Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 50 (1957)

Heft: 1

Artikel: Vom Bau der Dentblanche-Decke und seinen Beziehungen zum Bernina-System

Autor: Staub, Rudolf

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-162211

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.12.2025

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

Vom Bau der Dentblanche-Decke und seinen Beziehungen zum Bernina-System

Von **Rudolf Staub**

Mit 10 Textfiguren und 4 Tafeln (I—IV)

Inhaltsübersicht

Einleitung 171
Das Bernina-System Bündens und sein Innenbau 178
Das Dentblanche-System der Walliseralpen und sein Innenbau 183
Die tektonischen Hauptzüge des Bernina- und des Dentblanche-Systems 214
Die mechanischen Grundlagen für die Gestaltung des Innenbaues und die Individualisierung des Bernina- und des Dentblanche-Systems 219

Ein halbes Jahrhundert trennt uns heute vom epochemachenden Abschluss der geologischen Karte der Dentblanche durch Emile Argand und bald wird es auch ein halbes Jahrhundert sein, dass ich selber mich, an einem strahlenden Wintertag im Angesicht einer blendenden Bergespracht hoch über den dunklen Tälern der Val Malenco, zur geologischen Aufnahme der Berninagebirge entschloss. Aber erst 40 Jahre nach der Dentblanche-Karte Emile Argands konnte auch der Druck einer Bernina-Karte vollendet werden.

40 Jahre liegen zwischen diesen beiden Dokumenten schweizerischer Hochgebirgserforschung, und es ist damit wohl verständlich und der Natur der Dinge entsprechend, wenn während dieser Zeitspanne manche Ansichten im Fortgang der geologischen Erkenntnis sich weiter entwickelt, ja vielleicht sogar überhaupt geändert haben. Das trifft ja effektiv auch zu für die gesamte Alpengeologie und die Geologie der Gebirge überhaupt, und wir haben uns daher nicht zu verwundern, wenn auch die ersten Deutungen der Bernina- und der Dentblanche-Massen im Laufe der Jahrzehnte sich weiter entwickelt haben und schliesslich selbst zu von den ersten Einsichten in Vielem abweichenden Erkenntnissen über den Bau und die näheren Zusammenhänge der beidseitigen Gebirgsgruppen führen mussten. Das gilt für die Bernina-Elemente Bündens so gut wie für die Dentblanche-Masse der Walliseralpen: der Fortschritt der geologischen Erkenntnis musste beide Gebiete in gleicher Weise berühren.

Unzerstörbare Grundlage für alle Diskussionen im Bereiche der Dentblanche aber bleibt, bis heute nicht übertroffen und nicht einmal auch nur teilweise ersetzt,

die klassische Aufnahme EMILE ARGANDS, vor der wir uns heute erneut dankbar verneigen und in der wir stets und in freudiger Erinnerung die ganze Vitalität der ARGAND'schen Persönlichkeit und die Klarheit seines umfassenden Geistes bewundern. Und wenn heute oft die ARGAND'schen Ideen als veraltet und vielfach selbst irrig beurteilt, ja als Ausdruck eines überlebten «Argandismus» in scheinbar überlegenem Wissen sogar abgelehnt werden, so sei doch festgestellt, dass bis zum heutigen Tage immer noch ARGANDS Dentblanche-Karte die einzige und bisher nicht übertroffene dokumentarische Grundlage jeder Diskussion über den Bau der zentralen Walliseralpen geblieben ist. «Le roi est mort, vive le roi», dies stolze Wort gilt auch für die Grundideen EMILE ARGANDS, und dies wohl noch für lange Zeit. Natürlich kann manches an ARGANDS Auffassungen von 1907, 1909 und 1911, ja selbst von 1934 im Detail heute in etwas anderem Licht erscheinen; der grosse Grundzug der ARGAND'schen Konzeption eines gewaltigen westalpinen Deckenbaues bleibt trotzdem unberührt. Ein grossartiger Deckenbau ARGAND'schen Ausmasses existiert ganz ohne jeden Zweifel, und nur Details in der Aufgliederung desselben und in der Einsicht in dessen näheren Mechanismus haben sich geändert: EMILE ARGAND hat uns auch heute immer noch, ja vielleicht immer mehr, als ein eigentlicher Bahnbrecher der alpinen Geologie zu gelten.

Die ARGAND'sche Synthese der Westalpen ging aus vom Bau des Wallis. Graubünden war damals noch eine der modernen Tektonik unerschlossene «terra incognita» und die geologische Forschung dort beinahe stehen geblieben auf den alten Grundlagen ESCHERS, STUDERS und THEOBALDS. Weder ZYNDEL noch CORNELIUS noch ich hatten damals schon ihre neuen Aufnahmen begonnen, geschweige denn die spätere Berner Schule, und die ersten Erkenntnisse eines bündnerischen Deckenbaues durch ROBERT HELBLING aus den Jahren 1903 und 1904 waren unveröffentlicht geblieben. Es ist daher nur zu verständlich, wenn ARGAND sich nur sehr beschränkt auf bündnerische Gegebenheiten beziehen konnte und eingelassen hat, und hier liegt vielleicht der – damit nicht ARGAND «zuzuschiebende» – Hauptgrund für die mit zunehmender Kenntnis Bündens in der Folge auftauchenden Widersprüche in der Auffassung besonders der näheren Natur und tektonischen Zugehörigkeit der Dentblanche-Masse. Eine sichere Einordnung dieses Dentblanche-Komplexes in das gesamtalpine Deckensystem war aber so lange unmöglich, als diese Dentblanche-Masse nur als das oberste und an sich trotz seiner Grossartigkeit doch nur lokale Bauglied der penninischen Alpen für sich allein betrachtet wurde und keine Möglichkeit bestand, dasselbe irgendwie in die geschlossene Deckenfolge Graubündens einzureihen. Zum definitiven Verständnis des Walliser Gebirgsbaues und zur Erkenntnis der wirklichen Stellung der Dentblanche-Masse im gesamtalpinen Bau war aber eine solche Einreihung in das auf bündnerischem Gebiet weit vollständiger erhaltene Gesamt-Deckensystem der Alpen wenigstens in grossen Zügen notwendig; und dies sogar auch dann, wenn ein lückenloses Fortsetzen der in Bünden festgestellten tektonischen Einheiten bis hinüber ins Wallis, über den ganzen weiten Raum der Tessineralpen hinweg, nicht ohne weiteres angenommen werden durfte. Mit welcher bündnerischen Grosseinheit die Dentblanche-Masse des Wallis gemäss ihrer faziellen Entwicklung und petrographischen Beschaffenheit, aber auch gemäss ihrem tektonischen Stil die grösste Übereinstimmung zeigte, zusammen mit einer entsprechenden Höhenlage im

alpinen Gesamtprofil, das wurde zur entscheidenden Grundfrage für die definitive Beurteilung der wirklichen Stellung der klassischen Dentblanche-Decke im Deckengebäude der Gesamtalpen. Im Wallis allein waren diese Probleme unlösbar, weil die Dentblanche-Masse eben ganz einfach bloss als die oberste Einheit des penninischen Gebirges, und auch das nur noch mit ihren kristallinen Kernkörpern und nicht mehr mit einer zusammenhängenderen Sedimentdecke, zudem auch nur als eine isolierte Deckscholle vorlag, ohne dass noch irgendwelche höheren tektonischen Glieder aufgeschlossen gewesen wären. Die Dentblanche-Decke des Wallis erschien so bloss als die «oberste Decke der penninischen Alpen» und musste damit wohl zunächst einfach, ganz naturgemäss und in erster Linie eben als «die oberste penninische Decke» betrachtet werden.

Das war bekanntermassen ja auch die Auffassung ARGANDS: die Dentblanche sei die oberste penninische Decke. Eine These, die sich zusätzlich auch weiter stützte auf die äusserst magere Entwicklung des einzigen mesozoischen Restes im wirklichen Hangenden des Dentblanche-Gesamt-Deckenkernes am Mont Dolin bei Arolla, d. h. auf den Charakter einer Schichtreihe, die nach dem damaligen Stand der Kenntnisse überhaupt nur mit penninischen, in gar keinem Fall aber etwa mit den damals allein bekannten ostalpinen Faziesentwicklungen in den nördlichen Kalkgebirgen der Ostalpen verglichen werden konnte. Dass daneben ARGAND der Kristallinkern seiner Dentblanche-Decke auch unlösbar verbunden erschien mit den Schistes lustrés und den Ophiolithen der Deckenbasis, also mit unzweifelhaften Serien penninisch-piemontesischer Faziesentwicklung, bestärkte ihn wohl in seiner Auffassung, die Dentblanche-Masse sei effektiv eine Decke mit piemontesischer Faziesgestaltung, nach seiner neuen Namengebung eben «die oberste penninische Decke». Ob aber die Dentblanche wirklich, d. h. auch gemäss ihrer Faziesentwicklung, als oberste penninische Decke aufgefasst werden durfte, das war aus den Aufschlüssen im Wallis überhaupt nicht zu entscheiden; denn es hätten dort im Prinzip sehr wohl auch über der Dentblanche einst immer noch höhere Schubmassen sich ausbreiten können, die gleichfalls noch penninische Entwicklung ihrer mesozoischen Schichtreihen hätten aufweisen können. Die Dentblanche-Decke war so wohl sicher die höchste Einheit der penninischen Alpen, sie war damit aber noch keineswegs auch schon als die wirklich höchste penninische Decke, d. h. als höchste tektonische Einheit mit penninischer Faziesentwicklung ausgewiesen. Nur die Aufhellung der alpinen Deckenfolge in Graubünden konnte hier weitere Fortschritte bringen. Wo lag im ausgedehnten bündnerischen Deckenprofil das Element, das am besten dem Dentblanche-Komplex des Wallis in allen seinen Hauptzügen zu entsprechen vermochte, das wurde mehr und mehr zur entscheidenden Frage.

ARGAND hat merkwürdigerweise, auch noch zu einer Zeit, als diese bündnerische Deckenfolge bereits recht weitgehend bekannt geworden war, an der penninischen Natur der Dentblanche festgehalten. So schreibt er noch 1934 im geologischen Führer der Schweiz, pag. 171, über die «Provenance de la nappe de la Dentblanche»: «Depuis lors d'autres l'ont parfois considérée comme austro-alpine et cette interprétation a reparu de temps à autre. Mais la nappe de la Dentblanche est bien pennique», und er führt abermals seine bekannten Hauptgründe gegen eine ost-

alpine Zugehörigkeit der Dentblanche an: penninischer Charakter des Mont Dolin-Mesozoikums, stratigraphischer Verband des Deckenkerns mit dem Substratum piemontesischer Fazies: «Le noyau est donc nécessairement pennique».

Demgegenüber hatten aber meine eigenen Untersuchungen im Bernina-Raum des Oberengadins im Laufe der Jahre mehr und mehr ergeben, dass die nächsten Verwandtschaften der Dentblanche-Masse, und zwar sowohl ihrer Kernserien wie ihres Mesozoikums, in der vielgestaltigen Frontzone der ostalpinen Schubmassen vorliegen, d. h. im Komplex der Oberengadiner Granitdecken des eigentlichen Bernina-Systems, im Raume der Sella-, der Err- und der Bernina-Decke Südbündens. Und weitere vergleichende Studien im Wallis und in Val d'Aosta führten mich immer mehr zur Überzeugung, dass die Dentblanche-Masse zur überwiegenden Hauptsache ein ostalpines Element im Bau der Alpen sei.

