

Zur Frage der Beziehungen von Metamorphose und Tektonik in den französischen Alpen.

Von H. P. Cornelius.

Im Sommer 1930 hatte ich Gelegenheit, an der Exkursion der Société géologique de France in den Alpen von Savoyen teilzunehmen. Die liebenswürdige Führung durch die Herren Professor M. Gignoux und L. Moret sowie die vorzügliche Organisation ermöglichte es, den Teilnehmern in kurzer Zeit nicht nur einen Überblick über die Geologie jenes schönen Landes zu gewinnen, sondern auch in viele interessante Teilfragen Einblicke zu tun. Ich möchte es nicht versäumen, auch an dieser Stelle der Société géologique de France, und insbesondere den beiden genannten Herren, meinen besten Dank zum Ausdruck zu bringen.

Von ganz besonderem Interesse war mir die Bekanntschaft mit dem metamorphen Gebiet der obersten Maurienne, die ich durch eine anschließende private Exkursion, in Begleitung meiner Frau und meines Freundes Dr. M. Blumenthal (Chur) noch etwas erweitern konnte. Handelt es sich hier doch um klassischen Boden: den Ausgangspunkt von Termiers¹⁾ Studien, die ihn schließlich zu der berühmten Gleichsetzung unserer Hohen Tauern mit der westalpinen Innenzone geführt haben.

Um mich nur kurz zu diesem Punkte zu äußern: Nach allem was ich gesehen, kann ich die Übereinstimmung der meisten Gesteine mit solchen der Tauern nur als geradezu schlagend bezeichnen. Stücke von Schistes lustrés der Maurienne und von Kalkglimmerschiefern des Glocknergebietes sind einfach nicht zu unterscheiden. Mit den meisten Typen der grünen Gesteine verhält es sich ebenso; wenn auch diese ungemein formen-

¹⁾ P. Termier: Étude sur la constitution géologique du massif de la Vanoise. Bull. des Serv. de la carte géol. de la France, 2, 1890—1891, p. 367.

reiche Gesteinsfamilie natürlich hier wie dort ihre lokalen Besonderheiten hat, wie etwa den Gabbro von Sollières. Die spärlichen, zur Trias gestellten Dolomitmarmore hier wie dort sind ebenfalls identisch. Aber auch zu manchen Typen der unteren Schieferhülle der Tauern konnte ich — allerdings nur in den Moränen bei und unter dem Refuge des Evettes — vollkommene Analoga finden: Muskowitschiefer mit reichlich Granat, oder mit Breunerit- und Chloritporphyroblasten.²⁾ Es scheint mir demnach nicht zu viel behauptet, daß die Übereinstimmung beider Gebiete über den Rang einer bloß zufälligen Serienähnlichkeit hinausgeht.

Angesichts dieser vollkommenen Übereinstimmung der Gesteine möchte man annehmen, daß auch ihre Schicksale sich im wesentlichen ähnlich abgespielt haben. Um so mehr muß es überraschen, wenn in einem Punkt von grundsätzlicher Bedeutung bisher weitgehende Gegensätze zwischen den beiderseits tätigen Forschern bestehen: nämlich bezüglich der Beziehungen von Metamorphose und Tektonik. Ich muß dazu vorausschicken, daß sich die begriffliche Trennung von Durchbewegung und Kristallisation, welche uns heute vor allem durch die Arbeiten von Sander geläufig ist, bei Termier schon lange³⁾ findet, allerdings in einer nicht sehr glücklichen Form ausgesprochen. Für Termier fällt unter den Begriff Metamorphose nur die Umkristallisation, der er die Mylonitisierung als einziges Ergebnis mechanischer Einwirkung gegenüberstellt: „Les actions mécaniques déforment; elles ne transforment pas.“⁴⁾ So sehr sich dies nun einerseits mit der gerade auch vom Verf. wiederholt⁵⁾ ausgesprochenen Überzeugung von der grundsätzlichen Unabhängigkeit beider Erscheinungen deckt, so ist dabei

²⁾ Andere charakteristische Typen der Unteren Schieferhülle scheinen freilich zu fehlen, so vor allem die sicher paläozoischen (Porphyroide usw. Sander's); doch sind solche auch in den Tauern in manchen Gegenden (Glocknergruppe z. T.) nicht vertreten.

