillimanit-Paragneis, Zone von Bellinzona-Dascio; 3,5 km W Sorico; 46° 10′ 05″/3° 07′ 10″ (E Rom); WEBER, J. (1957), n. Karte.

46 Sillimanit-Paragneis, Zone von Bellinzona-Dascio; 2,75 km W Livo; 46° 10′ 20″/3° 11′ 05″ (E Rom); WEBER, J. (1957), n. Karte.

47 Sillimanit-Paragneis, Zone von Bellinzona-Dascio; 1,45 km SSE Vincino; 46° 10′ 10″/3° 13′ (E Rom); WEBER, J. (1957), n. Karte.

48 Sillimanit-Paragneis, Zone von Bellinzona-Dascio; 1,45 km S Corno di Gesero; 730.50/114.85; WEBER, J. (1957), n. Karte.

49 Biotitgneis, Zone von Bellinzona; km 7850 Strasse Roveredo–Mte Laura; 729.40/119.40; HÜGI, TH. (Min. Petr. Inst. Bern), persönliche Mitteilung.

70 Glimmerschiefer, Adula-Decke (nicht eindeutig, ob ihn KÜNDIG zum Mesozoikum rechnet); Alpe di Boggio; 734.5/134.5; KÜNDIG, E. (1926), S. 92.

95 Siehe Disthen Nr. 95.

96 Siehe Staurolith Nr. 96.

97 Siehe Staurolith Nr. 97 (siehe auch Sillimanit Nr. 98).

98 (→97) siehe Staurolith Nr. 98.

99 Siehe Staurolith Nr. 99.

102 Biotit-Sillimanitschiefer, Roveredo-Zone; Strasse Grono–Verdabbio; 732.50/124.20; KÜNDIG, E. (1926), S. 83.

147 Siehe Disthen Nr. 147.

149 Siehe Disthen Nr. 149.

178 (→179) Sillimanit-Paragneis, Zone von Bellinzona-Dascio; 2 km E Giubiasco; 723.50/114.50; WEBER, J. (1957), S. 278 u. Karte.

179 Sillimanit-Paragneis, Zone von Bellinzona-Dascio; 0,5 km N Carena; 727.00/114.90; WEBER, J. (1957), S. 278 u. Karte (siehe auch Nr. 178, 237).

180 Sillimanit-Paragneis, Zone von Bellinzona-Dascio; 1,5 km NNE Sorico; 46° 11′/3° 03′ 30″ (E Rom); WEBER, J. (1957), S. 278 u. Karte.

215 Siehe Staurolith Nr. 215.

216 Sillimanit-Gneis, Zona Verceia-S. Cassiano; Frasnedo, Valle dei Rati; 759.0/119.5; REPOSSI, E. (1917), S. 76.

217 Sillimanit-Glimmerschiefer, Zona Verceia-S. Cassiano; S Giorgio di Novate; 757.0/120.5; REPOSSI, E. (1917), S. 80.

218 Sillimanit-Gneis, Zona Verceia-S. Cassiano; Somaggia; 753.0/124.5; REPOSSI, E. (1917), S. 85 (siehe auch Nr. 219).

219 (→218) Sillimanit-Cordierit-Gneis, Zona Verceia–S. Cassiano; Porettina; 751.5/126.0; REPOSSI, E. (1917), S. 86.

220 Sillimanit-Cordierit-Gneis, Zona Verceia–S. Cassiano; M. Matra, sopre S. Cassiano; 753.5/127.3; REPOSSI, E. (1917), S. 88.

237 (→179) Siehe Disthen Nr. 237.

239 Siehe Disthen Nr. 239.

257 Zweiglimmergneise, Ziccher-Sassone-Decke; Valle Rodeggia; 684.0/111.0; KNUP, P. (1958), S. 117.

258 Zweiglimmergneise, Ziccher-Sassone-Decke; SE Monte la Cavallo; 687.35/112.30; KNUP, P. (1958), S. 117 (siehe auch Nr. 259).