Schon C. SCHMIDT hatte vor 50 Jahren die Dentblanche-Decke, und zwar in betontem Gegensatz zu ARGAND, als «austro-alpine» Schubmasse bezeichnet und ihre Kerngesteine mit jenen der Oberengadiner Granitmassen verglichen. Der Mangel an weiterer Einsicht in die gegenseitigen Gegebenheiten und der kategorische ARGAND'sche Hinweis auf das Nichtvorhandensein einer «ostalpinen Trias» im Hangenden der Arolla-Gneisse des Matterhorns etwa, auf welche C. SCHMIDT unter anderem hingewiesen hatte, liess jedoch diese SCHMIDT'sche Anschauung in keiner Weise durchdringen, weil SCHMIDT damals eben nicht in der Lage war, die ostalpine Natur der Dentblanche in konkreter und einwandfreier Weise zu begründen. Aber schon 1851 hat kein geringerer als BERNHARD STUDER, in seiner klassischen «Geologie der Schweiz», eine Beschreibung der Gesteine seiner «Zentralmasse der Walliseralpen», d. h. vornehmlich der Dentblanche, gegeben, die, wenn wir sie heute wieder lesen, weitgehend auch zutrifft für die Kerngesteine des Oberengadins. Und umgekehrt vergleicht STUDER bereits in der gleichen «Geologie der Schweiz» die Gruppe der Oberengadiner Granite «in den Umgebungen des Julier und Albula und am Nordabfall des Bernina» direkt mit dem «Arolla-Granit der Dentblanche-Masse». Er erkennt die Verschiedenheit dieser Oberengadiner Granitgruppe gegenüber dem Codera-Granit des heutigen Bergeller Massivs und schreibt pag. 289 in bezug auf diese Oberengadiner Granite wörtlich: «Das Gestein ist näher verwandt, und zum Teil identisch, mit dem grünen Granite des Arolla-Gletschers», den er mit vielen Abänderungen, die auch auf die Berninagesteine zutreffen, vorher beschrieben hatte (p. 206–217 u. p. 280/281). Schon BERNHARD STUDER ist somit zum allermindesten eine grosse Ähnlichkeit der Berninagesteine mit solchen der Dentblanche-Masse aufgefallen. Die betreffende Reise STUDERS aber hatte schon 1842 stattgefunden.

Meine eigene Einstellung zur Dentblanche-Frage entwickelte sich im Laufe der Jahre wie folgt:

Die Beziehungen zwischen Bünden und Wallis beschäftigten mich schon gleich zu Beginn meiner Arbeiten im Bernina-Gebiet. Zunächst bestand für mich als unerfahrenen Anfänger nicht der geringste Grund, an den ARGAND'schen Darlegungen, geschweige denn gar an seinen konkreten Beobachtungen zu zweifeln. Ich akzeptierte ohne weiteres den penninischen Charakter der Dentblanche und betrachtete denselben in der Folge sogar für weitgehend und neuerdings kräftig erwiesen, als mir, vor 40 Jahren, und zwar durchaus überraschenderweise, mit der

Entdeckung der Valpelline-Serien in Val Fedoz der Fund einer der wichtigsten und bezeichnendsten Gesteinsgesellschaften der Dentblanche-Decke gelungen war. Diese Valpelline-Gesteine Bündens lagen nämlich durchaus klar in der damals noch als oberste erscheinenden penninischen Decke des Engadins, d. h. im Kern der Margna-Decke, die daher für lange als das nunmehr beste und praktisch durchaus gesicherte Äquivalent der Dentblanche-Decke des Wallis erschien.

Daneben aber blieben stets von neuem auffallend die nahen Beziehungen der Dentblanche-Eruptivsippe in der Arolla-Serie des Wallis mit den vielgestaltigen, von mir nun näher studierten und zum Teil auch neu entdeckten Eruptivkomplexen der Sella-Decke, des Corvatsch-Gebietes und sogar der eigentlichen Bernina-Masse; Beziehungen, auf die hinzuweisen ich schon 1916 und abermals 1919 durchaus notwendig fand (1916, p. 399; 1919, p. 2). 1922 brachte neue Zweifel an der ausschliesslich penninischen Natur der Dentblanche: einerseits gelang mir in jenem Jahr der Fund einer alten Marmorserie vom Charakter der Valpelline nun auch im Inneren der eigentlichen Bernina-Diorite, im Kamm der Bellavista, also im Innern der nach der Entwicklung ihres Mesozoikums ganz zweifelsfrei ostalpinen Bernina-Decke; andererseits erlaubte die Verfolgung der Platta-Ophiolithe weit über den Rücken der Sella-Decke hinweg bis zurück ins Puschlav ohne jeden Zweifel den Schluss, dass diese Sella-Decke noch zum Penninikum zu zählen sei. Daneben war aber an der Zugehörigkeit der Sella-Kerngesteine zur grossen magmatischen Provinz der Bernina seit Jahren schon kein Zweifel mehr möglich, so dass scheinbar diese Eruptivprovinz sich gewissermassen aufteilte in einen später penninischen und einen nunmehr ostalpinen Bezirk. 1924 wies ich im «Bau der Alpen» weiter auf diese auffallenden Verwandtschaften zwischen Dentblanche-, Sella-, Err- und Bernina-Provinzen hin und stellte unter anderem, pag. 48, die Frage:

«Erscheint am Ende auch noch der Piz Corvatsch und damit der Albula-Granit als ein Glied der Dentblanche?» Die unmittelbar anschliessende Antwort aber lautete: «Das Aussehen der Corvatsch-Granite und ihre vollkommene Ähnlichkeit mit den grünen Arolla-Gneissen scheinen in der Tat zunächst für diesen Zusammenhang zu sprechen. Desgleichen der primäre stratigraphische Verband der Bündnerschiefer in der Corvatsch-Basis mit den altkristallinen Schiefern und den Graniten dieser Einheit. Die Bündnerschiefer der Chastelets z. B. sind stratigraphisch normal mit den Corvatsch-Graniten verknüpft, die Basis der Decke zeigt also noch deutlich penninischen Charakter. Was aber entscheidend gegen eine wirklich penninische Corvatsch- und Err-Decke spricht, das ist der durchaus rein ostalpine Fazies-Charakter ihrer normalen hangenden Sedimenthülle... Corvatsch- und Err-Decke sind daher bereits als unterste ostalpine Einheit zu betrachten.» (pag. 48).

Und wenn weiter schon auf der folgenden Seite 49 vermutet wird, der sog. «obere Würmlizug» ARGANDS könnte den Schamser Decken entsprechen, die «komplizierte obere Schuppenzone westlich von Zermatt den Schuppen von Val Fex», so erscheint es heute fast unbegreiflich, dass nicht schon damals die logische Weiterung aller dieser Erkenntnisse erfolgte und die Dentblanche nicht damals schon, gemäss eben den genannten Beziehungen, nicht nur zur Margna- und Sella-, sondern auch zur eigentlichen Err-Decke, ganz einfach zur tiefsten ostalpinen Einheit geschlagen wurde. Ein Verdacht, dass es so sein könnte, war da und tief verwurzelt; aber ohne genauere Überprüfung der Verhältnisse im Wallis durfte wohl kaum ernsthaft an der ARGAND'schen Deutung gezweifelt oder gar gerüttelt werden.

Über die folgenden 10 Jahre blieb diese Dentblanche-Frage offen, doch neigte ich mehr und mehr bereits recht dezidiert zur Auffassung derselben als der tiefsten ostalpinen Decke. So schrieb ich schon 1927, in meiner Arbeit «Über die geologischen Verhältnisse eines Septimertunnels», p. 166, zunächst von Bünden sprechend:

«Es entstand auf solche Art eine grossartige Zone von mehr oder weniger isolierten Schubsplittern und Gesteinsschuppen, die alle durch die Bewegung der darüber hinweggleitenden ostalpinen Gesteinsmassen gegeneinander bewegt wurden. Diese Schuppenzone ist das natürliche Ergebnis der grossen ostalpinen Überschiebung, sie begleitet deren Basis überall, allerdings in wechselnder Breite und Komplikation. Wo wir in den Alpen die ostalpine Überschiebung finden, da erkennen wir stets an ihrer Basis, untrennbar mit ihr verbunden, auch die grosse bündnerische Schuppenzone als das Wahrzeichen derselben. Im Wallis rings um die Dentblanche, im Piemont, im Puschlav, am Septimer, im Prättigau und Schanfigg, am Brenner, in den Radstätter Tauern, überall begleitet dieselbe hochkomplizierte Zone von isolierten Schuppen die grosse Überschiebung der ostalpinen Komplexe auf die tieferen westalpinen oder Simploniden-Einheiten.»

Im «Geologischen Führer der Schweiz» wies ich p. 236 erneut auf die sehr naheliegende Möglichkeit einer ostalpinen Natur der Dentblanche hin, und auf der meiner «Alpenmorphologie» beigegebenen «Tektonischen Skizze der Alpen», datiert von 1933, erscheint die Dentblanche, wenn auch immer noch mit einem Fragezeichen, bereits als unterostalpines Element. 1935 wurde der definitive Schritt gewagt und von da an mit zunehmender Sicherheit die ostalpine Natur der Dentblanche dargelegt, verteidigt und in ihren Fundamenten ausgebaut (C. R. 1936, p. 56; und 1937, p. 9, 13, 18).

Entscheidend für diese neue Auffassung der Dentblanche waren mir folgende Punkte:

1. Die zum mindesten weitgehenden Analogien, ja eine vielfach völlige Übereinstimmung zwischen den Eruptivsippen der Dentblanche und jenen des Err/Bernina-Systems.
2. Die Funde alter Marmorserien vom Typus jener von Valpelline nicht nur in der Margna-, sondern auch in der unzweifelhaften Bernina-Decke.
3. Die prinzipielle Möglichkeit einer Zuordnung des Dentblanche-Mesozoikums des Mont Dolin zum unterostalpinen Faziesbereich.
4. Die analoge Ausbildung der penninischen Basis der Dentblanche- und der Err/Bernina-Decke.
5. Die gleichartige Stellung des Dentblanche- und des Err/Bernina-Deckenkerns zwischen einer penninisch ausgebildeten Deckenbasis und einem unterostalpin gestalteten Sedimentrücken.
6. Das Fehlen der von Argand vertretenen Verkehrtserie an der Dentblanche-Basis, das genau wiederkehrt an der Basis der Err/Bernina-Decke.
7. Die analogen Beziehungen von Mont Mary und Sella einerseits, von Dentblanche-Masse und Err/Bernina andererseits.
8. Die weitgehende Übereinstimmung der Schuppenzonen von Zermatt mit jenen zwischen Schams, Avers, Oberengadin und Puschlav.
9. Die Feststellung eines scharfen Schnittes an der Dentblanche-Basis, d. h. einer eigentlichen Schubfläche oder Schubflächenschar, analog jener an der Basis der Err- und der Bernina-Decke.

