

Zur Gliederung der Bündnerschiefer in der Region von Zermatt

Autor(en): **Bearth, Peter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **69 (1976)**

Heft 1

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-164499>

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.

Zur Gliederung der Bündnerschiefer in der Region von Zermatt¹⁾

VON PETER BEARTH²⁾

ABSTRACT

The so-called schistes lustrés or Bündnerschiefer of the Zermatt region belong to different sequences derived from different paleogeographic areas. One part represents the metamorphic cover of the ophiolite nappe of Zermatt-Saas, the other one has apparently been deposited on a continental basement, presumably on the crystalline basement of the Monte Rosa nappe. The ophiolite-bearing Combin-zone contains lithologic elements occurring in both of the mentioned sequences and may represent a zone of imbricated thrusts in which elements of the oceanic realm and the distal continental margin are tectonically superposed.

The cover of the ophiolite nappe is represented by a thinly layered sequence of sediments, with interbedded quartzitic, calcareous, marly and clayey highly metamorphic rocks. The quartzites represent metamorphic radiolarian cherts. In some places they show a high concentration of Fe and Mn ($Mn > Fe$), either as oxides or as silicates. There is a contemporary concentration of epidote and sphene in the ophiolites and in the overlying sediments. Presumably, solutions from a geothermic system have transformed both and have welded them together during an early oceanic stage.

The second sequence of Bündnerschiefer has a quite different lithology. The base is formed by remnants of the presumed Triassic cover of the Monte Rosa nappe. These Triassic sediments are overlaid by a coarse breccia, composed mainly of fragments of Middle and partly also of Upper Triassic (Rhaetian?). The breccias are probably of Jurassic age. They are covered by calcareous, marly and interlayered argillaceous schists, the whole sequence being folded and highly metamorphosed.

RÉSUMÉ

Les schistes lustrés de Zermatt doivent être attribués à des régions paléogéographiques différentes. Une partie des schistes lustrés représente la couverture sédimentaire métamorphosée de la nappe ophiolitique de Zermatt-Saas. Une deuxième partie fut vraisemblablement déposée sur un socle continental, probablement sur le socle cristallin formant la nappe du Mont Rose. La zone épaisse du Combin se compose d'éléments lithologiques qui caractérisent à la fois les deux séries sédimentaires mentionnées. Ils pourraient représenter une zone à écaillés où des sédiments déposés à l'origine sur un socle océanique seraient juxtaposés tectoniquement à ceux qui furent déposés sur la marge distale du continent.

Autour de la nappe ophiolitique, en contact directe avec celle-ci et sans intermédiaire de dépôts triasiques, il y a une formation contenant des jaspes et des radiolarites transformées en quartzites. Ces

¹⁾ Diese Arbeit wurde durch einen Beitrag des Schweizerischen Nationalfonds unterstützt (Nr. 2.5030).

²⁾ Mineralogisch-Petrographisches Institut, Bernoullianum, CH-4056 Basel.

quartzites sont plus ou moins riches en oxydes et en silicates de Fe et surtout de Mn. Là, où la concentration de ces éléments est très forte, les roches ophiolitiques et aussi les sédiments situés au contact avec ceux-ci, montrent une altération très poussée et une concentration très forte d'épidote et de sphène. Ces transformations ont sans doute devancé celles du métamorphisme régional; elles sont le produit d'un métamorphisme sub-océanique.

Une deuxième série des schistes lustrés repose sur un Trias très réduit, qui représente probablement les restes de l'ancienne couverture sédimentaire de la nappe du Mont Rose. Cette série se compose de brèches très grossières à la base contenant surtout des débris de Trias moyen, mais probablement aussi de Trias supérieur (Rhétien?). Une partie de ces brèches représente probablement le Lias. Les brèches sont surmontées par une série de schistes plus ou moins calcaires et d'argillites. Elle est fortement plissée et métamorphosée. Son âge est inconnu.

Einleitung

Im folgenden wird versucht, die Bündnerschiefer der Region von Zermatt neu zu gliedern. Anlass dazu gaben neue lithostratigraphische Beobachtungen und die Analogie der dabei gefundenen Gesteinsserien mit solchen vom Gran Paradiso, von den Cottischen Alpen und vom Ligurischen Apennin.

Von ARGAND wurden die Bündnerschiefer-Massen, um die es sich hier handelt, als Parautochthon den verschiedenen Kristallin-Decken zugeordnet und entweder als Teil einer «Série compréhensive» gedeutet, die von der unteren Trias bis in die Kreide hinaufreichen sollte, oder zu einer «Série différenciée» gerechnet, deren Basis auch noch Trias umfassen würde.

Die Kartierung von GÜLLER (1974) brachte demgegenüber nicht nur eine klare Trennung der als jurassisch betrachteten Bündnerschiefer von der Trias, sondern auch eine lithologische Gliederung der ersteren. Die Bündnerschiefer wurden einerseits der Ophiolith-Decke, andererseits der sog. Mischabel-Decke (Monte Rosa- und Bernhard-Decke) zugeordnet. Die tektonische Gliederung wurde teilweise von BEARTH für Blatt Zermatt des «Geologischen Atlas der Schweiz» übernommen.

Bei allen diesen Arbeiten spielten Vorstellungen über die Herkunft und Entstehung der Ophiolithe eine grosse Rolle. Von ARGAND war die Hauptmasse derselben als synorogen-intrusiv gedeutet worden, ebenso von GÜLLER. Erst 1959 gelang BEARTH der Nachweis, dass ein grosser Teil der Ophiolith-Decke aus hochmetamorphen Pillowlaven bestand und dass diese in den ganzen Westalpen verbreitet sind. Ein Teil der Ophiolithe der Combin-Zone wurde später als vulkanisch-sedimentäre Bildungen interpretiert (BEARTH 1967).

Inzwischen hatten aber die Arbeiten von ELLENBERGER über die Vanoise (1958) und von LEMOINE und anderen über das Briançonnais auch bei uns zu einer Umwälzung geführt. 1964, in den Erläuterungen zu Blatt Randa, konnte BEARTH zeigen, dass Elemente der Barrhorn-Serie, also des Briançonnais, bis in die Gegend von Trift (W Zermatt) reichen.