³⁾ Termiers Ansichten über kristalline Schiefer finden sich kurz und übersichtlich ausgesprochen in: *Les schistes cristallins des Alpes occidentales*; C. R. Intern. Geol.-Kongr. Wien, 1903; und: *Sur la genèse des terrains cristallophylliens*; C. R. Intern. Geol.-Kongr. Stockholm, 1910.

⁴⁾ P. Termier: a. a. O., 1910, S. 588.

⁵⁾ H. P. Cornelius: Zur Frage der Beziehungen von Kristallisation und Schieferung in metamorphen Gesteinen. *Zentralbl. f. Min.*, 1921, S. 1; sowie: Zur Kenntnis der Fedozserie im Disgraziamassiv; *N. Jb. f. Min., Beil. Bd. 52*, 1925, Abt. A. S. 1.

andererseits doch nicht berücksichtigt, daß beide erfahrungsgemäß vielfach ineinander greifen, wie wir insbesondere durch die Untersuchungen von B. Sander⁶⁾ und W. Schmidt⁷⁾ über die Verbreitung passiv geregelter Gefüge auch in mechanisch unverletzten kristallinen Schiefem wissen.

Und noch ein zweites ist vor auszuschicken. Die ebenfalls von Termier, neben anderen französischen Forschern, vertretene Vorstellung einer magmatischen Stoffzufuhr bei der Metamorphose, vor allem von Alkalien, die einst von den ostalpinen Petrographen — mit Ausnahme von Weinschenk und seiner Schule — ziemlich einmütig abgelehnt worden ist, hat in den letzten Jahrzehnten speziell auch in der Tauerngeologie weitgehend Eingang gefunden, ebenfalls nach dem Vorgang von B. Sander,⁸⁾ der die Rolle der Albitisierung in der Tauern-Schieferhülle erkannte. Allerdings scheint mir nach wie vor die Bedeutung, die von Termier u. a. derartigen Vorgängen zugeschrieben wird, weit über das Ziel hinauszuschießen: für Augenweise, wie die der Gran Paradiso-Masse, liegt die Auffassung als tektonisch umgeformte alte Granite denn doch näher als die Deutung als gefeldspatete Sedimente. Immerhin: Nicht nur über die theoretische Möglichkeit, sondern auch über das tatsächliche Vorhandensein von Stoffzufuhr, besteht heute Einigkeit, wenn man auch über das Ausmaß derselben noch verschiedener Meinung sein kann.

Von den Tauern wissen wir nun heute — vor allem durch die bahnbrechenden Arbeiten Sanders⁹⁾ im Brennergebiet; aber auch zum Beispiel Clars¹⁰⁾ und meine eigenen¹¹⁾ Studien in der Glocknergruppe führen zu ganz entsprechenden Ergebnissen — daß im überwiegenden Teile ihres

⁶⁾ Vergl. B. Sander: Gefügekunde der Gesteine; Wien 1930, sowie die dort aufgeführten älteren Arbeiten des gleichen Verfassers.

⁷⁾ W. Schmidt: Gefügestatistik; Tschermaks Min.-petr. Mitt., 38, S. 392; Ders.: Gefügesymmetrie und Tektonik; Jahrb. Geol. Bundesanstalt, 76, 1926, S. 407.

⁸⁾ Beiträge aus den Zentralalpen zur Deutung der Gesteinsgefüge; Jb. Geol. B. A., 64, 1914, S. 593.

⁹⁾ Zusammengefaßt in: Erläuterungen zur geologischen Karte Meran—Brixen; „Schlernschriften“, 16, 1929.

¹⁰⁾ E. Clar: Vorbericht über geolog. Aufnahmen in der Glocknergruppe; Verh. Geol. B. A., 1930, S. 121.