Seither sind, durch eine Reihe von Untersuchungen, darunter auch eigenen, diese

Thesen noch besser ausgebaut worden. Im Wallis wurde vorerst das Mesozoikum des Mont Dolin weiter untersucht, 1930–1938 zu wiederholten Malen durch mich selber (STAUB, 1938, p. 345), später noch genauer durch T. HAGEN. In beiden Fällen ergaben sich noch weit engere Anlehnungen an den unterostalpinen Faziesbereich als zunächst vermutet worden war. Die Untersuchung der basalen Schuppenzone unter dem Dentblanche-Kern, durch meine Schüler GÜLLER, GÖKSU, HAGEN, ITEN, WITZIG, ZIMMERMANN und auch mich selber, vermehrte das Vergleichsmaterial mit den Schuppenzonen an der Basis der Err/Bernina-Decke. Die Aufnahme der Err/Julier-Gruppe durch HP. CORNELIUS und meine eigenen Arbeiten in der Bernina-Gruppe brachten ihrerseits abermals weitere Übereinstimmungen zwischen Dentblanche- und Err/Bernina-Decke zutage, und dies sowohl in der Unterlage und der Basalfläche als auch im Kristallinkern und den Sedimentresten auf den verschiedenen Deckenrücken. In Aosta kamen neu hinzu die schönen Untersuchungen von MASSON, DIEHL und STUTZ, die auch in einer neuen Karte der unteren Valpelline niedergelegt sind, im Wallis die Studien HAGENS über den Innenbau der Dentblanche-Decke, in Graubünden die Ergebnisse von CORNELIUS und mir über den Innenbau der unterostalpinen Schubmassen. So liegt heute gegenüber 1937 ein weit vollständigeres Material vor, das erlaubt, die Beziehungen zwischen Dentblanche- und Bernina-System nunmehr noch weit genauer abzuklären als dies vor 20 Jahren möglich war.

Am Grundprinzip der Gleichstellung von Dentblanche- und Bernina-System ändern die neuen Arbeiten allerdings nichts: die unterostalpine Natur der Dentblanche darf heute als definitiv zu Recht bestehend betrachtet werden. Neue Daten und Vergleichspunkte ergeben sich hingegen ganz besonders in bezug auf den *Innenbau* des Dentblanche-Systems und dessen genetische Grundlagen. Hier sind eine weitere Reihe von auffallenden Analogien und grossartigen Zusammenhängen sichtbar geworden, und auf diese sei im folgenden nun hingewiesen. Wohl stehen wir dabei vielleicht erst an den sachten Anfängen neuerer Erkenntnis und wird gerade für eine definitive Analyse dieser Dingen und ihre sinngemässen Schlussfolgerungen eine intensive Neudurchforschung des zentralen Walliser Hochgebirges notwendig sein; aber was bis heute bereits sich abhebt von dieser Innengliederung der Dentblanche und ihrer Vorgeschichte, erscheint im Hinblick auf die an sich sicher weit besser erkennbare Innengliederung der unterostalpinen Decken Bündens dermassen vielversprechend und aussichtsreich, dass ein erster Versuch als erstes Tasten nach weiterer Einsicht in diese Zusammenhänge gewagt sein mag. Dieses Wagnis glaube ich um so eher auf mich nehmen zu dürfen, als mir einerseits eine perfekte Kenntnis der Gliederung der bündnerischen Elemente auf Grund langjähriger eigener Arbeit und damit persönlicher Anschauung zur Verfügung steht und die Arbeiten ARGANDS immer noch eine gewaltige und bisher kaum übertroffene Dokumentation der Walliser Abschnitte bedeuten, wobei die neueren Untersuchungen der Zürcher Geologen- und Petrographenschule weitere wertvolle Beiträge bereits zu liefern imstande sind. Andererseits fühle ich mich dem Geiste ARGANDS verpflichtet, das, was heute aus dem Wallis und aus Bünden nunmehr bekannt geworden ist, zu einem neuen Bilde zu fügen, das vielleicht nicht mehr so rasch auf Grund ausgedehnter persönlicher Erfahrung in beiden Gebieten entworfen werden kann.

Als genügend gesicherte Basis für meine Betrachtungen wähle ich die Innengliederung der unterostalpinen Kerngebiete Bündens, die mir seit Jahrzehnten durch eigene Studien hinreichend bekannt ist. Auf ihr wollen wir weiter bauen und nähere Vergleiche mit dem Dentblanche-System des Wallis ziehen. Lässt der Innenbau der Dentblanche sich überhaupt näher vergleichen mit dem weit im Osten, jenseits der Tessineralpen liegenden Graubündens, und wie verhalten sich die beidseits – im Wallis und im Engadin – gegebenen genetischen Grundlagen zueinander? Der heutige Bau der beiden Gebiete lässt sich miteinander vergleichen, wenn auch dessen Grundlagen Beziehungen zueinander aufweisen. Dies aber ist, wenn auch nicht vollständig, so doch sehr weitgehend der Fall.

Das Bernina-System Bündens und sein Innenbau

Bernina-System und Bernina-Eruptivprovinz bedeuten keineswegs dasselbe. Als Bernina-Eruptivprovinz wird zusammengefasst das ganze Gebiet, in dem späthercynische Massengesteine vom Typus der Bernina-Eruptiva sich finden. Dazu gehören die Gebiete der Err-, der Julier- und der Bernina-Decke, dazu gehört aber nordwärts angeschlossen auch noch der Raum der heutigen Sella-Decke. Die Bernina-Provinz ist damit ein vorzüglich petrographisch begründeter Begriff. Nicht so das Bernina-System. Dieses Bernina-System umfasst nur die heute sicher ostalpinen Teile der späthercynischen Eruptivmassen der magmatischen Bernina-Provinz, samt deren älteren Schieferhüllen und des weiteren auch ihrer jüngeren mesozoischen Sedimentbedeckung in ostalpiner Fazies. Das Bernina-System ist damit ein in erster Linie tektonischer Begriff und die alte Bernina-Eruptivprovinz verteilt sich dermassen heute auf zwei verschiedene Deckensysteme, auf das ostalpine des Err-Julier-Bernina-Komplexes und auf das innerste Penninikum der Sella-Decke. Im Westen entspricht dem Bernina-System die eigentliche Dentblanche-Masse im engeren Sinne und nimmt der Mont Mary, wohl zusammen mit dem Mont Emilius, die Stellung der Sella-Decke ein, auch wenn dieser Mont Emilius sich in seiner kristallinen Tracht recht weitgehend vom Mont Mary entfernt und vielleicht auch noch etwas unter denselben zu liegen kommt.

Wie gestaltet sich nun die *Innengliederung* des so umrissenen Bernina-Systems im weiten Bergland Bündens?

Die auffallenden Hauptglieder desselben sind, durch tiefgreifende mesozoische Synklinalzonen voneinander sauber getrennt, die Err- und die Bernina-Decke. Aber um und zwischen diese offensichtlichen Haupteinheiten des Bernina-Systems schalten sich weitere Elemente: nördlich der eigentlichen Errdecken-Front die Masse des Albula-Lappens, die Zone der Castellins und der Carungas, zwischen die engere Err-Decke und die Grosseinheit der Bernina-Decke die Zwischenelemente der Grevasalvas- und Corvatsch-Schollen; an der Bernina-Front spaltet des weiteren die eigentliche Julier-Decke sich ab, und an die grosse Haupteinheit der in sich wohl geschlossenen Bernina-Decke im Süden des Engadins schliesst endlich als höchstes Rückenelement des ganzen Systems sich an die Stretta-Masse beidseits des Berninapasses. Alle diese Unterabteilungen des grossen Bernina-Systems sind voneinander über grössere oder

kleinere Strecken stets oder immer wieder durch deutliches Mesozoikum getrennt, das trotz seiner gewaltigen tektonischen Beanspruchung, vielfacher Ausscherung und Lamination – ausser einer und auch dann nur zonenweise vorhandenen schwachen Marmorisierung – in keinem Falle wirklich metamorph geworden ist. Wo dann schliesslich gegen Süden hin die mesozoischen Sedimentzüge zwischen den einzelnen Kristallinkernen auskeilen, da bilden scharf ausgeprägte

Luftaufnahme Swissair

Fig. 1. *Die zentrale Berninagruppe von Norden*
mit Piz Bernina, Scerscen und Roseg, davor Crast'Alva, Prievlus und Morteratsch, dahinter Disgrazia, rechts aussen La Sella und Glüschaint. Intrakristalline Schubflächen östlich Crast'Alva und Prievlus, mit Überschiebung des Intrusivkörpers über sein Schieferdach (Diorit-Serie auf Valpelline-Gesteinen). Serpentine von Val Malenco an der Disgrazia.

intrakristalline Schubflächen die Grenzen zwischen den einzelnen mächtigen Schollen, und solche intrakristalline Schub- und Gleitflächen durchziehen manchenorts auch das heterogen gebaute Innere der Decken-Kernzonen. Dabei ist festzustellen, dass – mit Ausnahme des im ganzen System schon relativ hoch gelegenen Alv-Zuges zwischen Bernina- und Stretta-Scholle – die mesozoischen Keile gegen Süden hin die erste Synklinalzone der Decken am Nordabfall des gesamtalpinen Deckenscheitels kaum wesentlich überschreiten, dass vielmehr, mit nur geringen Ausnahmen, von dieser Engadiner Deckensynklinale gegen Süden hin fast nur noch intrakristalline Schubflächen die einzelnen Bau-Elemente voneinander scheiden. Gerade diese Konstellation aber trifft, wie bekannt, auch für die Dentblanche-Decke des Wallis zu.

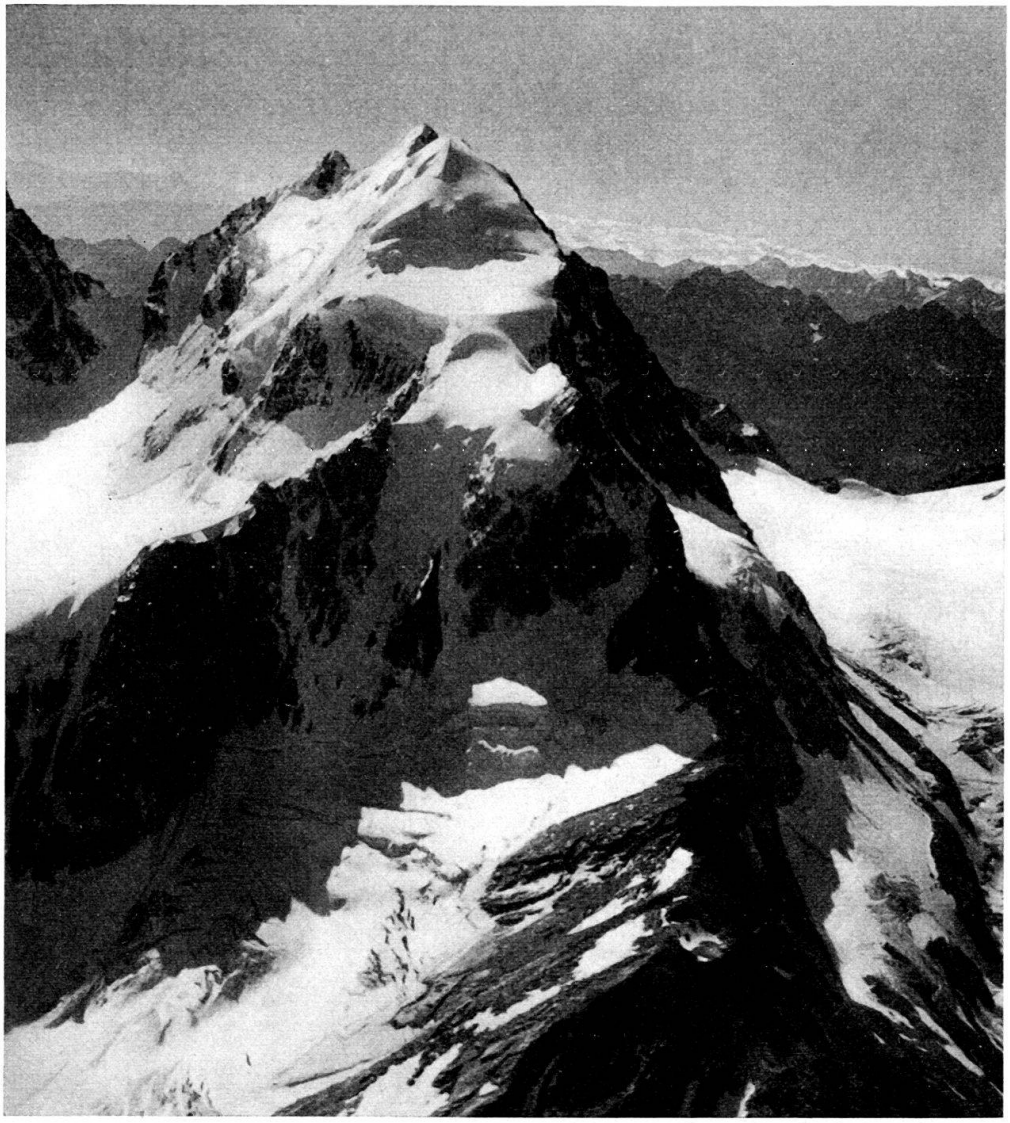
Ausser der Zerschlitzung der Deckenkerne von oben her, d. h. durch oft tief eingespitzte Keile der Rückensedimente der Gesamtdecke, wird dieser Kernkörper des Bernina-Systems auch zerschnitten und weiter aufgeteilt durch von unten her weit in den Deckenkörper hinaufgreifende Keile der penninischen Deckenunterlage. Bekannt ist in dieser Richtung der Westabfall der Err-Decke im Oberhalbstein, südwestlich der Cima da Flix etwa; besonders aber der von unten scharf zwischen Err- und Grevasalvas-Scholle von der Roccabella her bis fast an den Julierpass vordringende Keil der penninischen Schieferunterlage, im Süden des Engadins die kleinere Einspiessung des penninischen Deckensubstrates am Piz Corvatsch, d. h. an den Chastelets, oder jene wieder bedeutendere unter dem Piz Roseg und sogar noch am Pizzo di Verona im Puschlav.