Für die nun folgende Untersuchung waren Arbeiten von DECANDIA & ELTER (1969) über den Ligurischen Apennin, von LEMOINE über die Cottischen Alpen (1967, 1970) und von ELTER (1971) über den Gran Paradiso von entscheidender Bedeutung. Mit Ausnahme der zuerst genannten befassen sich alle mit den stratigraphischen Verhältnissen im Grenzgebiet zwischen mittel- und südpenninisch. Vor allem war es die Publikation G. ELTER (1971) über die «schistes lustrés» und

Ophiolithe S vom Aostatal (Gran Paradiso), die den direkten Anstoss zu der nun folgenden Untersuchung gab. Exkursionen, die ich gemeinsam mit ihm in der Umgebung von Cogne (Aosta) durchführen konnte, veranlassten mich, auch bei Zermatt nach analogen Serien, vor allem nach dem von ELTER beschriebenen Lias zu suchen. Diesen fand ich allerdings nicht, wohl aber eine brekzienreiche Serie, die im Gran Paradiso anscheinend fehlt. Diese wahrscheinlich zur ehemaligen Sedimentbedeckung der Monte Rosa-Decke gehörende Serie zeigte, dass dieses Massiv im Jura externer gelegen war als der Gran Paradiso und vermutlich der Randzone der piemontesischen Senke und der mittelpenninischen Schwelle, also zum Kontinentalabhang, gehörte. Ein anderer Teil der Bündnerschiefer aber ist direkt, d. h. ohne Zwischenschaltung von Trias, mit den Ophioliten verbunden und muss als ozeanisch betrachtet werden.

Die mesozoischen Sedimente von Zermatt müssen demnach aufgrund lithostratigraphischer Kriterien in folgende vier Serien unterteilt werden:

- a) Elemente der Barrhorn-Serie (Briançonnais). Bisher konnten N von Trift Malm und Kreide nachgewiesen werden.
- b) Eine brekzienreiche, ophiolithfreie Serie, die z. T. durch Erosion der ehemaligen autochthonen Trias des Monte Rosa entstanden ist. In Analogie zu den ähnlichen von LEMOINE aus den Westalpen beschriebenen und analysierten Vorkommen interpretieren wir sie als *Sedimente*, die vom *Kontinentalabhang*, d. h. vom Innenrand der Briançonnais-Plattform, stammt.
- c) Eine «Ophiolith»-führende Bündnerschiefer-Serie, die sowohl Elemente von *b* wie von *d* enthält und folglich paläogeographisch zwischen diesen beiden angesiedelt werden müsste. Sie baut die aus mehreren Schuppen bestehende *Combin-Zone* auf.
- d) Eine mit den Ophiolithen in primärem Kontakt stehende Schichtfolge, die wir hier als ozeanische Serie bezeichnen. Sie entspricht der «Série de Chabrière» in den Cottischen Alpen (LEMOINE et al. 1970) oder den «vrais schistes lustrés» von G. ELTER (1971).

Im folgenden werden *b* und *d* näher beschrieben, während die noch ungenügend bekannte *Combin-Zone* nur gestreift wird, das Briançonnais aber als bekannt vorausgesetzt wird (ELLENBERGER 1952).

Die ozeanische Serie

a) Allgemeines

Charakteristisch für diese Serie ist folgendes:

1. Sie findet sich an der ganzen Peripherie der Ophiolith-Zone (-Decke) von Zermatt-Saas Fee, im Liegenden wie im Hangenden, wenn auch nicht in zusammenhängendem Zug.
2. Sie steht in primärem Kontakt mit den Ophiolithen (siehe Punkt 5). Nicht nur am Kontakt, sondern auch innerhalb der Serie fehlt jedes Anzeichen von Trias.
3. Sie besteht an der Basis aus einem Wechsel karbonatischer und silikatischer, teils metapelitischer, teils quarzitischer Lagen. Die Quarzite führen z. T. sehr fein

laminierte Metaradiolarite. Nach oben geht diese Serie in banale Kalkglimmerschiefer mit tonigen und ovarditischen Lagen über.

4. In den Quarziten sind Eisen und Mangan, teils als Oxyde, teils als Silikate, entweder dispers verteilt oder in Lagen oder Knollen konzentriert. Mangan dominiert sehr deutlich über Eisen.
5. Die ozeanische Serie steht mit Ophiolithen verschiedener Art in direktem Kontakt. An vielen Stellen, in erster Linie dort, wo die beiden Metalle stark angereichert sind, zeigen die Ophiolithe metasomatische Veränderungen, vor allem eine Anreicherung von Epidot (Pistazit) und Titanit. Auch die direkt aufliegenden Sedimente sind epidotreich und z.T. wurden sogar reine Pistazit-quarzite gefunden.
6. Aus Analogiegründen mit den fossilbelegten, unmetamorphen Serien des Ligurischen Apennin betrachten wir die Basis der ozeanischen Serie von Zermatt als ?Dogger bis Malm. Eine Obergrenze wird durch den Beginn der Metamorphose bei ca. 90 M.J., also etwa Grenze von Unter- und Oberkreide, bestimmt (HUNZIKER 1974).

Im folgenden werden nun einige Aufschlüsse dieser Serien kurz beschrieben, wobei vor allem die Angaben über die Mineralogie und Petrographie der Vorkommen noch ergänzungsbedürftig sind.

Alle topographischen Angaben beziehen sich auf die Landeskarte der Schweiz 1:25 000, Blatt Zermatt.

b) Das Profil am Ober-Rothorn (vgl. Fig. 1 und Tafel in BEARTH 1973)

Im unteren Teil des E-Grates des Ober-Rothornes findet man im Liegenden der auf S. 157 beschriebenen Schichtfolge, ungefähr von Kote 3280 bis zum Kontakt mit den Prasiniten in der Scharte P. 3230, eine wechselreiche Folge dünner Lagen, die mit einer quarz- und muskowitzreichen Kalkglimmerschiefer-Lage beginnt, dann durch Albitgneis und Ovardit (Albit + Chlorit) (0,5 m) und einen dünnen Quarzit abgelöst wird. Dieser Quarzit ist mit einer schwarzen Patina bedeckt, ein sehr charakteristisches Merkmal der Quarzite dieser Serie.