259 (→258) Zweiglimmergneise, Ziccher-Sassone-Decke; NW Alpe Cima; 687.90/112.60; KNUP P. (1958), S. 117.

LITERATURVERZEICHNIS

AMBÜHL, E. (1929): *Petrographie und Geologie des zentralen Gotthardmassivs südlich Andermatt.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *9*/2.

BADER, H. (1934): *Beitrag zur Kenntnis der Gesteine und Minerallagerstätten des Binntals.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *14*/2.

BAMBAUER, H. U., BRUNNER, G. O. & LAVES, F. (1962): *Wasserstoffgehalte in Quarzen aus Zerrklüften der Schweizer Alpen und die Deutung ihrer regionalen Abhängigkeit.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *42*/1.

BEARTH, P. (1949): *Bemerkungen zur Metamorphose und Granitbildung im Monte-Rosa-Gebiet.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *29*/1.

– (1952): *Geologie und Petrographie des Monte Rosa.* Beitr. geol. Karte Schweiz, [NF] *96*.

– (1958): *Über einen Wechsel der Mineralfazies in der Wurzelzone des Penninikums.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *38*/2.

– (1959): *Über Eklogite, Glaukophanschiefer und metamorphe Pillowlaven.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *39*/2.

– (1962): *Versuch einer Gliederung alpinmetamorpher Serien der Westalpen.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *42*/1.

– (1963): *Chloritoid und Paragonit aus der Ophiolith-Zone von Zermatt-Saas Fee.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *43*/1.

BIANCHI, A. & DAL PIAZ, G. (1963): *Gli inclusi di «micascisti eclogitici» della Zona Sesia nella Formazione Porfiritica Permiana della Zona del Canavese fra Biella ed Oropa.* G. Geol., Ann. Mus. geol. Bologna, [2] *31*.

BLUMENTHAL, M. (1952): *Beobachtungen über Bau und Verlauf der Muldenzone von Antrona.* Eclogae geol. Helv. *45*/2.

BOSSARD, L. (1929a): *Zur Petrographie der unterpenninischen Decken im Gebiete der Tessiner Kulmination.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *9*/1.

– (1929b): *Petrographie der mesozoischen Gesteine im Gebiet der Tessiner Kulmination.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *9*/1.

BRUNNSCHWEILER, R. O. (1948): *Beiträge zur Kenntnis der Helvetischen Trias östlich des Klausenpasses.* Diss. Univ. Zürich.

CADISCH, J. (1953): *Geologie der Schweizer Alpen,* 2. Aufl. unter Mitarbeit von E. NIGGLI. Wepf, Basel.

CASASOPRA, S. (1939): *Studio petrografico delle Gneiss granitico Leventina.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *19*/2.

CASTIGLIONI, G. B. (1956): *Osservazioni geologico-petrografiche nella zona di Baceno e Premia in Val d'Ossola.* Atti Soc. ital. Sci. nat., *95*/3–4.

CHATTERJEE, N. D. (1961a): *The alpine metamorphism in the Simplon Area, Switzerland and Italy.* Geol. Rdsch. *51*/1.

– (1961b): *Aspects of Alpine Zonal Metamorphism in the Swiss Alps.* Nachrichten der Akad. d. Wiss. in Göttingen, II. Mathemat.-physikal. Klasse.

CORNELIUS, H. P. (1950): *Geologie der Err-Julier-Gruppe.* Beitr. geol. Karte Schweiz. [NF] *70*/1.

DAL PIAZ, G. (1964): *Il cristallino antico del versante meridionale del Monte Rosa paraderivati a prevalente metamorfismo alpino.* R. C. Soc. min. Ital. *20*.

DAL VESCO, E. (1953): *Genesi e metamorfosi delle rocce basiche e ultrabasiche nell'ambiente e mesozonale dell'orogene pennidico.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *33*/2.

DEBELMAS, J. & LEMOINE, M. (1964): *La structure tectonique et l'évolution paléogéographique de la chaîne alpine d'après les travaux récents.* L'Information Scientifique.