So wird, durch Sedimentkeile von unten und von oben her, von der Deckenunterlage und vom Deckenrücken aus, schliesslich der gesamte, nach seiner ganzen Geschichte und Entstehung primär einheitlich angelegte Kernkörper des Bernina-Systems zerschnitten in eine ganze Anzahl von Einzelschollen, von denen einzelne kräftigere sich besonders herausheben und ihre Nachbarschaften oft zu grossartigen Einzellinsen verwalzen. Von Norden nach Süden lässt sich dabei folgendes konkret erkennen, wobei für weitere Details auf die geologische Karte der Err/Julier- und jene der Bernina-Gruppe verwiesen sei, sowie auch auf meine diese Dinge näher berührenden Ausführungen in meiner Studie «Über den Bau der Gebirge zwischen Samaden und Julierpass» (STAUB 1948).

Der primär äusserste Nordrand des ganzen Komplexes erscheint, unter der Schubbahn der eigentlichen Err-Decke schwer verwalzt, in den räumlich relativ unbedeutenden Scherbenzonen der Carungas- und der Castellins-Schuppen, zu denen im Süden des Engadins aber möglicherweise auch noch die Zone der Chastelets und wahrscheinlich die Kristallinplatte des Piz Sgrischùs an der südlichen Basis des Piz Corvatsch gehört. Mit bedeutenderen frontalen Abspaltungen setzt daraufhin die engere Err-Decke zwischen Albulapass, Piz d'Err und der Roccabella ein, als der mächtigste Stirnkörper des gesamten Bernina-Systems. Dass diese eigentliche Err-Decke, wenn auch nur frontal, sich aber noch weiter aufspalten lässt, zeigt der berühmte und viel umstrittene Sedimentzug der Fuorcla Mulix, der meiner Meinung nach, wie schon früher vermutet, samt dem Keil des Murtèl trid und des Piz Palpuogna, eine tiefere Granitscherbe, die des Piz Blais martscha, von der höheren Hauptmasse des Err-Kristallins abtrennt, und zwar vielleicht von der Crasta Mora bis knapp hinter den Piz d'Err hinein, wo diese Auftrennung infolge axialen Anstieges gegen Westen und völliger Ausscherung endet, sich aber doch morphologisch noch weiter abbildet durch das grosse Couloir südlich des Piz d'Err.

Südlich an den Hauptkörper der Err-Decke schliessen dann, durch die weit bis gegen das Julier-Hospiz heraufgreifende «Einspiessung der Roccabella-Basis» von der engeren Err-Decke scharf abgetrennt, die von der Julier- und der Bernina-Decke gewaltig verwalzten Schollen des Grevasalvas und des Corvatsch sich an, gegen Süden jeweilen auskeilend, sich ablösend und schliesslich überhaupt blind endigend im Eise des oberen Scerscengletschers unter dem Piz Roseg. Als klare Frontalabspaltung der Bernina-Hauptmasse hebt die Julier-Decke sich ab, gleichfalls in grossartiger Mächtigkeit. Die faziellen Eigentümlichkeiten der Zone

von Samaden aber, die vor der Julierfront bekanntlich zu einem gewaltigen Schuppenwerk zusammengestossen erscheint, machen es – besonders durch die mächtig ausgebildete alte Schwelle in den Schlattain-Elementen – durch-



Luftaufnahme Swissair

Fig. 2. *Der Piz Roseg* (von Nordwesten)
Links Porta Roseg und Tschiervagletscher, rechts Fuorcla Sella und Sellagletscher.
Im Hintergrund rechts Painale-Gruppe und Bergamaskeralpen, links hinten Adamello.
Man erkennt den Aufschub der Bernina-Decke des Piz Roseg auf die nach links (Nordosten) darunter einschiessende Granitmylonit-Serie der Corvatsch-Scholle an den Aguaglioils (rechts unten). Rechts der Fuorcla Sella ist sichtbar ein Rest der Platta-Decke, im Gratkopf der Fuorcla selber die gegen Südosten ausdünnende Corvatsch-Scholle.

aus wahrscheinlich, dass die eigentliche primäre Hauptfront der Bernina-Abspaltung von der frontal gelegenen einstigen Hauptstirn des Systems im heutigen Errdecken-Raum sich bereits weit nördlich der nunmehrigen Julierdecken-Front vollzog, d. h. zwischen der Err-Decke s. str. und der Grevasalvas/Corvatsch-Scholle, die ihrerseits primär als eine gewisse Einheit be-

trachtet werden kann. Julier- und Bernina-Decke haben hier gemeinsam ihre alten, durch mesozoische Anlagen schon klar vorgezeichneten wahren Stirnzonen überfahren und ausgewalzt zum unruhigen Komplex der Grevasalvas- und Corvatsch-Schollen. Dass des weiteren diese über lange Zeit solidarisch wirkenden Julier/Bernina-Schollen dann schliesslich infolge verstärkten frontalen Widerstandes an der auch ihrerseits gebremsten Err-Scholle gleichfalls aufsplitterten, in die beiden heutigen Einheiten der Julier- und der eigentlichen Bernina-Scholle, ist gegenüber der ganzen Aufsplitterung des Gesamt-Bernina-Systems nur mehr ein unbedeutendes Detail; doch ist es immer noch denkbar, dass auch diese letzte Auftrennung der Julier/Bernina-Einheit doch eine etwas tiefere ist, als dies bloss durch mesozoische Züge erkennbar wird; die Bernina-Karte enthält weitere Andeutungen darüber.

Es sind somit über dem höchsten Penninikum primär, d. h. vor dem Beginn der alpinen Zusammenschübe, von Norden gegen Süden aneinanderzureihen die nachfolgenden Teilelemente des Gesamt-Bernina-Systems:

1. Carungas, Castellins, Albula/Err,
2. Grevasalvas/Corvatsch,
3. Julier/Bernina, Stretta, und schliesslich
4. das Wurzelgebiet des Ganzen in der Zone von Brusio.

Die am tiefsten nach Süden zurückgreifende Auftrennung zeigt sich klar zwischen Grevasalvas/Corvatsch-Schollen und Julier/Bernina-Masse; sie greift bis über den oberen Scerscengletscher, d. h. bis in die südliche Berninagruppe zurück und damit bis in die Nähe des alpinen Deckenscheitels. Die wirksamste Aufsplitterung von der Deckenbasis her stellt demgegenüber deutlich zwischen Err- und Grevasalvas/Corvatsch-Schollen sich ein, im Einwicklungskeil des Julierpasses. Wichtig endlich ist des weiteren die Tatsache, dass im Gesamtkomplex der «Bernina-Decken» – inklusive der Sella-Decke – sehr deutlich eine östliche Grenze der Eruptivmassen erkennbar ist, die im Grossen von Ponte über die Berninahäuser und den Piz Cambrena zum Pizzo di Verona läuft und abermals wieder erkennbar ist in der Ostabgrenzung der Sella-Eruptivmasse westlich des Puschlavs.

Diese klare östliche Abgrenzung der Bernina-Eruptivprovinz – der übrigens durchaus konform auch die grosse Schieferzunge zwischen Pontresina und Morteratsch folgt – zeigt deutlich, dass die mechanischen Grundlagen, die zur heutigen tektonischen Aufteilung dieses Bernina-Systems geführt haben, nicht ohne weiteres über grössere Strecken im Streichen durchzuhalten brauchten und dass diese, wenn auch noch so gewaltige interne Aufteilung des Bernina-Systems vielleicht nicht über längere Erstreckung verwirklicht sein mochte. Eine Westgrenze der Bernina-Eruptivmassen kennen wir zwar über das ganze Gebiet zwischen der Err-Front im Oberhalbstein und der Bernina-Wurzel zwischen Brusio und Val Malenco nicht; wohl aber verlieren sich die typischen Bernina-Gesteine in dieser Wurzelzone westlich Val Malenco, d. h. schon gegen Val Masino hin, und sind weiterhin sicher auch aus den Wurzelzonen des Tessins keine irgendwie gesicherten Äquivalente von Bernina-Eruptiva bekannt. Desgleichen erreichen, von Westen her, auch die Eruptivmassen des Dentblanche-Systems den Tessiner Raum in der Wurzelzone nicht; sie enden dort mindestens

schon in der Sesia-Zone des Ossola, und wir müssen damit annehmen, dass die Eruptivprovinzen des Bernina- und des Dentblanche-Systems zwei voneinander räumlich getrennte und damit prinzipiell verschiedene Zentren bilden. Zentren, die wohl primär in denselben Abschnitten des alpinen Querprofils sich einstellen, Zentren aber, die voneinander, wenigstens bis zu einer heute unbekannten Tiefe hinab, in aller Schärfe getrennt erscheinen. Das Bernina-Eruptivzentrum stellt sich ein im weiten Hinterland der alten Glarner Bruchzone, in welcher die Hauptmasse des Glarner Verrucano liegt; das Dentblanche-Eruptivzentrum erscheint davon klar gesondert im weiteren Hinterland rheinischer Brüche, hinter der Quersenke zwischen Aar- und Mont Blanc-Massiv.

Trotz diesem getrennten Aufbruch der magmatischen Massen auf zwei voneinander verschiedenen Eruptivzentren ist aber dennoch die Verwandtschaft zwischen Bernina- und Dentblanche/Arolla-Sippe die weitaus auffälligste innerhalb der schweizerischen Zentralalpen. Das zeigen die gegenseitigen Granite, Diorite, Gabbrodiorite und Gabbros, nebst der auffallenden Gesellschaft der «blauen Granite», d. h. der Banatite und Monzonite, ja sogar der typischen roten Quarzporphyre vom Diavolezza-Typus, die auch der Dentblanche nicht ganz fehlen. Es müssen daher trotz jeden Fehlens dieser auffallenden Eruptivtypen in den Tessiner Wurzelgebieten, zum mindesten die *Tiefenherde* der Bernina- und der Arolla-Sippe irgendwie miteinander zusammengehangen haben und auch auf gemeinsamen Grundlagen entstanden sein. Sie sind im Prinzip beide auf derselben Längsspalte emporgedrungen, auf derselben aber in den verschiedenen Abschnitten verschieden hoch gestiegen, besonders dort, wo alte Querbruchsysteme diese Längsspalte kreuzten. Ich habe eben erst an dieser Stelle auf diese Dinge hingewiesen (Staub, 1957).