In den nun folgenden kalkigen, z.T. brekziösen «Bündnerschiefern» sind wiederum Lagen von Ovardit, Albitgneis und dem erwähnten schwarzen Quarzit eingeschaltet. Diese Lagen sind ausnahmslos sedimentären Ursprungs; das gilt vor allem auch für die Ovardite und Albitgneise.

Gegen P. 3230 nimmt der silikatische Anteil der «Bündnerschiefer», Quarz, Granat und Hellglimmer, auf Kosten von Karbonat zu, und schliesslich werden die Kalkglimmerschiefer völlig durch granatführende Chloritoid-Muskowitschiefer ersetzt. Am Kontakt mit den Prasiniten bei P. 3230 treten erzeiche Glimmerquarzite bis -schiefer mit dünnen Lagen eines feinlaminierten, erzführenden grauen Kalkes auf, der einen erstaunlich geringen Grad der Rekristallisation aufweist und nur schwach metamorph erscheint.

Geht man von P. 3230 den Hang hinunter gegen P. 3085, so wiederholt sich der Wechsel von mehr oder weniger kalkreichen Lagen mit tonigen, granat- und chloritoidführenden sowie quarzitischen Lagen. Die Quarzite zeigen dabei immer

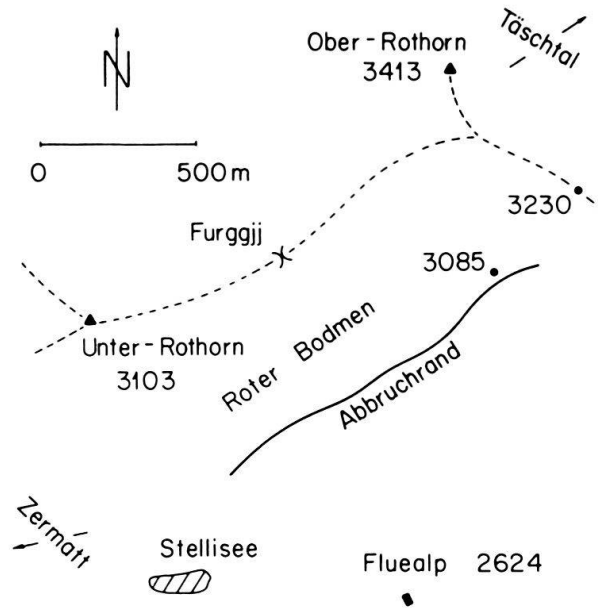
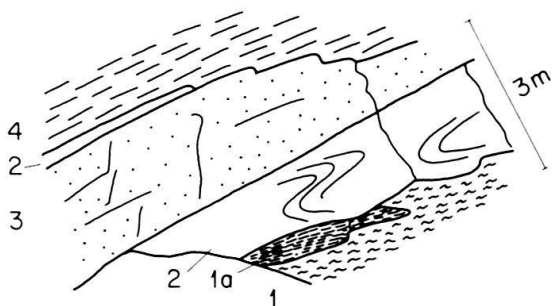


Fig. 1. Skizze der im Text erwähnten Lokalitäten.

die oben erwähnte schwarze Patina und sind von dünnen Karbonatlagen durchzogen. Sie führen stets Erz (Hämatit u. a.), dispers verteilt oder in Knollen konzentriert.

Die ganze Serie kann als ein ursprünglicher Wechsel von Radiolariten, Hornsteinkalken, Mergeln und Peliten mit Einlagerungen von detritischem, ophiolithogem Material betrachtet werden, wobei das letztere hauptsächlich in den stratigraphisch höheren Lagen auftritt. Die Quarzite und die marmorisierten Kalke wechselagern miteinander und mit Kalkglimmerschiefern in den tieferen Lagen.



- 1 = schlieriger Prasinit, 1a = Albitamphibolit
- 2 = gelblich anwitternder Marmor mit erzführenden, quarzitischen Zeilen
- 3 = Quarzit mit schwarzer Patina
- 4 = Kalkglimmerschiefer und Granat-Chloritoid-führende Glimmerschiefer mit dünnen Lagen von 2 und 3.

Fig. 2. Aufschluss N von P. 3085 (Fig. 1).

Ein charakteristisches Profil ist in der Felswand unmittelbar N von P. 3085, am Abrissrand der grossen Sackung N der Fluealp, aufgeschlossen (Fig. 2). Die gelblich anwitternden Marmore erreichen selten die in Figur 2 angegebene Dicke; meistens

bilden sie dünne (cm-dm) Lagen, die mit Kalkglimmerschiefern und Quarziten abwechseln.

Der in Figur 2 dargestellte Aufschluss erinnert an die aus dem Ligurischen Apennin bekannte und fossilbelegte Folge von:

oben	— Scisti di Val Lavagna	Kreide	
	— Scisti con Palombini		
	— Calpionellenkalk		
	— <i>Radiolarit</i>	Malm	
unten	— Ophiolith		(vgl. BEARTH 1973)

Lithologisch analoge Serien sind auch in den Westalpen bekannt geworden, so aus der Ubaye, vom Mt. Genève (LEMOINE et al. 1970) und vom Gran Paradiso (ELTER 1971). Siehe auch DEBENEDETTI (1965) und DAL PIAZ (1971).

Ein sehr charakteristisches Glied dieser Serie sind die *Quarzite*, die deshalb etwas ausführlicher beschrieben werden sollen.

Reine Quarzite sind selten. Gewöhnlich handelt es sich um Muskowitquarzite bis Quarz-Muskowitschiefer (\pm Karbonat), die oft Granat (Spessartin) und/oder Chlorit führen. In diesen glimmerführenden Gesteinen findet man sehr häufig dünne Lagen eines feinkörnigen bis dichten, erzführenden Quarzites, der die oben erwähnte schwarze Patina zeigt. Diese Quarzite zeigen oft eine sehr feine, sedimentäre Lamination, die durch einen Wechsel von erz-, spessartin- oder piemontitführenden und reinen Quarzlagen gebildet wird. Wir betrachten diese Gesteine als *Metaradiolarite*.

Figur 3b zeigt einen typischen Wechsel von Quarziten oder Quarz-Muskowitschiefern mit Kalkglimmerschiefern von Kote 2620, N vom Stellisee, an der Abbruchkante der oben erwähnten Sackung.