DEBENETTI, A. (1961): *Stilpnomelano in rocce della Val d'Aosta.* R. C. Soc. min. Ital. *17*.

DIEHL, E. A. (1938): *Geologisch-Petrographische Untersuchungen der Zone du Grand Combin im Val d'Ollemont (Aosta).* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *18*/1.

EICHENBERGER, R. (1924): *Geologisch-petrographische Untersuchungen am Südwestrand des Gotthard-Massivs (Nufenengebiet).* Eclogae geol. Helv. *18*/3.

ELLENBERGER, F. (1957): *Le stilpnomélane, minéral de métamorphisme régional dans la Vanoise.* C. r. Soc. géol. France.

– (1958): *Etude géologique du Pays de Vanoise.* Mém. Serv. Carte géol. France.

EPPRECHT, W. (1946): *Die Eisen- und Manganerze des Gonzen.* Beitr. géol. Karte Schweiz, Geotechn. Serie *24*.

FERRARA, G., HIRT, B., JÄGER, E., & NIGGLI, E. (1962): *Rb-Sr and U-Pb Age Determination on the Pegmatite of I Mondei.* Eclogae geol. Helv. *55*/2.

FORSTER, R. (1947): *Geologisch-petrographische Untersuchungen im Gebiete nördlich Locarno.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *27*/2.

FRIEDLÄNDER, C. (1929): *Der Chloritoid vom Crestlianderstobel.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *9*/2.

FÜCHTBAUER, H. (1964): *Sedimentpetrographische Untersuchungen in der älteren Molasse nördlich der Alpen.* Eclogae geol. Helv. *57*/1.

GANSSER, A. (1937): *Der Nordrand der Tambodecke.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *17*/2.

GEIGER, TH. (1948): *Manganerze in den Radiolariten Graubündens.* Beitr. geol. Karte Schweiz, Geotechn. Serie *27*.

GILLIERON, F. (1946): *Geologisch-petrographische Untersuchungen an der Ni-Co-Lagerstätte Kaltenberg.* Beitr. geol. Karte Schweiz. Geotechn. Serie *25*.

GRUBENMANN, U. (1906): *Über einige schweizerische Glaukophangesteine.* Rosenbusch-Festschrift, Schweizerbart, Stuttgart.

GRÜTTER, O. (1929): *Petrographische und geologische Untersuchungen in der Region von Bosco (Valle Maggia), Tessin.* Verh. natf. Ges. Basel *40*.

GÜBELIN, E. (1939): *Die Mineralien im Dolomit von Campolungo (Tessin).* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *19*/2.

GÜLLER, A. (1947): *Zur Geologie der südlichen Mischabel- und der Monte Rosa-Gruppe.* Eclogae geol. Helv. *40*/1.

GUTZWILLER, E. (1912): *Injektionsgneise aus dem Kanton Tessin.* Eclogae geol. Helv. *12*/1.

HAFNER, ST. (1958): *Petrographie des südwestlichen Gotthardmassivs.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *38*/2.

HALFERDAHL, L. B. (1961): *Chloritoid: Its composition, X-ray and optical properties, stability and occurrence.* J. Petrol. *2*.

HELBLING, R. (1902): *Die Erzlagerstätten des Mont Chemin.* Diss. Basel.

HOLST-PELLEKAAN, W. VAN (1913): *Geologie der Gebirgsgruppe des Piz Scopi.* Diss. Univ. Zürich.

HUGI, E. (1927): *Über ein neues schweizerisches Vorkommnis von Alkalihornblende.* Schweiz. min. petrogr. Mitt *7*/1.

HUTTENLOCHER, H. (1934): *Die Erzlagerstätten der Westalpen.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *14*/1.

JÄGER, E. (1962): *Rb-Sr Age Determination on Micas and Total Rocks from the Alps.* J. Geophys. Res. *67*/13.