¹¹⁾ Vorläufiger Bericht über geologische Aufnahmen im Stubach- und Kaprunertale (Glocknergruppe); Verh. Geol. Bundesanst., 1930, S. 117.

Areals die (zumeist sehr energische) Durchbewegung von der Kristallisation überdauert wird. Nur in den Randgebieten herrscht z. T. das gegenteilige Verhältnis (sonst gelegentlich als lokale Ausnahme). Wir können den Schluß ziehen, daß im überwiegenden Teil des Tauerngebietes die Kristallisationsbedingungen noch bestanden, als die tektonischen Bewegungen — mindestens zum allergrößten Teil — abgeschlossen waren.

Demgegenüber halten die französischen Kollegen an der Auffassung Termiers fest, daß die tektonischen Bewegungen in den Westalpen der jüngere Vorgang sind, der die Gesteine bereits im metamorphen Zustande betroffen hat; und sie verlegen die Metamorphose in das geosynklinale Vorbereitungsstadium der Gebirgsbildung. E. Raguin hat diese Auffassung in einer schönen und verdienstvollen Arbeit neuerdings zu begründen versucht;¹²⁾ und mit seinen Ansichten müssen wir uns hier etwas eingehender auseinandersetzen.

Der genannte Forscher bemüht sich nachzuweisen, daß zwischen Tektonik und Metamorphose in seinem Untersuchungsgebiet keine Harmonie bestehe. Tatsächlich ist es auffallend, daß die mesozoischen Gesteine gerade in der höchsten Decke die stärkste Metamorphose zeigen; die Schistes lustrés liegen tektonisch über dem Mesozoikum der Vanoise, das zwar auch zum größten Teil metamorph ist, immerhin aber, wie Raguin gezeigt hat (S. 29 u. a.), gelegentlich noch Reste seiner ursprünglichen Beschaffenheit erkennen läßt.¹³⁾ Nun, wenn wir in der Decke der Schistes lustrés alpenauswärts gehen, so treffen wir auf der Westseite des Karbonfächers die Deckscholle des Mont Jovet, aus Schistes lustrés bestehend, die aber nach dem vorliegenden Bericht¹⁴⁾ sich ebenfalls dem Zustande unverän-

¹²⁾ E. Raguin: Haute Tarentaise et Haute Maurienne. Mem. pour servir à l'explication de la carte géol. détaillée de la France; Paris, 1930.

¹³⁾ Daß im ganzen eine Abnahme der Metamorphose gegen das stratigraphisch Hangende stattfindet, wie Raguin feststellt, kann bei der bedeutenden Mächtigkeit des Mesozoikums der Vanoise nicht besonders überraschen; mir scheint dies nicht beweisend für vortektonische Metamorphose, sondern nur dafür bezeichnend, daß wir uns im Randgebiet des hochmetamorphen Areals befinden, dessen Westgrenze ja bereits durch die „axiale Karbonzone“ gegeben ist.

¹⁴⁾ P. Termier et W. Kilian: Le lambeau de recouvrement du Mont Jovet en Tarentaise; les Schistes lustrés au nord du Bourg-St. Maurice. C. R. Ac. Paris, 171, 1920, p. 1100.

derter Sedimente nähern. Das heißt, es besteht auch in dieser höchsten Decke Zunahme der Kristallisation alpenwärts, wie das aus ihrer Unterlage, von der Außen- zur Innenseite des Karbonfächers, ja schon lange bekannt ist. Damit scheint aber doch eine recht deutliche Beziehung der Metamorphose zum heutigen Alpenbau gegeben; und wir dürfen wohl vermuten, daß jene in der östlichen Fortsetzung der Vanoise, die durch die Schistes lustrés - Überlagerung unseren Blicken verborgen ist, ganz denselben oder einen höheren Grad erreicht, wie in der auflastenden Decke der Schistes lustrés.