Auf jeden Fall aber tauchen im Walliser Querschnitt die Bernina-Eruptiva mit fast ihren sämtlichen Typen und Vergesellschaftungen wieder auf, und dies sogar mit einer ähnlichen Verteilung im heutigen Querprofil. Denn die sauren Massen scheinen auch hier, wie in der Err-Decke des Bernina-Systems, im Norden besonders gehäuft und herrschen dort beinahe ausschliesslich; die Diorite aber stellen, wie in der Bernina-Decke des Engadins, eher gegen Süden sich ein, und dasselbe scheint auch, mit der einen Ausnahme des Schallijoches, für die Gabbros der Dentblanche zu gelten.

Dürfen wir unter diesen Umständen nicht eine wenigstens in den grossen Zügen ähnliche tektonische Aufteilung der Dentblanche-Decke im Wallis erwarten, wie eine solche im Bernina-System Bündens klar dokumentiert und sogar durch unzweifelhafte mesozoische Sedimentzüge völlig gesichert erscheint? Der heute erkennbare Innenbau der Dentblanche-Decke des Wallis scheint dies, auch wenn mesozoische Züge in demselben fast völlig fehlen, in weitem Masse zu bejahen. Sehen wir näher zu.

Das Dentblanche-System der Walliseralpen und sein Innenbau

Für Emile Argand, dessen Erforschung der Dentblanche unvergessen und grundlegender Ausgang aller späteren Erkenntnis bleibt, war die Dentblanche-Decke, durchaus gemäss den damaligen, eben erst aufgekommenen tektonischen

Anschauungen der jungen Deckenlehre, – zwar nicht der ursprünglichen SCHARDT schen, wohl aber der LUGEON'schen Prägung – eine klassische Deckfalte; ein mächtiger pli couché mit gewaltigem Kern, mit reduziertem oder völlig ausgewalztem Mittelschenkel und einer Reihe von sekundären, wenn auch durchaus grossartigen Stauchungserscheinungen im Deckenkern. Der einzig bekannte klägliche Rest des Dentblanche-Mesozoikums am Mont Dolin genügte nicht zu einer weiteren und tiefer greifenden Auflösung dieses Komplexes; die Gleitbretter der ostalpinen Massen, im besonderen der kristallinen Kernkörper des Oberengadins, waren noch unbekannt; wie ja übrigens auch gerade die Err-Decke Bündens noch sehr lange, d. h. bis und mit CORNELIUS, trotz andere Deutung verlangenden Tatsachen, mit grosser Hartnäckigkeit immer wieder als eine einfache Deckfalte mit ausgezeichnetem Verkehrtschenkel betrachtet wurde. Trotzdem versuchte ARGAND schon vor 50 Jahren – und zwar ausgehend einzig und allein von den Eigentümlichkeiten des Kristallingebirges – eine weitere Aufgliederung des Dentblanche-Deckenkerns in verschiedene Komplexe.

Schon BERNHARD STUDER und GERLACH war die auffallende Verschiedenheit der kristallinen Serie in Valpelline aufgefallen, schon STUDER unterschied diese Serie der Valpelline sehr deutlich von den Arolla-Gesteinen der Walliserseite des Gebirges, und dieser Gegensatz zwischen Valpelline- und Arolla-Serien war es, der neben der Analyse der tektonischen Strukturen in erster Linie von ARGAND weiter ausgebeutet wurde zur Entzifferung des Dentblanche-Innenbaues. Dabei ging ARGAND – sicher unter dem Einfluss der gerade damals eben erst von ULRICH GRUBENMANN als ausschlaggebend erkannten Zonenfolge der kristallinen Schiefer nach bestimmtem, gegen die Tiefe hin abgestuftem Metamorphosengrad – von der Grundidee aus, dass die älteren Schieferserien einen höheren Metamorphosengrad aufweisen müssten als die jüngeren, im Raum primär über den höhermetamorphen Schiefern lagernden. Mit den italienischen Westalpen-Geologen, im besonderen mit NOVARESE, betrachtete er die «Série de Valpelline» als katametamorph, die Arolla-Gesteine im grossen aber als epi- bis mesometamorph. Die «Série de Valpelline» erschien ihm daher ohne weiteres als der ältere und schon primär tiefere Basalkomplex, über dem durchaus normal die epimetamorphen Casannaschiefer-Serien lagerten, deren Reste aus dem Gebiete nördlich des Grand Cornier und des Pigne de l'Allée ihm wohlbekannt waren. Die ganze Gesellschaft der Arolla-Eruptivgesteine aber fasste ARGAND als jüngere magmatische Einschaltung auf, die zwischen der älteren «Série de Valpelline» und der jüngeren Casannaschiefer-Serie der Dentblanche-Nordabschnitte auf rein intrusivem Wege sich eingeschoben hätte. Was für viele Gebiete sicher auch heute noch eine durchaus zutreffende Deutung geblieben ist.

Für ARGAND bildete so die «Série de Valpelline» die eigentliche innerste Kernmasse des grossen pli couché der Dentblanche, die «Arolla-Serie» die deutlich jüngere Umhüllung derselben, und nach dieser scheinbar so einfachen Abfolge und Grundidee ging ARGAND dann weiter an die für ihre Zeit grossartige und bis heute nicht übertroffene Enträtselung der Dentblanche-Innentektonik. Die innersten Antiklinalkerne bildeten nach ihm die Valpelline-Gesteine, und als deren gewaltige Umhüllung erschienen ihm durchwegs die Arolla-Serien. In unerhört zäher Feldarbeit hat ARGAND aber auch einen grandiosen Faltenbau in diesen Eruptiv-

komplexen der eigentlichen Arolla-Serie erkannt, und dass ein solcher effektiv existiert und zu Recht besteht, darüber kann auch heute nicht der geringste Zweifel bestehen, und dies selbst dann nicht, wenn daneben noch eine Reihe anderer Phänomene etwas stärker als früher in Erscheinung treten.

Dieses ARGAND'sche Bild der Dentblanche-Tektonik als eines gewaltigen kristallinen Faltenbaues im Prinzip alpinen Alters ist bekannt; es ist durch ihn klassisch geworden. Zunächst schien dieses Bild auch durch den unterdessen seinerseits enträtselten Innenbau der Margna-Decke im Engadin recht weitgehend gestützt. Die seit SAUSSURE berühmt gewordene dunkle Gipfelkappe des Matterhorns erschien gemäss diesen Anschauungen ARGANDS als letzter Erosionsrest eines mächtigen Antiklinalkernes der älteren Valpelline-Gesteine in der jüngeren Arolla-Serie, und dieser Antiklinalkern des Matterhorngipfels schien jenseits des Zmutt-Tales gegen Norden zu auch deutlich auszuspitzen in den ihn schliesslich völlig umhüllenden Arollagneiss-Komplexen der Gabelhorn-Gruppe.

Schon BERNHARD STUDER aber hatte vom Col d'Arolla – von ihm auch «Col des Mont Collon» benannt – berichtet, dass dort «Arkesin-Gneiss »herrsche und dass die «Glimmer- und Hornblendeschiefer» der Valpelline diesem Arkesin mit Südfallen «aufgelagert» seien. ARGAND selbst hat dies auf seiner Dentblanche-Karte und seinen Profilen deutlich bestätigt; er glaubte diese «abnorme» Stellung der Valpelline-Gesteine über den Arolla-Gneissen jedoch als blosse und nur rein lokale «Überkippung» des Valpelline-Deckenkerns über die jüngere Arolla-Umhüllung desselben deuten zu können, was in jener Gegend im Prinzip auch heute noch bestimmt den beobachtbaren Tatsachen entspricht.

Eine weiträumigere Auflagerung der Valpelline-Gesteine auf die Arollagneiss-Komplexe zeigte sich nach den Aufnahmen NOVARESE's auf Blatt Aosta aber auch im Süden der Valpelline, und dasselbe sollte nach dem gleichen Forscher auch noch für den gesonderten Komplex des Mont Mary zutreffen. All das ist heute durch die neuen Untersuchungen MASSON's vor allem durchaus bestätigt worden: die Valpelline-Gesteine liegen in der Valpelline selber den Arolla-Gesteinen auf und bilden innerhalb derselben eine deutliche Mulde. Auch ARGAND hat natürlich diese «Mulde» gekannt; im Zeitalter der plis couchés aber erschien ihm die muldenförmig gebaute «Série de Valpelline» in Valpelline selber ganz einfach als ein auf den Kopf gestellter gewissermassen tauchender Antiklinalkern der Gesamtdecke und die südlich darunter erscheinenden Arolla-Gneisse des Zuges der Punta di Cian wurden von ihm als mächtige Zeugen einer grossartigen Verkehrtserie dieses Valpellinesen-Antiklinalkernes gedeutet. Diese gewaltige «Verkehrtserie» der Punta di Cian schien mir aber schon 1937 kaum mehr wahrscheinlich, indem ich diese Zone vielmehr als Ausdruck einer tiefgehenden inneren Zerschneidung der Dentblanche-Masse, entsprechend der Aufteilung des Bernina-Systems in Err- und Bernina-Decke etwa, deutete und dieselbe – was am Cornerapass ja effektiv auch zutrifft – sogar durch Trias von der «darauf» resp. steil daneben gelegenen Valpelline-Serie getrennt betrachten wollte. Eine analoge Aufgliederung des Dentblanche-Deckenkernes in verschiedene, bis auf die Deckenbasis hinab durchhaltende und tief voneinander getrennte Schollen nahm ich gleichzeitig, besonders aber seit 1938, auch für den Frontabschnitt der Decke im Gebiet des Mont Dolin-Zuges an, was seither durch die näheren Untersuchungen HAGENS

bestätigt werden konnte. Eine ähnliche Aufteilung der Dentblanche-Masse, wie eine solche im Bernina-System Bündens grossartig verwirklicht ist und wie sie schon damals weitgehend bekannt und nachgewiesen war, schien mir damit mindestens angebahnt und auch weiterer Untersuchung im höchsten Grade wert.

Die neuen Untersuchungen von MASSON und STUTZ im Gebiet der Valpelline eröffneten weitere Einsichten: die «Série de Valpelline» erscheint nach diesen Autoren nicht mehr wie bei ARGAND als primär tiefstes Element im Dentblanche-Kernkörper, sondern ganz im Gegenteil als eine fremdartige, der eigentlichen Arolla-Serie längs mächtigen und über weite Strecken nachgewiesenen Mylonitzonen ganz allgemein aufgeschobene tektonisch höhere Masse. Im ganzen Bereich der Valpelline erschien nun, gemäss diesen neuen Ansichten, MASSON's vor allem, die Valpelline-Serie als muldenförmig zusammengestauchte höhere Schubeinheit über der Arolla-Serie; nur wäre östlich der Tête de Valpelline diese höhere Kristallinscholle, wenn auch nur sekundär und rein lokal, noch etwas unter die primär tiefere, d.h. die liegende Arolla-Serie des Nordschenkels der grossen Valpelline-Mulde «unterschoben» worden. Das ist die auch kartographisch gut belegte Darstellung der Valpelline-Geologen der zürcherischen Petrographenschule und ihre Auffassung vor allem des seit ARGAND berühmt gewordenen Valpelline-«Antiklinalkeiles» am Ebihorn.