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

JÄGER, E., KEMPTER, E., NIGGLI, E., & WÜTHRICH, H. (1961): *Biotit-Varietäten und Stilpnomelan im alpin metamorph überprägten Mittagfluh-Granit (Aarmassiv).* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *41*/1.

JUNG, W. (1963): *Die mesozoischen Sedimente des Gotthard-Massivs.* Eclogae geol. Helv. *56*/2.

KERN, R. (1947): *Zur Petrographie des Centovalli.* Diss. ETH Zürich.

KNUP, P. (1958): *Geologie und Petrographie des Gebietes zwischen Centovalli–Valle Vigezzo und Onsernone.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *38*/1.

KRIGE, L. J. (1918): *Petrographische Untersuchungen im Val Piora und Umgebung.* Eclogae geol. Helv. *14*/5.

KÜNDIG, E. (1926): *Beiträge zur Geologie und Petrographie der Gebirgskette zwischen Val Calanca und Misox.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *6*/1.

MEIER, P. & NABHOLZ, W. (1949): *Die mesozoische Hülle des westlichen Gotthard-Massivs im Wallis.* Eclogae geol. Helv. *42*/2.

MITTELHOLZER, A. E. (1936): *Beitrag zur Kenntnis der Metamorphose in der Tessiner Wurzelzone.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *16*/1.

MÜLLER, R. O. (1958): *Petrographische Untersuchungen in der nördlichen Adula.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *38*/2.

NABHOLZ, W. K. (1945): *Geologie der Bündnerschiefergebirge zwischen Rheinwald, Valser- und Safiental.* Eclogae geol. Helv. *38*/1.

NABHOLZ, W. K. & VOLL, G. (1963): *Bau und Bewegung im gotthardmassivischen Mesozoikum bei Ilanz.* Eclogae geol. Helv. *56*/2.

NIGGLI, C. (1965): *Petrographie und Petrogenesis der Migmatite und Gneise im südlichen Aarmassiv zwischen Obergesteln und Furkapass.* Diss. Bern.

NIGGLI, E. (1944): *Das westliche Tavetscher Zwischenmassiv und der angrenzende Nordrand des Gotthard-Massivs.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *24*/1.

– (1955): *Zum Vorkommen von Kalkglimmern (Margarit, Clintonit) in den Schweizer Alpen.* Leidse Geol. Mededelingen *20.*

– (1956): *Stilpnomelan als gesteinsbildendes Mineral in den Schweizer Alpen.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *36*/2.

– (1960): *Mineral-Zonen der alpinen Metamorphose in den Schweizer Alpen.* Int. Geol. Congr. XXI Session Norden, Kopenhagen.

– (1961): *Bemerkungen zur tertiären regionalen Metamorphose in den Schweizer Alpen.* N. Jb. Miner., Abh. 96, *2*/3.

NIGGLI, E., BRÜCKNER, W., & JÄGER, E. (1956): *Über Vorkommen von Stilpnomelan und Alkali-Amphibol als Neubildungen der alpidischen Metamorphose in nordhelvetischen Sedimenten am Ostende des Aarmassivs.* Eclogae geol. Helv. *49*/2.

NIGGLI, P. (1912): *Die Chloritoidschiefer und die sedimentäre Zone am Nordostrande des Gotthardmassivs.* Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] *36.*

– (1929): *Die chemisch-mineralogische Charakteristik der metamorphen Paragesteinsprovinz am Südrande des Gotthardmassivs.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *9*/1.

– (1950): *Probleme der alpinen Gesteinsmetamorphose.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *30*/1.

NIGGLI, P. & STAUB, W. (1914): *Neue Beobachtungen aus dem Grenzgebiet zwischen Gotthard- und Aarmassiv.* Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] *45.*

NIGGLI, P., QUERVAIN, F. DE, & WINTERHALTER, R. U. (1930): *Chemismus schweizerischer Gesteine.* Beitr. geol. Karte Schweiz, Geotechn. Serie *14.*

OBERHOLZER, W. (1955): *Geologie und Petrographie des westlichen Gotthard-Massivs.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *35*/2.