Ganz besonders schön ist dieser Wechsel innerhalb der basalen Partien der ozeanischen Serie auf Triftji, zwischen unterem Theodul- und dem Gornergletscher,

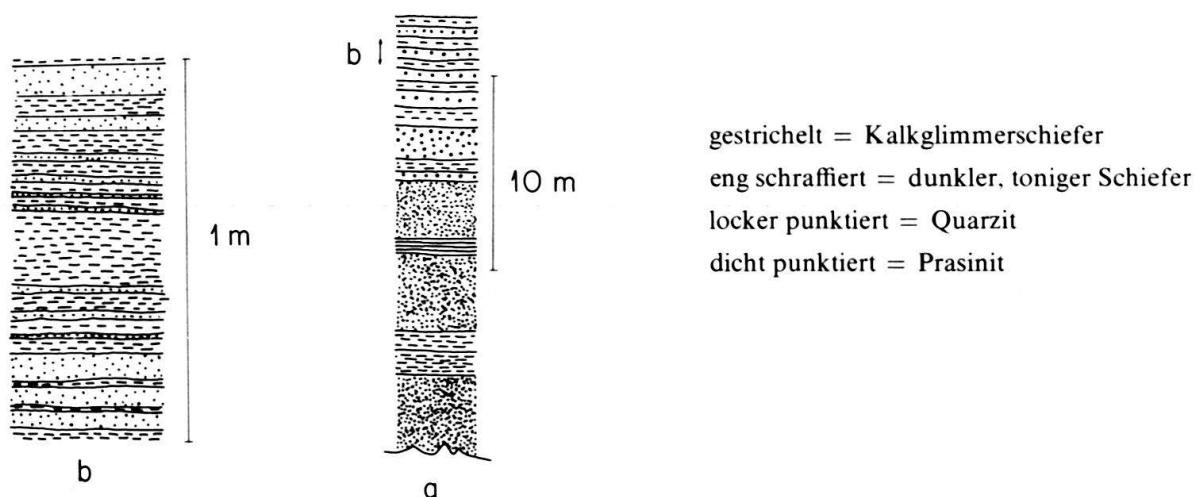


Fig. 3a. Aufschluss auf Kote 2620, N des Stellisees.

Fig. 3b. Detail aus Figur 3a. Die Repetition der Schichten ist teilweise durch Faltung bedingt.

entwickelt. Hier erreicht diese Serie besonders auf der Westseite, im Kontakt mit Serpentin- und epidotreichen Hornblendit-Boudins, eine ungewöhnliche Mächtigkeit. Auf Triftji alternieren die Quarzite mit pistazitreichen, karbonatischen oder quarzitischen Lagen, auch mit reinen Pistazitquarziten. Ganz analoge Paragenesen hat DAL PIAZ (1969) von der Testa Grigia und anderen Orten des Aostatales erwähnt.

Neben Eisenerz (Hämatit) führen die Quarzite vor allem Manganerz (Manganit, Braunit u. a.), vorwiegend aber Mangansilikate, wie Spessartin, Piemontit, Manganglimmer und -karbonat, daneben auch auffallend viel Turmalin und Titanit. Das dominierende Silikat ist entweder makroskopisch gelber Spessartin oder dunkelroter Piemontit, wobei der letztere bei Saas Fee, der zuerst genannte aber bei den oben erwähnten Vorkommen von Zermatt dominiert. Ein Quarzit vom Hörnligrat führt vor allem Piemontit (vgl. Fig. 4).

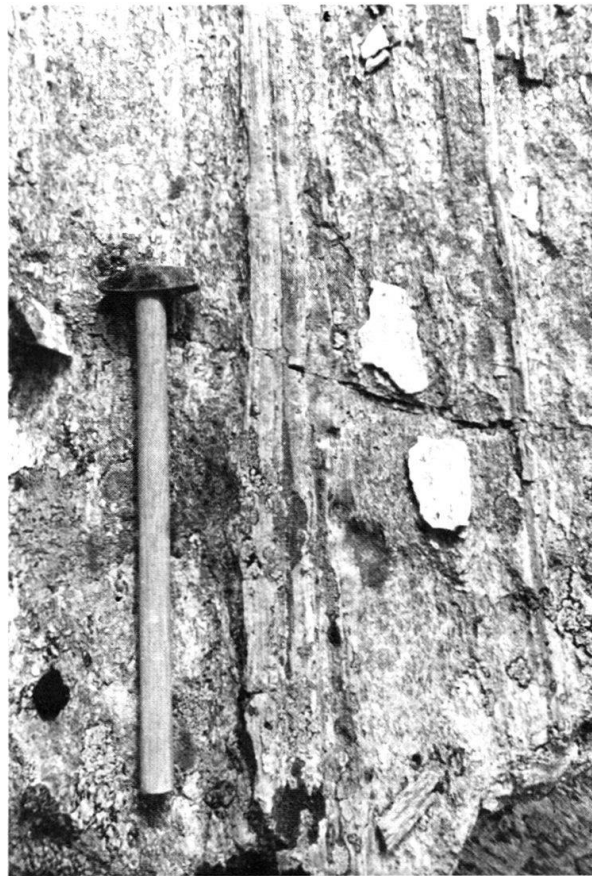


Fig. 4. Spessartinführende, gewellte Quarzitplatte (Sparren, Täschtal). Die spessartinreiche radiolarische Lage wittert in vertikalen Streifen (Mitte und rechts) heraus. Die weissen Flecken sind Reste einer dünnen Quarzitschicht.

Der Mangangehalt ist offensichtlich überall grösser als der Eisengehalt. In der Regel sind die Silikate ebenso wie die Erze in den Quarziten entweder dispers verteilt oder lagenförmig angereichert (Fig. 4). Eine lokal sehr starke, teils lagen-, teils knollenförmige Konzentration fand ich im Täschtal, SSE der Alp Ottavan, W der Sparrenflue, auf 3000 m Höhe.