Und eine weitere nicht wegzuleugnende Beziehung dieser Art besteht in der Steigerung der Metamorphose innerhalb einer und derselben Decke dort, wo durch axiales Ansteigen tiefer gelegene Teile derselben der Beobachtung zugänglich werden: So gehen die wenig oder nicht metamorphen Sedimente des Briançonnais und der inneren Flyschzone im Rücken des Montblancmassivs, in der Val Ferret, in Schistes lustrés - ähnliche Bildungen über, und auch im Rücken des Mercantourmassivs ist eine Steigerung der Kristallinität unverkennbar, wie die von dort stammenden schön erhaltenen Nummuliten zeigen, in einem Gestein, das man petrographisch nur als feinschuppigen Glimmerschiefer bis Phyllit bezeichnen kann.¹⁵⁾ Freilich darf man einmal nicht vergessen, daß ein beträchtlicher Axenanstieg notwendig ist, damit die angedeutete Erscheinung sichtbar werde — im Falle des Montblancmassivs macht jener mindestens 4.5 km aus (gemessen auf dem Massivrücken von der Talsohle der Maurienne zum Montblancgipfel); und anderseits darf man das Argument überhaupt nicht zu schematisch handhaben. So ist das Ausbleiben einer Steigerung der Metamorphose hinter der Kulmination des Pelvouxmassivs (Raguin, a. a. O., S. 34/35) kein Gegenbeweis; denn diese Kulmination scheint sich alpenwärts nicht in das penninische Gebiet fortzusetzen — sind doch gerade hier die berühmten Deckschollen der Eychauda usw. auf dem Briançonnais erhalten geblieben,¹⁶⁾ zu denen im Streichen weithin keine Fortsetzung besteht.

¹⁵⁾ Der Liebenswürdigkeit von Herrn Ing. S. Franchi danke ich die Kenntnis dieses Vorkommens, von dem er mir schon vor Jahren in der Sammlung des Comitato geologico zu Rom Proben vorwies.

¹⁶⁾ P. Termier: Les montagnes entre Briançon et Vallouise; Mém. pour servir à l'explication de la Carte Géol. dét. de la France, Paris, 1903

Wenn Raguin weiter (S. 37 f.) die Frage nach dem Vorhandenseit mechanischer Spannungen während der Kristallisation untersucht und die Abwesenheit von solchen feststellt, so ist dazu zu bemerken, daß auch in unseren Tauerngesteinen (und anderwärts) die Anzeichen zweifellos parakristalliner Teilbewegung selten sind; was man feststellen kann, ist zu meist nur, daß die Bewegungen von der Kristallisation überdauert werden. Tatsächlich lassen auch die von Raguin beschriebenen Beispiele eine nachkristalline Deformation nirgends erkennen; ja er erwähnt einen Fall (aus Chlorschiefer der Traversière), wo sich spitze Fältelungen in unbeschädigten Albiten eingeschlossen finden — genau wie wir dies seit Weinschenk aus den Tauern kennen — gibt auch die zweifellos richtige Deutung, daß die Fältelung älter als die Bildung der Albite sein müsse, hält aber jene für eine unwesentliche Begleiterscheinung, wie sie gelegentlich auch im Verlaufe der Metamorphose sich ausbilden konnte (a. a. O., S. 40). Demgegenüber sei hier der Erwartung Ausdruck gegeben, daß sich dieses zeitliche Verhältnis von Deformation und Kristallisation — jene von der letzteren überdauert — in weiten Gebieten der Westalpen genau so als das Gesetzmäßige erweisen wird, wie bei uns im größeren Teil der Tauern-Schieferhülle, wenn man die Sache einmal systematisch untersuchen wird.

Tatsächlich kann ich bereits ein weiteres Beispiel anführen, wobei es sich jedoch um eine un stetige, rupturale Deformation handelt. Ich besitze ein auf der eingangs erwähnten Exkursion gesammeltes Handstück des berühmten Albitvorkommens vom Roc Tourné in der oberen Maurienne. Die schönen Albitzwillinge, bis über 1 cm lange dünne Tafeln, sind eingewachsen in einen triadischen Dolomit, der vollkommen zu einer endogenen Breccie zertrümmert ist.¹⁷⁾ Jene aber liegen vollständig unbeschädigt

— Lambeaux avant-coureurs de la nappe des schistes lustrés, flottant sur la nappe du Briançonnais. Livre jubilaire de la Soc. Géol. de France, Paris 1930, p. 613.