PETERS, TJ. (1963): *Mineralogie und Petrographie des Totalpserpentins bei Davos.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *43*/2.

PICCIOTTO, E. E. & DEUTSCH, S. (1960): *Pleochroic haloes.* Summer course on Nuclear Geology, Varenna.

PLAS, L. V. D. (1959): *Petrology of the northern Adula Region (Switzerland).* Leidse Geol. Mededelingen *24*/2.

PLAS, L. V. D. & HÜGI, TH. (1961): *A Ferrian Sodium-amphibole from Vals, Switzerland.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *41*/2.

PLAS, L. V. D., HÜGI, TH., MLADECK, M. H., & NIGGLI, E. (1958): *Chloritoid vom Hennensädel südlich Vals (nördliche Adula).* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *38*/1.

PLESSMANN, W. (1957): *Zur Tektonik und Metamorphose der Bündnerschiefer am SW-Rand des Gotthardmassivs.* Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, IIa, Math.-Phys. Klasse.

– (1958): *Tektonische Untersuchungen an Randteilen des Gotthard- und Mont Blanc-Massivs sowie an der Grenze Penninikum-Helvetikum.* Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, IIa, Math.-Phys. Klasse, *7.*

QUERVAIN, F. DE, & JENNY, V. (1956): *Chemismus schweizerischer Gesteine.* Beitr. geol. Karte Schweiz, Geotechn. Serie *34.*

REPOSSI, E. (1917): *La Bassa Valle della Mera.* Soc. It. Sci. nat. Mem. *8*/1.

ROEVER, W. P. DE, & NYHNIS, H. J. (1963): *Plurifacial alpine metamorphism in Eastern Betic Cordilleras (SE Spain), with optical reference to the genesis of the glaucophane.* Geol. Rdsch. *53*/1.

SCHAER, J. P. (1959): *Géologie de la partie septentrionale de l'Eventail de Bagnes.* Soc. Phys. Hist. nat. Genève *12*/4.

SCHENKER, M. (1946): *Geologische Untersuchungen der mesozoischen Sedimentkeile am Südrand des Aarmassivs zwischen Lonza und Baltschiedertal.* Beitr. geol. Karte Schweiz [NF] *86.*

SCHINDLER, M. (1959): *Zur Geologie des Glärnisch.* Beitr. geol. Karte Schweiz. [NF] *107.*

SCHMIDT, C. & PREISWERK, H. (1908): Geol. Karte der Schweiz *6*, Erläuterungen geol. Karte Simplongruppe.

SCHÜRMANN, H. M. E. (1951): *Beiträge zur Glaukophanfrage.* N. Jb. f. Miner. Mh.

SIGG, J. (1944): *Contribution à l'étude pétrographique et minière de la partie inf. du Val d'Anniviers et plus particulièrement de la région Saint-Luc–Bella Tola.* Beitr. geol. Karte Schweiz, Geotechn. Serie *21.*

STALDER, H. A. (1964): *Petrographische und mineralogische Untersuchungen im Grimselgebiet.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *44*/1.

STAUB, R. (1920): *Über ein neues Vorkommen von Glaukophangesteinen in Graubünden.* Eclogae geol. Helv. *16*/1.

– (1921): *Über ein Glaukophangestein aus dem Avers.* Eclogae geol. Helv. *16*/2.

– (1924): *Über Glaukophan in einem Oberhalbsteiner Gabbro.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *4*.

STEIGER, R. H. (1962): *Petrographie und Geologie des südlichen Gotthardmassivs zwischen St. Gotthard–Lukmanierpass.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *42*/2.

STRASSER, E. (1928): *Geologie des Pizzo di Claro–Torrone–Alto-Kette sowie der penninischen Wurzelzone zwischen Val Calanca und Tessintal.* Diss. Univ. Zürich.