Eine durchaus analoge Auflagerung der Valpelline-Gesteine auf die Arolla-Serie schien aber MASSON des weiteren auch noch im tieferen Element des Mont Mary-Kernes verwirklicht. Eine mächtige Aufschiebung vermutlich schon hercynischen Alters schien hier vorzuliegen, da nach MASSON und STUTZ die offensichtlichen, durch grossartige Mylonitzonen gekennzeichneten Schubflächen zwischen Valpelline- und Arolla-Gesteinen nirgends etwa noch durch Triasreste garniert erscheinen. Nach diesen jüngeren Anschauungen schien solcherart die alte ARGAND-sche Konstruktion überholt und unzutreffend, und die Innentektonik der Dentblanche ganz im Gegenteil auf eine schon uralte, d. h. weit voralpin in Gang gebrachte reine Gleitbretter-Tektonik ostalpinen Stils zurückzugehen. Durchaus gemäss der auch von MASSON, DIEHL und STUTZ geteilten und auch petrographisch weiter vertieften Auffassung der Dentblanche-Decke als einer im Grunde bereits ostalpinen Schubmasse. Aber gerade mit diesen Neuerungen war die Innentektonik der Dentblanche noch keineswegs befriedigend gelöst und es wurden abermals nähere Untersuchungen für genauere Vergleichsmöglichkeiten mit dem Bernina-System Bündens zu einem wirklichen Verständnis aller dieser Dinge nötig.

Heute glaube ich, eine Aufgliederung der Dentblanche-Masse vertreten zu können, die zwar wohl grundsätzlich noch durch weitere Aufnahmen neu überprüft werden muss, eine Aufgliederung aber, die – trotz anderen Maßstäben und weit gewaltigerer Grössenordnung – im Prinzip doch ganz auffallende Analogien mit dem Bau des Bernina-Systems aufweist und die zudem gerade auf die in Bünden erworbenen Einsichten auch die gebotene Rücksicht nimmt. Eine gründliche Überprüfung dieser im nachfolgenden skizzierten Ideen ist sicher unerlässlich, sie ruft jedoch kategorisch einer völligen Neu-Aufnahme des zentralen Walliser Hochgebirges durch den ganzen Raum der Dentblanche-Decke und daraufhin abermaligen Vergleichen mit Bünden. Eine solche Überprüfung wird aber Jahre sorgfältigster und schwieriger Hochgebirgsaufnahmen durch begeisterte

und petrographisch wie geologisch gleich durchgebildete junge Kräfte erfordern – sie bleibt eine grossartige Aufgabe der kommenden Generation –, weshalb ich die mir vorschwebenden Ideen über den Innenbau der Dentblanche wenigstens in Fragmenten doch bereits im heutigen Zeitpunkt, und sei es auch nur zu weiterer Anregung und Diskussion, bekanntgeben will. Denn es handelt sich schliesslich um Ideen, die weitgehend basieren auf meinen persönlichen Erfahrungen im Bernina-System Bündens und um Gedankengänge, die sich recht gut auch einfügen in das schon bisher aus der Dentblanche-Decke bekannte oder mir im Laufe der Jahre zugänglich gewordene Tatsachenmaterial.

Was ist heute über den Innenbau der Dentblanche, zunächst ohne jenen des Mont Mary, in Wirklichkeit bekannt?

Vor wenigen Jahren hat T. HAGEN, im Anschluss an seine Studien im Bereich des Dolin-Zuges und angeregt durch die indessen von mir vollzogene Aufgliederung der Bernina-Masse in eine Reihe von Teilschollen versucht, ein grundsätzlich neues Bild auch der Dentblanche-Tektonik zu geben. Ich glaube nicht, dass dasselbe in der von HAGEN gebotenen Form zutrifft oder der Wirklichkeit entspricht; doch verdanken wir HAGENS Untersuchungen, die ich selber übrigens an einem entscheidenden Punkt geleitet habe, nämlich bei der Deutung der Dentblanche-Nordfront am Mont Blanc de Seilon, immerhin eine Reihe wertvoller und konkreter Beobachtungen, die auch uns weiterführen können. Es ist mir jedoch durchaus bewusst, dass auch das im folgenden skizzierte, vorderhand jedoch nur in seinen rohen Umrissen erkennbare eigene Bild des Dentblanche-Innenbaues noch keineswegs das definitive sein wird und noch manche Korrektur erfahren kann. Es scheint mir aber notwendig, einen neuen Schritt in dieser Richtung zu tun und alle diese Fragen damit ins Rollen zu bringen, d. h. zu weiterem Studium vorzulegen.

Ein in erster Linie springender Punkt für die weitere Auflösung des Dentblanche-Innenbaues ist wohl die zwar an sich schon auffällige, aber vor allem prinzipiell wichtige Tatsache, dass, durchaus ähnlich wie im bündnerischen Bernina-System, doch zum mindesten eine klare Auftrennung der Decken-Kernmasse von unten her, d. h. von der penninischen Basis aus, auch in der Dentblanche-Decke des Wallis existiert. Es ist der Tsénaréfien-Zug, den HAGEN im Verlaufe seiner Studien vom Nordfuss des Mont Blanc de Seilon – wo er erstmals, anlässlich einer gemeinsamen Begehung, von mir als in die Dentblanche-Kernmasse von unten her eingespiesster Keil der penninischen Deckenunterlage gedeutet worden ist, mit angeschlossener Einwicklung des nördlichen Dentblanche-Kristallins unter denselben – mit genügender Sicherheit mindestens bis in das Gletscherbecken von Ferpècle verfolgen konnte, der aber seiner Meinung nach auch östlich davon noch weiterzieht bis ins Zermatter-Tal. An diesem Tsénaréfien-Zug spaltet die Dentblanche-Kernmasse nach HAGENS Beobachtungen sich deutlich auf in zwei gesonderte Komplexe von unterschiedlichem Innenbau, die Scholle des Weisshorns im Norden, jene der Aiguille de la Tsa im Süden. Im Grunde jedoch ist die Tsa-Scholle HAGENS gar nichts anderes als die längs dem Tsénaréfien-Zug der Weisshorn-Scholle aufgeschobene südliche Fortsetzung derselben. Wo zieht aber von Ferpècle resp. vom Mont Miné weg – wo HAGEN ihn zuletzt noch mit scheinbar guten Gründen zu erkennen glaubte – dieser trennende Keil des Tsénaréfien-Zuges weiter, und was gehört vor allem im Osten von Val

d'Hérens faktisch zur Weisshorn- und was genauer zur Scholle der Aiguille de la Tsa? Die Lösung dieser Frage ist HAGEN meiner Ansicht nach nicht mit genügender Sicherheit gelungen, so dass wir uns dafür im Walliser Hochgebirge weiter umzusehen haben.

Zunächst steht fest, dass die Achsen der tektonischen Sondereinheiten wie jene der Gesamtdecke im Raume des Ferpècle-Gletschers in jene grosse Achsendepression niedersinken, in der die gesamte Dentblanche-Decke heute überhaupt noch erhalten geblieben ist. Im Westen der grossen Gletschermulde von Ferpècle steigen die Achsen entschlossen gegen Südwesten empor, d. h. gegen das Gletschertal von Arolla hin, im weiten Hintergrund derselben aber bereits wieder gegen Osten, d. h. gegen die Dentblanche zu. In den nördlicheren Deckenteilen jedoch tritt dieses Wiederaufsteigen der Achsen gegen Osten hin dezidiert erst beidseits des Glacier Durand im hinteren Zinal klar in Erscheinung: an den Ostabstürzen des Grand Cornier und des Pigne de l'Allée, am Besso und am Zinalrothorn, hier im grossartigen Kessel des Mountet nun in weiterer klarer Übereinstimmung auch mit den Achsenverhältnissen in der Dentblanche und am Obergabelhorn, und nur die internere Front des engeren Dentblanche-Stockes steigt somit schon vom Ferpècle an erneut klar genug wieder gegen Osten empor.

Was kann dies in bezug auf den von unten in die Dentblanche-Masse eingespiessten Tsénaréfien-Zug prinzipiell bedeuten? Doch wohl nur, dass auch dieser Tsénaréfien-Zug selber von Arolla her ostwärts in die Ferpècle-Achsendepression niedersinkt und seine nach oben in einer blossen Schubnaht fein endigende Spitze und damit auch er selber in diesem Gebiete zum mindesten vorübergehend sich verliert, um erst im Gletschertal von Zinal vielleicht wieder aufzutauchen. Bei dieser durchaus wahrscheinlichen Konstellation würden dann nördlich der Dentblanche, d. h. etwa im Gebiet zwischen dem Grand Cornier und der Dentblanche-Aussenfront im Hintergrund von Moiry, die im Westen durch den Tsénaréfien-Zug sauber aufgetrennten Einzelschollen des Weisshorns und der Aiguille de la Tsa sich vereinigen zu einer wenigstens äusserlich geschlossenen Kristallinmasse, die erst mit dem erneuten schärferen axialen Anstieg der Achsen vom Zinal gegen Osten hin sich wieder aufspalten könnte in zwei abermals von unten her voneinander klar getrennte grosse Einzelschollen. Der Innenbau der Dentblanche-Masse im Hintergrund von Moiry bleibt auf diese Dinge dringend näher zu untersuchen, samt seinen westlichen und östlichen Annexen gegen Ferpècle und gegen den Zinalgletscher hin.

Was kann über diese Dinge schon heute mit einiger Sicherheit etwa gesagt werden, vorgängig einer kompleten, über Jahre sich erstreckenden Neu-Aufnahme des gesamten Dentblanche-Kristallins, auf Grund bloss der ein halbes Jahrhundert zurückliegenden ARGAND'schen Aufnahmen und nur vereinzelten eigenen Auflösungsversuchen aus früheren Jahren?

Westlich des Arolla-Tales spaltet sich, schon ARGAND und sogar GERLACH bereits bekannt, die frontale Masse der Roussette als eigene, aber durchaus nur auf die engere Dentblanche-Gesamtfront beschränkte Sonderscholle ab; südlich des in sich weiter komplexen Dolin-Zuges wird dann die Dentblanche-Hauptmasse durch den Tsénaréfien-Zug weiter aufgeteilt, in eine nördliche Scholle, die vom Col de Seilon gegen Osten hin als Ganzes wohl sicher, wenn auch mit abschnitt-

weise beträchtlichen Reduktionen, das Weisshorn erreicht, und in die südliche Scholle der eigentlichen Aiguille de la Tsa. Wo erkennen wir nun vielleicht auch am Ostabfall der Dentblanche-Decke über dem Nikolaital, d. h. etwa zwischen den Diablons, dem Weisshorn und dem Triftgebiet, irgend etwas ähnliches, d. h. mögliche Auftrennungen der Dentblanche-Gesamtmasse von unten her?