¹⁷⁾ Was übrigens nicht für das ganze Vorkommen des Roc Tourné gilt. — Übrigens kommen hier neben den im engeren Sinne tektonischen auch saline Bewegungen in Frage, auf die möglicherweise jene Zertrümmerung zurückzuführen ist; vergl. M. Gignoux und L. Moret: Un itinéraire géologique à travers les Alpes françaises de Voreppe a Grenoble et en Maurienne. Ann. Univ. de Grenoble, 2. trimestre 1929 (1930), p. 95.

in dem Trümmerwerk. Sie sind also ganz zweifellos jünger als die Zertrümmerung des Dolomits.

Übrigens erwähnt auch Raguin (a. a. O., S. 35 f.) eine Reihe von Fällen, in denen auch nach seiner Auffassung Kristallisationen von Albit oder von Glaukophan erst nach Abschluß der tektonischen Bewegungen erfolgt sind, und zwar als Reaktionsprodukte zwischen basischen Eruptiven¹⁸⁾ und Sedimenten, mit welchen diese erst auf tektonischem Wege zum Kontakt gekommen sind. Da muß man fragen: Wenn an diesen Stellen nach Abschluß der tektonischen Bewegungen die Bedingungen zu chemischen Reaktionen sogar zwischen verschiedenen Gesteinen noch bestanden haben, warum sollen sie dann in der ganzen Umgebung zwischen den verschiedenen Bestandteilen eines Gesteins nicht mehr dagewesen sein?

Raguin betrachtet die in weiter Verbreitung nachgewiesene Neubildung von Albit als den Anfang der Metamorphose, da er sie vielfach bis in Gesteine verfolgen konnte, die sonst kaum Spuren (oder gar keine) von solcher zeigen (a. a. O., S. 27 u. a.¹⁹⁾). Demgegenüber ist in den Tauern gerade die Albitisierung vielfach in ein späteres Stadium der Metamorphose zu stellen, dem keine Bewegungen mehr folgten. Nicht nur diese Analogie, sondern ebenso die obigen Beobachtungen über nachtektonische Bildung von Albit, legen den Zweifel nahe, ob nicht jener Schluß vom Räumlichen aufs Zeitliche ein Trugschluß ist: ob nicht gerade die Albitkristallisation im Wesentlichen ein später, bis nach Abschluß der tektonischen Bewegungen und in die letzte

¹⁸⁾ Daß diese syntektonisch intrudiert seien, wird von Raguin entschieden abgelehnt — wohl mit Recht, wie ich heute, unter Verwerfung vor Jahren geäußerter Ansichten über diesen Gegenstand (vergl. N. Jb. f. Min., Beil. Bd. 35, 1913, S. 418 f.) bekennen muß. Näheres dazu voraussichtlich in Bälde an anderer Stelle.

¹⁹⁾ Die schönen von Raguin auf Tafel I abgebildeten Beispiele undeformierten foraminiferenführenden Oberkreidekalks mit Neubildungen von Albit, bzw. Glaukophan, sind zwar höchst wertvoll als Beweise für die Unabhängigkeit der Kristallisation von tektonischer Beanspruchung; da aber solche hier — nach Ausweis eben dieser Abbildungen — überhaupt nicht zu verspüren, beweisen sie nichts für die Frage der zeitlichen Folge.

Wenn Raguin aus dem vielfachen Mangel von Einschlüssen des serizitischen Grundgewebes (zum Beispiel der „marbres phylliteux“, p. 27) in den Feldspatporphyroblasten ebenfalls auf eine relativ frühzeitige Bildung der letzteren gegenüber dem Grundgewebe schließt, so sind da doch andere bestehende Möglichkeiten wohl zu wenig berücksichtigt; zum Beispiel Aufzehrung des Grundgewebes beim Wachstum der Porphyroblasten.