An all den erwähnten Punkten stehen die basalen, quarzitführenden Bündnerschiefer in direktem, *primären* Kontakt mit *Ophiolithen*. Teils sind es Prasinite wie auf der Roten Bodmen, eklogitogene Amphibolite wie im Täschtal oder Serpentinite und Hornblendite auf Triftji. Es ist auffallend, dass alle Kontakte eine sehr starke Epidotisierung (Pistazit) zeigen. Auf Sparren wird der Kontakt z.T. durch eine titanreiche, amphibolitische Brekzie mit pistazitischem Zement gebildet. Es ist offensichtlich, dass die Ophiolithe lokal metasomatisch verändert worden sind und dass wahrscheinlich gleichzeitig die syngenetische Anreicherung von Mn und Fe in den Sedimenten erfolgte. Die Dominanz von Mn über Fe, der hohe Oxydationsgrad der beiden Elemente, die Epidotisierung der angrenzenden Ophiolithe und teilweise auch der Sedimente weisen für die Lagerstätte Sparren und ähnliche Vorkommen auf die Existenz eines lokalen geothermischen Systems hin, in welchem zirkulierendes Meerwasser mit seinem Oxydationsvermögen (SO_4) und der auf dem hohen Cl-Gehalt beruhenden Fähigkeit zur Bildung leicht löslicher Schwermetallkomplexe zusammenwirkten, um sowohl die beobachteten Metallkonzentrationen wie auch die metasomatischen Prozesse auszulösen. Solche Systeme sind von Island, vom Roten Meer, vom East Pacific Rise und andernorts bekannt geworden. In Ligurien sind diese Erscheinungen von SPOONER & FYFE (1973) untersucht und gedeutet worden. Siehe auch SPOONER 1974.

Im Lichte der rezenten geochemischen Erforschung derartiger Systeme können die beschriebenen Verhältnisse folgendermassen gedeutet werden: Die erzführenden und die sie begleitenden Sedimente sind direkt auf den Ophiolithen abgelagert worden. Durch die Aktivität der schwermetallführenden Lösungen eines geothermischen Systems sind sie mit diesen verschweisst worden.

Wir betrachten diese Vorgänge als Teile einer sub-ozeanischen Metamorphose. Ihre Produkte sind später durch die mehrphasige alpine Regionalmetamorphose überprägt worden. Zu ähnlichen Schlüssen gelangten COMPAGNONI, ELTER & LOMBARDO (1973) bei der Untersuchung eines Serpentin-Bündnerschiefer-Kontaktes W von Cogne (Aosta).

Zum Schluss möchte ich noch darauf hinweisen, dass der in meiner Ophiolitharbeit (1967) als *Riffelbergzone* bezeichnete chaotische Komplex («mélange») von ophiolithischem (hauptsächlich Eklogite und Eklogitamphibolite) mit sedimentärem Material, gerade was die Sedimente betrifft, eine grosse lithologische Verwandtschaft mit der ozeanischen Serie zeigt.

Die in der erwähnten Arbeit (S. 63) beschriebene, Mn-führende Lagerstätte vom Lago di Cignana (Valtournanche) ist ein typisches Glied dieser Riffelbergzone (vgl. auch BEARTH 1964 *b*). Die dort als Tuffe (S. 23–24) gedeuteten, fein gebänderten Ophiolithfragmente würde ich heute als ophiolithogene, klastische Sedimente betrachten.

Die Serie vom Kontinentalabhang

Die folgende, sehr wahrscheinlich aus dem Grenzgebiet der piemontesischen Zone und der mittelpenninischen Schwelle stammende Serie ist gekennzeichnet:

- a) durch eine rudimentäre Trias, welche Quarzite und Evaporite (Rauhwacke, Dolomit und Gips), z. T. auch Reste karbonatischer Trias umfasst.

- b) durch eine diese Trias überlagernde Folge von Grob- und Feinbrekzien mit Triaskomponenten, die zum mindesten im stratigraphisch tiefer liegenden Teil dem Lias entsprechen dürften. In einzelnen Lagen herrschen die Komponenten gegenüber dem Zement derart vor, dass man von einer «Pseudotrias» sprechen kann. Nach oben gehen diese Brekzien in eigentliche Bündnerschiefer (Kalkglimmerschiefer alternierend mit tonigen Lagen) über.
- c) Die ganze Serie ist ophiolithfrei.

Eine charakteristische Ausbildung zeigt sie am Unter- und Ober-Rothorn sowie am Gornergrat. Wir beschreiben zunächst das Profil vom Unter-Rothorn bis zum vermutlichen Kontakt mit der ozeanischen Serie am Ostgrat des Ober-Rothorns.

a) Das Profil am Unter- und Ober-Rothorn

Der Gipfel des Unter-Rothorns wird von einer mehrfach gefalteten Quarzitisserie gebildet, welche Tafelquarzite, muskowitzreiche Quarzite (\pm Karbonat) und Phenigit-Albitgneise umfasst und wahrscheinlich ausser unterer Trias auch noch oberstes Perm repräsentiert. In verkehrter Lagerung folgen dann schmale Dolomit- und Kalklagen. Diese karbonatische Trias ist besonders im nördlichen Teil der Quarzitisserie gut aufgeschlossen (siehe BEARTH 1973, Fig. 4,2) und wird hier von einer groben polygenen Brekzie mit Dolomit-Kalk- und vereinzelt Quarzitkomponenten (in einem dolomitischen Zement) überlagert. Diese Brekzie ist ohne Zweifel jünger als die mittlere Trias und dürfte Jura repräsentieren. Elemente des polymetamorphen Sockels sind nicht gefunden worden.

Wenn man vom Unter-Rothorn nach E zur Furgji absteigt, quert man zuerst Kalkglimmerschiefer mit zahlreichen feineren Brekzienlagen, die dann durch brekzienfreie Kalkglimmerschiefer mit dunklen, granat- und z. T. chloritoidführenden Metapeliten abgelöst werden.

Das Ganze kann als eine verkehrte Serie interpretiert werden, deren Polarität sich aus den gegen Osten zu immer seltener und feiner werdenden Brekzien ergibt, die schliesslich im stratigraphisch höheren Teil durch kalkige bis mergelige und tonige Lagen ersetzt werden.