Da fällt einmal, schon von ARGAND in seinen Profilen angedeutet, aber auf Flugaufnahmen recht scharf erkennbar, zunächst eine deutliche Trennungslinie auf, die das allgemein nordfallende Arolla-Kristallin des Weisshorn-Nordgrates vom dazu konträr, d. h. flach südfallenden Kristallinkomplex des Bieshorns und der Diablons in beträchtlicher Steilheit scheidet. Hier könnte im Prinzip die nur mehr als intrakristalline Schubfläche sich verratende Spur des Dolin-Zuges vorliegen – das Weisshorn-Kristallin schiebt sich dabei scheinbar steil über das vorgelagerte und anders geartete Kristallingebirge des Bieshorns und der Diablons – aber für einen sicheren Entscheid müsste die Verbindung dieser Linie mit den östlichen Enden des Dolin-Zuges im Gebiet der Dents de Veisivi durchgehend erkannt sein, was bisher nicht der Fall ist und was sich wahrscheinlich auch gar nicht konkret erweisen lässt, weil diese nördlichsten Aussenposten der Dentblanche-Decke zwischen Zinal und Moiry allem Anschein nach überhaupt fehlen; denn die westliche Fortsetzung der Diablons-Bieshornmasse, über der Garde de Bordon etwa, ist schon längst der Erosion anheimgefallen, und die Verhältnisse am Pas de Chèvre und in Val des Dix zeigen zudem, dass der Dolin-Zug und damit auch das Roussette-Element an steiler Fläche bis zur Deckenbasis hinab vom Weisshorn-Komplex getrennt sind, wir somit einen tiefer unter die Weisshorn-Scholle hinein reichenden Dolin-Zug auch im Osten, d. h. in der Basis der Weisshorngruppe etwa, gar nicht zu erwarten haben.

Eine südlichere Auftrennung des Arolla-Kristallins hebt sich nun aber ab im Unterbau des Zinalrothorns, indem dort die «Gabbro»-Serie der Blaufluh nordwärts emporsteigt und wahrscheinlich, nach dem Verlauf der «Groupe de Bertol» der ARGAND'schen Karte südlich des Festigletschers und eigenen Beobachtungen vom Mettelhorn aus zu schliessen, die Gratlinie zwischen Zinalrothorn und Weisshorn im Bereich etwa des Ober-Schallijoches erreicht. Das könnte sehr wohl ein etwas veränderter neuerlicher Ausbiss des Tsénaréfien-Zuges resp. der Trennungsfuge zwischen Weisshorn- und Tsa-Scholle im Osten der Dentblanche-Achsendepression sein, doch fehlen darüber bisher noch nähere und vor allem bindende Angaben. Aus der Ferne beurteilt scheint aber – sowohl von Westen wie von Osten gesehen und auch auf ausgezeichneten Luftaufnahmen deutlich erkennbar – immerhin das Arolla-Kristallin des Zinalrothorns in nur mittelsteiler und gegen oben sich verflachender Lagerung sich schief über den Kristallinkomplex des Weisshorns – dem als südliches Anhängsel, d. h. als eigene Sonderschuppe auch das Schallihorn angehört – hinwegzulegen, eine Zweiteilung des Dentblanche-Deckenkernes in zwei voneinander sogar recht scharf getrennte Hauptschuppen somit tatsächlich hier vorzuliegen. Auch wenn zwischen diesen kristallinen Komplexen sogar keine Spur irgendeines wirklichen Tsénaréfien-Keiles mit seinen charakteristischen Gesteinen sich nachweisen liesse. Man sollte aber solche Spuren, in Form von Schubflächen, alten Kristallinbreccien und sogar Grüngesteinen, dort aber immerhin suchen gehen.

HAGEN zieht seine im Westen so scharf ausgeprägte Tsénaréfien-Naht vom Mont Miné im Ferpècle-Kessel über den Col de la Dentblanche direkt ostwärts hinüber in die Gegend des Triftjoches, was mir nicht zuzutreffen scheint und wofür HAGEN auch den näheren Beweis schuldig geblieben ist. Meiner Meinung nach können, zwar weniger in der Gegend des eigentlichen Triftjoches als zwischen P. 3878 und dem scharf aufstrebenden Südgrat des Zinalrothorns, aber auch zwischen Triftjoch und dem Nordaufschwung der Wellenkuppe, wohl mindestens zwei Kristallinschollen schief aufeinander geschoben sein; doch kann es sich dabei ebensogut um eine blosse weitere Unterteilung der Kristallinmasse des Zinalrothorns und des Gabelhorns handeln oder sogar um die Einkeilung einer abermals höheren Kristallinscholle, auf die wir noch weiter zu sprechen kommen werden. Eine auffallend glatte Scherfläche durchsetzt weiterhin die Ostwand des Zinalrothorns; dieselbe könnte sich sehr wohl im Hangenden des von uns angenommenen Tsénaréfien-Zuges innerhalb der östlichen Äquivalente der Tsa-Scholle gebildet haben. Sicher aber steht auf alle Fälle, dass das mächtige Kristallin des Zinalrothorns und des Gabelhorns sich, direkt oder indirekt, in sich aber auch weiter aufgespalten, südlich an die Weisshorn-Scholle anschliesst, ob unter Zwischenschaltung eines östlichen Ausbisses des eigentlichen Tsénaréfien-Zuges oder nicht, genau wie in Graubünden die Grevasalvas- und Corvatsch-Schollen sich, trotz des Roccabella/Julierpass-Keiles, doch sinngemäss südlich an das eigentliche Err-Kristallin anschliessen.

Was aber bedeutet weiterhin die Dentblanche, was das Matterhorn, was die Scholle der Valpelline und jene der Punta di Cian, was endlich der merkwürdige Bau des Château des Dames im Südwesten von Breuil? Vieles ist hier noch dunkel, aber versuchen wir trotzdem auch hier einen Weg zu vernünftig sich einfügenden Lösungen.

Was bedeutet vor allem tektonisch die mächtige Serie der Valpelline?

EMILE ARGAND rechnete zur Zeit seiner Feldaufnahmen für die Dentblanche-Karte, wie auch aus deren Legende klar hervorgeht, zu seiner klassischen «Série de Valpelline» neben der allgemeinen, zur Hauptsache katametamorphen Grundlage der altbekannten marmorführenden Diorit-Kinzigitgruppe auch noch den basischen Eruptivkomplex der sog. «Euphotide» – mit den Gabbros vom Typus des Mont Collon, der Matterhorn- und Gabelhorn-Basis, oder weit im Norden jenen des Schallijoches in der «Basis» des Weisshorns – und eine Reihe von Dioriten, vornehmlich entwickelt zwischen Mont Collon und Bertol. Durchaus ähnliche basische Eruptivgesteinsgesellschaften, vom Typus der Dentblanche-Gabbros der Euphotidgruppe, fanden sich bei meinen Untersuchungen auch im Bernina-System und in der Margna-Decke Bündens, aber hier nun deutlich getrennt von den eigentlichen Valpelline-Gesteinen und genetisch recht klar verknüpft mit sauren Eruptiva vom Typus der Arolla-Serie (STAUB, 1917 und 1921, später auch 1946, Berninakarte). Dasselbe aber trifft, nach den neueren Darlegungen ARGANDS selber, auch zu für die Gabbro- und Dioritmassen seiner Valpelline-Serie früherer Prägung. 1933 trennt ARGAND diese basischen Komplexe definitiv von den eigentlichen Valpelline-Gesteinen ab – was übrigens bereits in seinen Profilen von 1909 zum Ausdruck kommt –, und sieht in ihnen zum Teil tiefere Glieder der Arolla-Serie oder überhaupt viel jüngere ophiolithische Beigaben aus der Deckenbasis. Wir haben tat-

sächlich allen Grund, diese basischen Komplexe der Dentblanche wie jene des Oberengadins von der Grundserie der Valpelline abzutrennen und meiner Meinung nach zum allergrössten Teil als basische Differenziate der Arolla-Granite zu betrachten. Dies um so mehr als auch diese basischen Differenziate die gleiche Epi- bis Mesometamorphose zeigen wie die übrigen Gesteine der Arolla-Eruptivsippe und weil zudem diese Dentblanche-Gabbros ,wie von vielen Orten erwähnt, auch von aplitischen und granitischen Gängen des Arolla-Eruptivkörpers durchschwärmt sind.

In bezug auf die nähere Verteilung dieser basischen Komplexe der Arolla-Gabbros fällt folgendes auf:

Dem ganzen heutigen Nordrand der Dentblanche-Decke fehlen, bis vielleicht auf das Gebiet der Diablons, die gabbroiden und die dioritischen Glieder der Arolla-Serie. Nach ARGAND erscheinen sie erstmals isoliert am Schallijoch, meiner Meinung nach als basische Kernmasse der Weisshorn- und Schallihorn-Granite.

Eine Fortsetzung dieser Schallijoch-Gabbros ist durchaus ungewiss. Sie können südwärts anschliessen an die Gabbros der Blaufluh im Triftgebiet und damit schliesslich an jene der Gabelhorn- und Matterhorn-Basis; daneben kann aber a priori auch nicht ganz ausgeschlossen werden ein loser Zusammenhang mit dem Gabbro-Komplex des Mont Collon-Mont Miné, der seinerseits deutlich einer höheren tektonischen Sondereinheit der Dentblanche angehört; womit die nähere Einreihung der wirklichen Weisshorn-Scholle abermals zur Diskussion stände. Auffallend ist in jedem Fall die Häufung dieser Gabbros in zwei voneinander deutlich getrennten Bezirken: einmal in der Nähe der Deckenbasis, zwischen Matterhorn, Stockje, Schönbühl, Gabelhorn und Blaufluh, und zu dieser tieferen Gruppe der Dentblanche-Gabbros könnte schliesslich sogar auch noch das Vorkommen am Schallijoch gehören, das an sich sehr wohl von der östlichen Deckenbasis herauf zwischen die Weisshorn- und Schallihorn-Granitmassen emporgespiesst sein könnte, – aber eben gerade dieser Punkt ist unsicher –, ein anderes Mal aber mit Bestimmtheit nun in einem tektonisch weit höheren Niveau, zwischen Mont Collon und Mont Miné. Diese grossen «höheren» Gabbro-Massen scheinen sich jedoch, wenigstens nach dem bisherigen Stand der Forschung, gegen Osten wie gegen Westen hin, wieder zu verlieren, sie sind mit genügender Sicherheit heute nur zwischen der Dentblanche und dem Petit Collon bekannt. Diese «obere» Gabbro-Zone kann im Prinzip ganz einfach der normale basische Kern der Arolla-Granitmasse der Bouquetins, des Col de Bertol und der eigentlichen Dentblanche sein, die sich südwärts anschliesst an die zwischen Pigne d'Arolla und dem Col de Bertol um rund 1000 m steil niederschiessende Scholle der Aiguille de la Tsa. Eine «direkte» südliche Fortsetzung der Tsa-Scholle kann diese obere resp. innere Arollagneiss-Masse mitsamt ihrem Gabbro-Kern aber keineswegs sein; denn die Tsa-Scholle des Arolla-Tales mündet, wie bereits dargelegt wurde, im Süden der Weisshorn-Scholle ein in den gewaltigen Komplex des Zinalrothorns und des Gabelhorns und schliesslich, gemäss den engen tektonischen und faziellen Beziehungen, in die Hauptmasse des Matterhorns und damit deutlich in die Basis der grossen Valpelline-Zone, die ihrerseits erst die Unterlage der höheren Arolla-Gneisse der Bouquetins und der Dentblanche selber bildet. Wohl baut daneben dieser südliche Abschnitt der Tsa-Scholle auch noch den mächtigen Sockel der Dent d'Hérens zum grössten

Teil auf; aber schon in der östlichen Basis der Jumeaux erscheint, im Gebiet von Les Cors wenig westlich über Breuil, dieses Element, das eben noch – infolge gewaltiger Zusammenstauung der Arolla-Gneisse und der basalen Gabbro-Masse, und zusätzlicher Häufung dieser Bau-Elemente längs grossartigen Scherflächen – das mächtige Felsgestell des Matterhorns, vom Furggjoch bis hinauf an die Gipfelpyramide, aufgebaut hatte, nur noch in kümmerlichen und unansehnlichen Schuppen, und eine weitere südliche Fortsetzung ist ungewiss. Die ARGAND'sche Karte weicht gerade am Ostabfall der Jumeaux beträchtlich von der zwar älteren Darstellung MATTIROLO's auf Blatt Monte Rosa ab, aber jedenfalls reicht nur wenig weiter südlich dann, im Gebiet des Monte Rouss, die eigentliche Valpelline-Serie der Valpelline selber dezidiert bis an die Deckenbasis hinab und ist von der ganzen gewaltigen Granitscholle des Matterhorn-Gabelhorn-Zinalrothorn-Komplexes keine Spur mehr vorhanden. Diese Scholle, die wir als den südöstlichen Teil der Tsa-Scholle des Arolla-Tales betrachten, als eine mächtige südliche Erweiterung derselben, keilt damit gegen Südwesten hin scheinbar aus. Möglich, dass im Prinzip die Arolla-Gneisse der «Scholle der Punta di Cian» südlich an diese Matterhorn-Scholle anschliessen; auf jeden Fall aber wäre die direkte Verbindung zu derselben heute abgerissen und zeichnen gerade hier, an der Dent d'Hérens, besonders aber am Château des Dames, abermals ganz beträchtliche weitere Komplikationen sich ab; wir kommen darauf zurück.