Phase der Metamorphose fortdauernder Vorgang ist, der nur räumlich über den Bereich sonstiger Kristallisationsvorgänge hinausgreift. Vom physikalisch-chemischen Standpunkte aus ist das sicher möglich, da wir ja für den Albit keineswegs besonders hoher Bildungstemperaturen bedürfen.

Mit alledem soll selbstverständlich keineswegs die Rolle der Mylonitisierung in den Westalpen irgendwie bestritten werden. Genau so wie in den Tauern vor- und nachkristalline Deformationen räumlich nebeneinander und zeitlich nacheinander vorkommen — genau so dürfte es sich auch in den Westalpen verhalten.²⁰⁾ Es kommt nur darauf an, daß man dieselben richtig auseinanderliest, so wird sich aller Voraussicht nach eine viel eingehendere Gliederung der Vorgänge ergeben, als sie bis jetzt möglich ist.

So wird tatsächlich wenigstens der letzte Aufschub der Schistes lustrés-Decke postkristallin erfolgt sein, ebenso wie die etwa damit — nach Argand — in Zusammenhang²¹⁾ zu bringende Rückfaltung des Briançonnaisfächers; starke postkristalline Zertrümmerung in dem Triasquarzit N Modane — der eben dieser Rückfaltungszone angehört — haben wir auf der eingangs erwähnten Exkursion zu Gesicht bekommen; derselbe zerfällt hier teilweise direkt zu Grus und Sand. (Aehnlich wie mancherorts die Semmeringquarzite.) Aber den Hauptanteil ihrer Deformation haben die Schistes lustrés nach allem, was mir aus eigener Anschauung oder aus der Literatur bekannt — vor Abschluß ihrer Kristallisation erlitten. Dabei erwarte ich, daß sich jene — ganz ebenso wie in den Tauern — mit der Zeit noch als ungleich intensiver herausstellen wird, als man den vielfach so ruhig gelagerten Schistes lustrés ansieht; daß sich auch sie ganz allgemein als „tektonische Fazies“ im Sinne Sanders erweisen werden, in denen Lage für Lage, ja Korn für Korn durchbewegt worden ist — nur eben durch die überdauernde Kristallisation verschleiert.

²⁰⁾ Ähnlich bei C. E. Wegmann: A propos de l'origine de la quatrième écaïlle; Bull. Soc. Géol. de France, C. R. sommaire, 30. mars 1925. — Ich möchte allerdings dem bescheidenen Zweifel Raum lassen, ob die Breccien der Eychaуда usw. wirklich Mylonite sind, als die sie Termier in seinen späteren Veröffentlichungen (u. a. 1930, a. a. O.) auffaßt, und ob nicht vielmehr seine frühere Deutung als sedimentäre Bildung die richtigere war.

²¹⁾ Ob dieser Zusammenhang wirklich besteht, wird sich vielleicht gerade auf dem Wege der petrotektonischen Analyse entscheiden lassen.

Damit ist die Vorstellung der geosynklinalen Metamorphose nicht zu vereinen, eine solche könnte nur wesentlich vortektonisch sein, und als notwendige Folge müßten wir ganz ungleich mehr an postkristallin deformierten Gesteinen finden als tatsächlich vorliegen. Wie aber erklärt sich dann das bereits berührte merkwürdige Verhalten, daß sich die stärkste Metamorphose des Mesozoikums gerade in der höchsten Decke findet? ²²⁾ Denn darüber sind wir uns ja wohl alle einig, daß die Metamorphose zu kristallinen Schiefen eine Angelegenheit der Tiefe — mindestens einer gewissen Tiefe — ist. Nun, meines Erachtens zwingt diese Frage zu der Annahme, daß auch über der Innenzone der Westalpen ganz bedeutende Massen durch Abtragung verschwunden sind — Massen von ähnlicher Größenordnung wie sie einst die Tauern oder die Berge W Graubündens überdeckt haben müssen. Schon ein morphologischer Zug weist darauf hin, daß der Betrag der Abtragung in den französisch-piemontesischen Alpen ein sehr ansehnlicher sein muß: die Anlage des Talnetzes, das hier in einer Weise durch alle tektonischen Zonen hindurchschneidet, wie sie sich gleich rücksichtslos in den Alpen nur etwa im Tessin-Maggiagebiet wiederfindet. ²³⁾ Tatsächlich führt ja nach Argand die Schubfläche der Dentblanche-Decke über die Schistes-lustrés hinaus in die Luft und wenn auch neuere Forschungen ²⁴⁾ in den letzteren selbst die Fortsetzung jener Decke suchen, so handelt es sich bei den Gneisfetzen von Vincendières, Averole usw., doch nur um verhältnismäßig geringfügige „Ausfaserungen“, die die Möglichkeit offen lassen, daß der Hauptkörper der Decke noch höher gelegen habe; falls nämlich jene Gneisfetzen ²⁵⁾ wirklich der Dent-