Am Ober-Rothorn werden die Verhältnisse nun infolge mehrfacher Verschuppung von Brekzien- und Kalkschieferlagen mit quarzitischer und karbonatischer Trias sehr kompliziert. Beim Aufstieg über die Westflanke dominieren zunächst tonige Schiefer und Kalkglimmerschiefer mit viel Quarz- und Calcitadern. Zwischen Kote 3050 und 3090 folgt eine Brekzie, die fast ausschliesslich aus Komponenten von Triaskalk besteht³⁾. Auf Blatt Zermatt (1953) ist diese Brekzie als Trias kartiert und noch in der Kartenskizze, die als Tafel meiner Arbeit von 1973 beigelegt wurde, ist sie zur mittleren Trias gestellt worden. Diese «Pseudotrias» geht nach unten (E, stratigraphisch oben) in brekziöse Kalkglimmerschiefer über, die mit muskowitzführenden, kalkigen, sandigen und tonigen Lagen alternieren. Erwähnenswert ist darin eine zweite, stark ausgewalzte und 5–10 m mächtige Lage einer kalkigen «Pseudotrias». Nach einem schmalen, rostroten Rauhwacke-Horizont, der einer tektoni-

³⁾ In der Legende zu Tafel IV hat GÜLLER (1947) diese Brekzie als «Basalbrekzie der Bündnerschiefer» bezeichnet und die Möglichkeit erwähnt, dass sie dem Lias entsprechen könnte.

schen Grenze entspricht (2–3 m), folgt der westliche und breitere der beiden, in der oben erwähnten Kartenskizze (BEARTH 1973) angegebenen Triasquarzite, die den Ostgrat des Ober-Rothorns queren. Er besteht in Wirklichkeit aus mehreren Quarz-Muskowitschiefer (\pm Chlorit), Tafelquarzit und Konglomerat umfassenden Lagen, die von Rauhwaacke und Dolomit begleitet werden. Zwischen diesen insgesamt 30–40 m mächtigen Zügen und der zweiten, nur ca. 3 m breiten Quarzitlage sind dünnplattige, hellgraue Kalkschiefer eingeschaltet, z. T. tektonisch laminierte Brekzien mit dunkelgrauen, grobspätigen Kalkkomponenten (Echinodermenbrekzie?). Nach einer schmalen Schuppe karbonatischer Trias folgt der eben erwähnte zweite Quarzitzug (Tafelquarzit + Konglomerat), dann Rauhwaacke, nochmals gefolgt von karbonatischer Trias, darauf dunkelbraun anwitternde Kalkglimmerschiefer, muskowitzführender Quarzit (1 m), kalkige und tonige Schiefer und schliesslich Triasdolomit (0,5 m). Ob die nun folgenden, quarz- und muskowitzreichen Kalkglimmerschiefer mit sedimentär fein laminierten Kalkschieferlagen zu der beschriebenen oder zu der nun (bei Kote 3280) einsetzenden ozeanischen Serie gehören, muss noch abgeklärt werden.

Das Profil des Ober-Rothorns stellt uns vor einige noch ungelöste Fragen. Handelt es sich z. B. bei der Brekzie, die beim Aufstieg über den Westgrat angetroffen wird, um eine frisch einsetzende grobe Schüttung oder um eine tektonische Einschaltung? Dass eine solche möglich ist, zeigen die verschiedenen Triaslamellen, denen man am Ostgrat begegnet. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um ein Wiederauftauchen der Trias des Unter-Rothorns, die in einer grossen, südvergenten Falte in die Luft hinausstreicht, dann in mehreren Aufschlüssen unter den Bündnerschiefern der Roten Wäng wieder erscheint und hernach durch die Rote Bodmen zum Ostgrat des Ober-Rothorns hinaufzieht.

Ein anderes Problem stellen die oben erwähnten Brekzien mit «dunkelgrauen, grobspätigen Kalkkomponenten» dar. Woher stammt dieser Kalk? Anstehend ist er weder in der Trias des Rothorns noch anderwärts im Gebiet von Zermatt gefunden worden. Er entspricht wahrscheinlich einer völlig erodierten, obertriadischen Schicht (Rhät?). Ähnliche schwarze, spätige Kalke zeigte mir nämlich G. Elter in einem Profil beim Abstieg vom Colle del Drink nach Tavaillon (V. di Cogne) hinunter. Dort wechsellagern sie mit Dolomit und grünlichen Glimmerschiefern. Diese ganze Folge ist zwischen dolomitischem Kalk (Norien) und kalkigem Lias eingelagert und wird von ELTER als Rhät betrachtet (ELTER 1971, S. 153).

Südlich vom Ober-Rothorn, in den Rundhöckern der Roten Bodmen, deren Name von der gipsführenden Rauhwaacke herrührt, die hier ungewöhnlich mächtig wird, findet man die verschiedenen Elemente des Rothorn-Profiles wieder. Ein besonders instruktiver Aufschluss befindet sich auf Kote 2830–40. Er ist in Figur 5 dargestellt. Die Polarität ist aus der Schichtfolge deutlich ersichtlich. Sie wird noch unterstrichen durch die Schicht 6 (Fig. 5), die mit einer groben Brekzie beginnt, welche gegen unten (stratigraphisch oben) immer feiner wird. Die am Fusse der östlichen Kante folgenden granat- und muskowitzreichen Schiefer werden von einer Brekzienlage mit den mehrfach erwähnten, dunklen und grobspätigen Kalkkomponenten unterlagert. Gegen Osten hin folgt dann nach einem grösseren, von Schutt bedeckten Unterbruch eine dünne Triaslamelle (Muskowitzquarzit und Marmor). Sie repräsentiert wahrscheinlich die Grenze zu der nun folgenden ozeanischen Serie, die

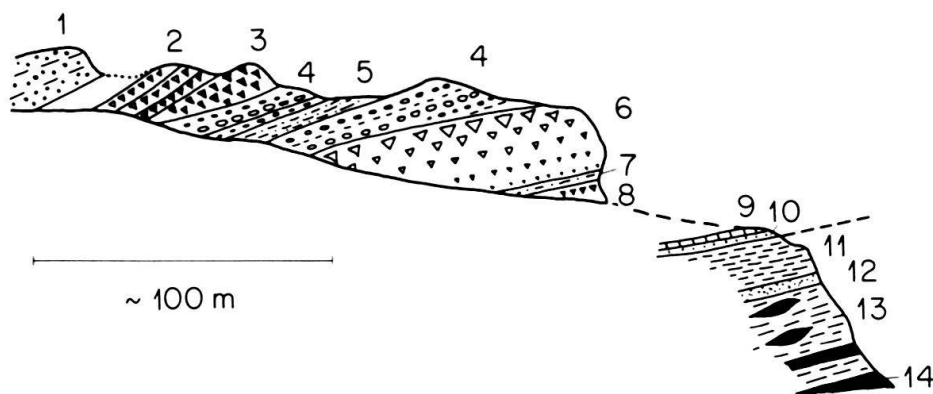


Fig. 5. Aufschluss auf Kote 2830, Rote Bodmen, ca. 100 m W der Abbruchkante.