STRECKEISEN, A. (1962): *Zur Gesteinsmetamorphose im Simplongebiet.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *42*/1.

STRECKEISEN, A. & NIGGLI, E. (1958): *Über einige neue Vorkommen von Stilpnomelan in den Schweizer Alpen.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *38*/1.

STREIFF, V. (1939): *Geologische Untersuchungen im Ostschams.* Diss. Univ. Zürich.

– (1962): *Zur östlichen Beheimatung der Klippendecken.* Eclogae geol. Helv. *55*/1.

STUTZ, A. H. (1940): *Die Gesteine der Arollaserie im Valpelline (Prov. Aosta).* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *20*/2.

TROMMSDORFF, V. (1964): *Über ein Staurolithgefüge mit Internregelung.* N. Jb. Miner. Mh. B. Sander-Heft.

TRÜMPY, R. (1954): *La zone de Sion–Courmayeur dans le haut Val Ferret valaisan.* Eclogae geol. Helv. *47*/2.

– (1960): *Paleotectonic evolution of the Central and Western Alps.* Bull. Geol. Soc. Am. *71*.

TSCHOPP, H. (1923): *Die Casannaschiefer des oberen Val de Bagnes (Wallis).* Eclogae geol. Helv. *18*/1.

VALLET, J. M. (1950): *Etude géologique et pétrographique de la partie inférieure du Val d'Hérens et du Val d'Hérémence.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *30*/2.

VUAGNAT, M. (1956): *Sur les roches à stilpnomélane du Versoyen, Savoie.* Arch. Sci. Genève *9*.

WALTER, P. (1950): *Das Ostende des basischen Gesteinszuges Ivrea–Verbano und die angrenzenden Teile der Tessiner Wurzelzone.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *30*/1.

WEBER, J. (1957): *Petrographische und Geologische Untersuchungen des Tonalitzuges von Melirolo-Sorico zwischen Tessintal und Comersee.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *30*/1.

WEGMANN, E. (1922): *Zur Geologie der St. Bernharddecke im Val d'Hérens.* Bull. Soc. Neuchâteloise Sci. Nat. *47*.

– (1930): *Über die Metamorphosen der Prasinite in der St. Bernharddecke im Wallis (Schweiz).* Eclogae geol. Helv. *23*/2.

WENK, E. (1943): *Ergebnisse und Probleme von Gefügeuntersuchungen im Verzascatal (Tessin).* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *23*/1.

– (1956a): *Die lepontinische Gneisregion.* Eclogae geol. Helv. *49*/2.

– (1956b): *Alpines und ostgrönländisch-kaledonisches Kristallin, ein tektonisch-petrographischer Vergleich.* Verh. naturf. Ges. Basel *67*.

– (1962): *Plagioklas als Indexmineral in den Zentralalpen.* Schweiz. min. petrogr. Mitt. *42*/1.

WOYNO, T. J. (1911): *Petrographische Untersuchungen der Casannaschiefer des mittleren Bagnetales.* Diss. Univ. Zürich.

WUNDERLICH, H. G. (1957): *Tektonik und Metamorphose der Bündner Schiefer des östlichen Gotthardmassivs.* Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, math.-physik. Kl. IIa, *1*.

– (1958): *Ablauf und Altersverhältnis der Tektonik- und Metamorphose-Vorgänge in Bündnerschiefern Nordtessins und Graubündens.* Nachr. Akad. Wiss. Göttingen. math.-physik. Kl. IIa, *7*.

WÜTHRICH, H. (1963): *Rb-Sr-Altersbestimmungen an Gesteinen aus dem Aarmassiv.* Eclogae geol. Helv. *56*/1.

ZIMMERMANN, M. (1955): *Geologische Untersuchungen in der Zone du Combin im Val de Zinal und Val de Moiry.* Eclogae geol. Helv. *48*/1.

ZULAUF, R. (1963): *Zur Geologie der tiefpenninischen Zonen nördlich der Dora Baltea im oberen Val d'Aosta (Italien).* Diss. Zürich.