²²⁾ Zu beachten ist dabei, daß eine unmittelbare Übereinanderlagerung von verschiedenen metamorphen Mesozoikum identischer Fazies — nur solche lassen sich genau vergleichen — kaum vorkommt. Im ganzen aber ist die Verteilung derart, daß man ungefähr mit demselben Recht auch von einer zonenweisen Zunahme der Metamorphose von außen gegen innen reden kann wie von einer solchen von tieferen Decken zu höheren; vgl. oben S. 145 f.

²³⁾ Vgl. W. Schmidt: Gebirgsbau und Oberflächenform der Alpen; Jahrb. Geol. Bundesanstalt, 73, 1923, S. 263 f.

²⁴⁾ F. Herrmann: La nappe de la Dent Blanches et les nappes des schistes lustrés en Maurienne et Tarentaise. Verh. Schweiz. Naturf.-Ges., Basel, 1927, S. 158.

²⁵⁾ Raguin läßt a. a. O. (S. 18) die Frage offen, ob es sich hier um tektonische Einschaltungen vortriadischer Gneise und Glimmerschiefer handelt oder um altersgleiche Zwischenlagen. Gerade meine Erfahrungen aus dem Glocknergebiet machen mir von vornherein die Antwort im ersten Sinne

blanchedecke angehören und nicht irgendwelchen lokalen tieferen Komplikationen, etwa nach dem Muster von Argands „faisceau vermiculaire“.

Den Kollegen, welche von den Alpen nur den französisch-piemontesischen Anteil kennen, wird in den vorstehenden Ausführungen vielleicht manches hypothetisch vorkommen. Aber ebenso, wie es möglich war aus der vollständigen Identität von Schistes lustrés und Oberer Tauern-Schieferhülle auf Alter und Tektonik der letzteren Schlüsse zu ziehen, ebenso ist es statthaft, nun umgekehrt auf Grund der sehr eingehenden Erforschung, die seither gewisse Teile der Tauern in petrographisch-tektonischer Hinsicht gefunden haben, manche Erkenntnisse in bezug auf die Westalpen zu verallgemeinern, wenn die aus diesen selbst vorliegenden Beobachtungen Zweifel lassen. Mögen bald weitere Beobachtungen entscheiden, inwieweit diese obigen Analogieschlüsse das Richtige getroffen haben.

viel wahrscheinlicher; denn dort handelt es sich in analogen Fällen um sichere Gesteine der (in der Hauptsache vormesozoischen) „Unteren Schieferhülle“. Daß sie hier wie dort im allgemeinen nicht von dolomitischer Trias, wohl aber von Grüngesteinen begleitet sind, macht die Analogie vollkommen. Die Annahme einer kontaktmetamorphen Entstehung, unter Einwirkung der letzteren, scheint mir abzulehnen: nicht nur fehlen vielfach die geologischen Voraussetzungen, indem auch das eine Gestein ohne Begleitung des anderen vorkommt, sondern es dürfte auch die Umwandlung eines — selbst kalkarmen — Kalkglimmerschiefers zu einem Schiefer der ersten oder zweiten Ordnung Grubenmanns ihre chemischen Schwierigkeiten haben, auch bei weitgehender Stoffzufuhr.