1 = Glimmerquarzit (Trias), 2 = laminierte, grobe Kalkbrekzie mit Komponenten von karbonatischer Trias, 3 = Dolomitbrekzie (mit Komponenten von karbonatischer Trias), 4 = alternierend grob- und feinkbreziöse Lagen mit Triaskomponenten [Kalk, Dolomit, Quarzit (selten)] und feinlagigem Kalkschiefer (5), 6 (siehe Text), 7 = Granat-Muskowitquarzit, 8 = Brekzie mit Komponenten von dunklem, spätigem Kalk, 9 und 10 = Trias (9 = Kalk, 10 = Quarzit), 11-14 = ozeanische Serie, 11 = feingeschichteter Kalkglimmerschiefer, 12 = Quarzit, 13 = Kalkglimmerschiefer mit Linsen und Lagen von Prasinit (14).

den Absturz gegen Fluealp bildet. Dieser zeigt im oberen Teil feingeschichtete Kalkglimmerschiefer, denen ein schwarz anwitternder, chlorit-, karbonat- und muskowitzführender Quarzit folgt, dessen Gehalt an Granat, Epidot, Titanit und Apatit deutlich auf die Zugehörigkeit zur ozeanischen Serie hinweist. Der übrige Teil der Wand wird von Kalkglimmerschiefern mit Lagen und Linsen von ophiolithogenem Material gebildet.

b) Die Schichtfolge am Gornergrat (Fig. 6)

Wenn man von der auf Serpentin und Kalkglimmerschiefer ruhenden Plattform P. 3135 herkommend die permisch-untertriadische Folge mit ihren Quarziten, Konglomeraten und Albitgneisen gequert hat und nun dem Weg folgend zum

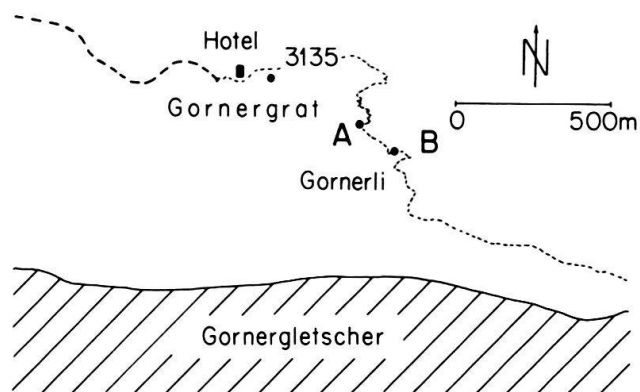


Fig. 6. Skizze der im Text erwähnten Aufschlüsse am Gornergrat.

Gornergletscher absteigt, trifft man zunächst auf einen Felsblock (A, Kote 2920) aus gelblicher, dolomitischer Rauhwacke. Dasselbe Gestein findet man etwa 70 m weiter unten, rechts ausserhalb des Weges, an der Oberkante einer felsigen Stufe (B, auf Blatt Zermatt 5 mm N des «e» von Gornerli). Hier wird die Rauhwacke unterlagert von einem dunklen Kalkmarmor. Dann folgt nach unten eine grobe Brekzie, mit den schon im Profil des Ober-Rothorns mehrfach erwähnten Komponenten aus grobspätigem dunklen Kalk. Diese Brekzie ist durchzogen von Schichten, in denen quarz- und glimmerreiche Lagen mit mehr kalkigen abwechseln. Diese stark gefaltete Serie ist am Wege gut aufgeschlossen. Besonders schön ist sie beim Abstieg durch das Couloir zu sehen, das zwischen Kote 2840 und 2820 durch die felsige Partie führt.

Es handelt sich hier um eine verkehrte Serie, welche über einem Rest karbonatischer Trias von der erwähnten, wahrscheinlich jurassischen Brekzie überlagert wird. Bemerkenswert ist, dass hier der als Äquivalent des Rhät betrachtete, grobspätige Kalk als erster in den Brekzien erscheint. Wir betrachten diese Serie als verschürften Teil des ehemaligen Sedimentmantels der Monte Rosa-Decke, deren Kristallin unmittelbar östlich ansteht.

Bemerkungen zur Combin-Zone

Bei Zermatt besteht die Combin-Zone, d. h. der Komplex von Trias, Bündnerschiefern und Ophiolithen, der sich zwischen der Ophiolith- und der Dent Blanche-Decke einschiebt, aus verschiedenen tektonischen Einheiten, die durch reduzierte Triaslamellen voneinander getrennt sind. Die verschuppte Triasbasis der untersten Einheit liegt W von Zermatt direkt auf Ophiolithen. Sie ist selbst ophiolithfrei und führt N vom Bahnhof Zermatt Kalkbrekzien (siehe Geologischer Atlas, Blatt Zermatt) («Liasbrekzien» erwähnt GÜLLER 1947, S. 133, auch von den Höheren Zermatter Schuppen).

Die über der untersten Einheit folgenden Bündnerschiefer sind «ophiolith»-führend; vorwiegend sind es Prasinite, die vereinzelt Linsen von Metagabbro und Serpentin enthalten. Auffallend ist, dass diese Prasinite keinerlei vulkanische Strukturen erkennen lassen, hingegen eine durch Epidot-, Carbonat- oder Albitzeilen bedingte feine Bänderung zeigen. Sie haben im Gegensatz zu den Gesteinen der Ophiolith-Decke auch keine Hochdruckmetamorphose erfahren. Die Mehrzahl der «Ophiolithe» der Combin-Zone aber ist sicher detritischen Ursprungs; sie besteht aus Ovarditen (\pm Karbonat), aus karbonatführenden Quarz-Albitlagen (\pm Chlorit, \pm Muskowit), die durch alle Übergänge und Zwischenlagen mit Kalkglimmerschiefern verbunden sind. In dieser Hinsicht sind die Grüngesteine der Combin-Zone denjenigen der ozeanischen Serie ganz analog.

In lithologischer Hinsicht entspricht die Combin-Zone einerseits der für den Kontinentalabhang typischen brekzienführenden Serie, andererseits enthält sie Elemente der ozeanischen. Das liesse sich mit der Auffassung von G. ELTER vereinbaren, der die Combin-Zone als extern gelegene Fortsetzung der eigentlichen Ophiolithe betrachtet, die durch Rückfaltung *über* diese geriet (siehe auch DAL PIAZ et al. 1972). Andererseits lässt die intensive Verschuppung die Möglichkeit einer tektonischen Vermischung der beiden Bereiche offen.

Verdankungen

Herrn Prof. Dr. D. Bernoulli möchte ich für Kritik und konstruktive Bemerkungen herzlich danken. Herrn cand. geol. H. Klein danke ich für die Reinzeichnung der Figuren.

LITERATURVERZEICHNIS

- ARGAND, E. (1908): *Carte géologique du massif de la Dent Blanche (moitié septentrionale)*, 1:50000 (Geol. Spezialkarte 52). – Schweiz. geol. Komm.
- (1934): *La zone pennique* (Geol. Führer der Schweiz, Fasc. III and VII). – Wepf u. Co., Basel.
- BEARTH, P. (1953): *Geologischer Atlas der Schweiz 1:25000, Blatt Zermatt* (Nr. 29). – Schweiz. geol. Komm.
- (1959): *Über Eklogite, Glaukophanschiefer und metamorphe Pillowlaven*. – Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 39, 267–286.
- (1964a): *Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25000, Blatt Randa* (Nr. 43). – Schweiz. geol. Komm.
- (1964b): *Bericht über die Exkursion der Schweiz. Mineralogischen und Petrographischen Gesellschaft nach Zermatt (1963)*. – Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 44, 15–26.
- (1967): *Die Ophiolithe der Zone von Zermatt-Saas Fee*. – Beitr. geol. Karte Schweiz [N.F.] 132.
- (1973): *Gesteins- und Mineralparagenesen aus den Ophiolithen von Zermatt*. – Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 53, 299–334.
- BORTOLAMI, G., & DAL PIAZ, G.V. (1970): *Il substrato cristallino dell'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana (Prov. di Torino)*. – Mem. Soc. ital. Sci. nat. 18, 125–169.
- COMPAGNONI, R., ELTER, G., & LOMBARDO, B. (1973): *Signification de quelques bordures de réaction de caractère particulier au contact entre serpentinites et Schistes lustrés*. – Colloque «Le métamorphisme alpin dans les alpes occidentales», Grenoble, 19–20 novembre.
- DAL PIAZ, G.V. (1969): *Nuovo affioramento di quarziti e di scisti a piemontite in Valle d'Aosta*. – Boll. Soc. geol. ital. 88, 613–619.
- (1971): *Alcune osservazioni sulla genesi delle ofioliti piemontesi e dei giacimenti ad esse associati*. – Boll. Soc. Mineraria Subalpina.
- (1974): *Le métamorphisme de haute pression et basse température dans l'évolution structurale du bassin ophiolitique alpino-apenninique (Ière partie: Considérations paléogéographiques)*. – Boll. Soc. geol. ital. 93, 437–468.
- DAL PIAZ, G.V., HUNZIKER, J.C., & MARTINOTTI, G. (1972): *La Zona Sesia-Lanzo e l'evoluzione tettonico-metamorfica delle alpi nordoccidentale interne*. – Mem. Soc. geol. ital. 11, 433–460.
- DEBENEDETTI, A. (1965): *Il complesso radiolariti – giacimenti di manganese – giacimenti piritoso-cupriferi – rocce a fuchsite, come rappresentante del Malm nella Formazione dei Calcescisti. Osservazioni nelle Alpi piemontesi e nella Val d'Aosta*. – Boll. Soc. geol. ital. 84/1.
- DECANDIA, F., & ELTER, P. (1969): *Riflessioni sul problema delle ofioliti nell'Appennino settentrionale*. – Mem. Soc. Toscana Sci. nat. 76.
- ELLENBERGER, F. (1952): *Sur l'extension des faciès briançonnais en Suisse, dans les Préalpes médianes et les Pennides*. – Eclogae geol. Helv. 45/2.
- (1958): *Etude géologique du pays de Vanoise*. – Mem. Carte géol. France.
- ELTER, G.I. (1971): *Schistes lustrés et ophiolites de la zone piémontaise entre Orco et Doire Baltée (Alpes Graies) – Hypothèses sur l'origine des ophiolites*. – Géol. alp. (Grenoble) 47, 147–169.
- GÜLLER, A. (1947): *Zur Geologie der südlichen Mischabel- und der Monte Rosa-Gruppe*. – Eclogae geol. Helv. 40/1, 39–161.
- HUNZIKER, J.C. (1974): *Rb-Sr and K-Ar age determinations and the Alpine tectonic history of the Western Alps*. – Mem. Ist. Geol. Mineral. Univ. Padova.
- LEMOINE, M. (1967): *Brèches sédimentaires marines à la frontière entre les domaines briançonnais et piémontais dans les Alpes occidentales*. – Geol. Rdsch. 56, 320–335.
- LEMOINE, M., STEEN, D., & VUAGNAT, M. (1970): *Sur le problème stratigraphique des ophiolites piémontaises et des roches sédimentaires associées: Observations dans le massif de Chabrière en Haute-Ubaye (Basses-Alpes, France)*. – C.R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève [n.s.] 5, 44–59.
- SPOONER, E.T.C. (1974): *Sub-Sea-Floor Metamorphism, Heat and Mass Transfer; an Additional Comment*. – Contr. Mineral. Petrol. 45, 169–173.
- SPOONER, E.T.C., & FYFE, W.S. (1973): *Sub-Sea-Floor Metamorphism, Heat and Mass Transfer*. – Contr. Mineral. Petrol. 42, 287–304.