In der Matterhorn-Gipfelpyramide stellt bekanntlich die Valpelline-Serie sich ein; mit Marmoren, Grüngesteinen und Kinzigiten, nach ARGANDS Aufnahme aber auch mit einer beträchtlichen Gabbro-Masse. An und für sich könnte hier recht wohl einfach ein Rest des Daches der Arolla-Eruptivmasse vorliegen, wie wir ähnliches aus dem Bernina-System, etwa von der Bellavista oder vom Biancograt und dem Piz Prievlus kennen, und auch die westliche Fortsetzung dieser Valpelline-Kappe des Matterhorns an der Dent d'Hérens und – in einem abermals höheren tektonischen Niveau – am Stockje, und damit vor allem in der grossen Masse von Valpelline selber, könnte durchaus analog als älteres, wenn vielleicht tektonisch auch weiter aufgliederbares Schieferdach über den Eruptivmassen des Matterhorn-Dent d'Hérens-Sockels und damit schliesslich wohl auch der Arolla-Gneisse der Punta di Cian-Faroma-Masse gedeutet werden. Die festgestellten Mylonitzonen an der Basis der Matterhorn-Gipfelkappe, von ARGAND dort als «Groupe de Bertol» kartiert und auf den neuen Luftaufnahmen in grossartiger Weise als solche erkennbar, und die vor allem durch MASSON näher festgestellten südlich der Valpelline, im Hangenden des Monte Faroma-Zuges, könnten dann auf bloss sekundäre differenzielle Gleitbewegungen zwischen dem mächtigen basalen Eruptivkörper und seinem mechanisch ganz anders reagierenden Schieferdach zurückgeführt werden, und die Auflagerung der Valpelline-Serie des Stockje und der Tête de Valpelline über diese Arolla-Serien hätte tektonisch dann vielleicht gar keine grössere Bedeutung. Aber gerade das Auftreten der sonst durchaus basal gelegenen Gabbros auch im Hangenden des Eruptivkörpers, am Matterhorngipfel, durchaus gleicherweise aber auch noch im Gebiet der Schönbühlhütte und der Hohen Bielen, weist wohl darauf hin, dass hier tatsächlich wenigstens gewisse Wiederholungen tektonischer Natur trotzdem vorliegen und dass damit mit anderen Worten hier doch eine wirkliche Aufschiebung der Valpelline-

Fig. 3. *Das Matterhorn von Osten.* Luftaufnahme Swissair

Man erkennt die dunkle Gipfelkappe mit der Valpelline-Serie als primärem Schieferdach der Arolla-Granite, die Schubfläche zwischen diesem Schieferdach und der alten Eruptivmasse des Matterhorn-Hauptkörpers, die Faltungen und Verscherungen innerhalb derselben und die Deckenbasis mit Bündnerschiefern der obersten Tracuit-Zone in der Felseninsel am unteren Rand.

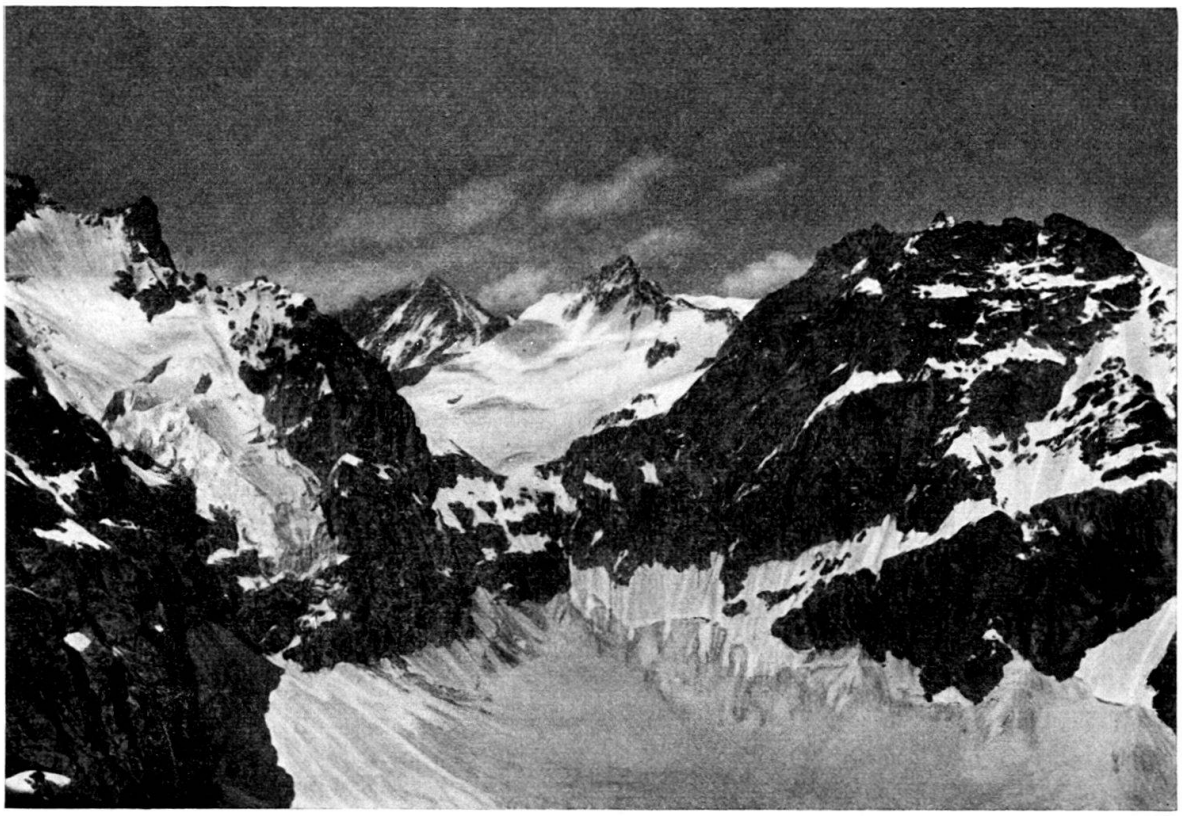
Serie auf die basalen Granitkörper stattgefunden hat. Vielleicht aber lösen sich diese scheinbaren Widersprüche bei näherem Eingehen auf die konkreten Vergleichsmöglichkeiten: wie ist das bescheidene Stockje in Verbindung zu bringen mit dem gewaltigen Bau des Matterhorns, und welches ist die Stellung der grossen zentral gelegenen Hauptzone der Valpelline-Gesteine, etwa an der Tête de Valpelline? Die Aufnahmen ARGANDS ergeben hier in dieser Beziehung auch heute noch durchaus klare Einsichten:

An der südlichen Basis des Stockje tauchen die basalen Gabbro-Massen des Matterhorns, vom Tiefenmattenkessel her mehr und mehr nordwärts einsinkend, unter einer ersten Arollagneiss-Zone auf, dem bescheidenen und schwer reduzierten Äquivalent des nordwärts ausspitzenden Arolla-Felsgestelles des Matterhorns. Diese zunächst unwahrscheinliche Verbindung wird durchaus klar dokumentiert durch das Profil der Nordwand der Dent d'Hérens, wo die Matterhorn-Arollagneisse über dem Gabbro des Col de Tournanche in sicherem Zusammenhang mit jenen des Matterhorns stehen. Die diese Arolla-Gneisse krönenden Valpelline-Gesteine des Matterhorngipfels ziehen, wie ARGAND dies gezeichnet hat, durch die gleiche Dent d'Hérens-Nordwand dem Stockje zu und bilden in dessen Südabfall nur noch eine schmale Zwischenlamelle im dortigen Arolla-Gneiss. Die Valpelline-Kappe des Stockje-Gipfels liegt abermals höher, sie ist der Gipfelserie der Dent d'Hérens gleichzusetzen. Von der grossen Valpelline-Hauptserie aber, die von der Tête de Valpelline her gegen das Stockje zieht und dabei deutlich als besonderes Faltenstockwerk sich kundgibt, ist jedoch die Gipfelkappe des Stockje noch getrennt: die Haupt-Valpelline-Serie ist deutlich ein wieder etwas höheres tektonisches Element als jenes der Stockje-Kappe. Gerade diese Vorfaltung der Valpelline-Hauptserie am Ostende der Tête de Valpelline-Südwände zeigt mit aller Klarheit, dass es sich hier effektiv um tektonische Wiederholungen innerhalb der Dentblanche-Decke handelt, durchaus im Sinne EMILE ARGANDS: die Hauptserie von Valpelline ist als die Basis einer höheren Kristallinscholle innerhalb der Dentblanche-Decke zu werten.

Über diese Hauptserie der Valpelline legt sich, vom Col du Mont Brulé über den Col de Valpelline und nördlich des Stockje vorbei bis an den Hohwäng-Gletscher heran, abermals eine gewaltige Masse von Arolla-Gesteinen, die Scholle der Bouquetins, der Tête Blanche, der Wandfluh und schliesslich der eigentlichen Dentblanche selber. Dort steigt diese höhere Arollagneiss-Masse mit aller Deutlichkeit ostwärts in die Luft: im Dentblanche-Gipfelbau und seiner südlichen Basis, und weiterhin im Südgrat der Pointe de Zinal. Ist diese «Dentblanche-Scholle» daher wirklich, wie bisher angenommen worden ist, nur eine einfache westliche Fortsetzung der Gabelhorn-Masse und ziehen die basalen Valpelline-Gesteine dieser Scholle wirklich nur im schmalen Keile des Ebihorns gegen Osten weiter, in eine schmale Schubnaht im langen Grat zwischen Unter- und Obergabelhorn, wie ARGAND dies zeichnete? Gerade in dieser Beziehung möchte ich einige Zweifel geltend machen.

Zinalrothorn und Gabelhorn zeigen beide, durchaus im Gegensatz zu ihren Abstürzen gegen das Triftgebiet, gewaltige Plattenschüsse gegen den Hintergrund von Zinal, und vom Mont Durand bis hinab gegen den Col Durand erkennen wir, wenn auch nur in bescheidenem Masse, dasselbe. Kann unter diesen

Umständen die beinahe abermals um die 1000 m den Col Durand überragende Dentblanche, deren einzelne Bauelemente gegen Osten hin zudem in die Luft hinaus streichen, mit axialem Anstieg gegen Osten hin, nur so einfach eine Fortsetzung der Gabelhorn-Masse sein? Wo zudem noch am Südende des Hohwäng-Gletschers eine klare Valpelline-Serie ganz eindeutig – gemäss dem in der ganzen Umgebung, von der Dent d'Hérens bis zum Weisshorn hinaus feststellbaren

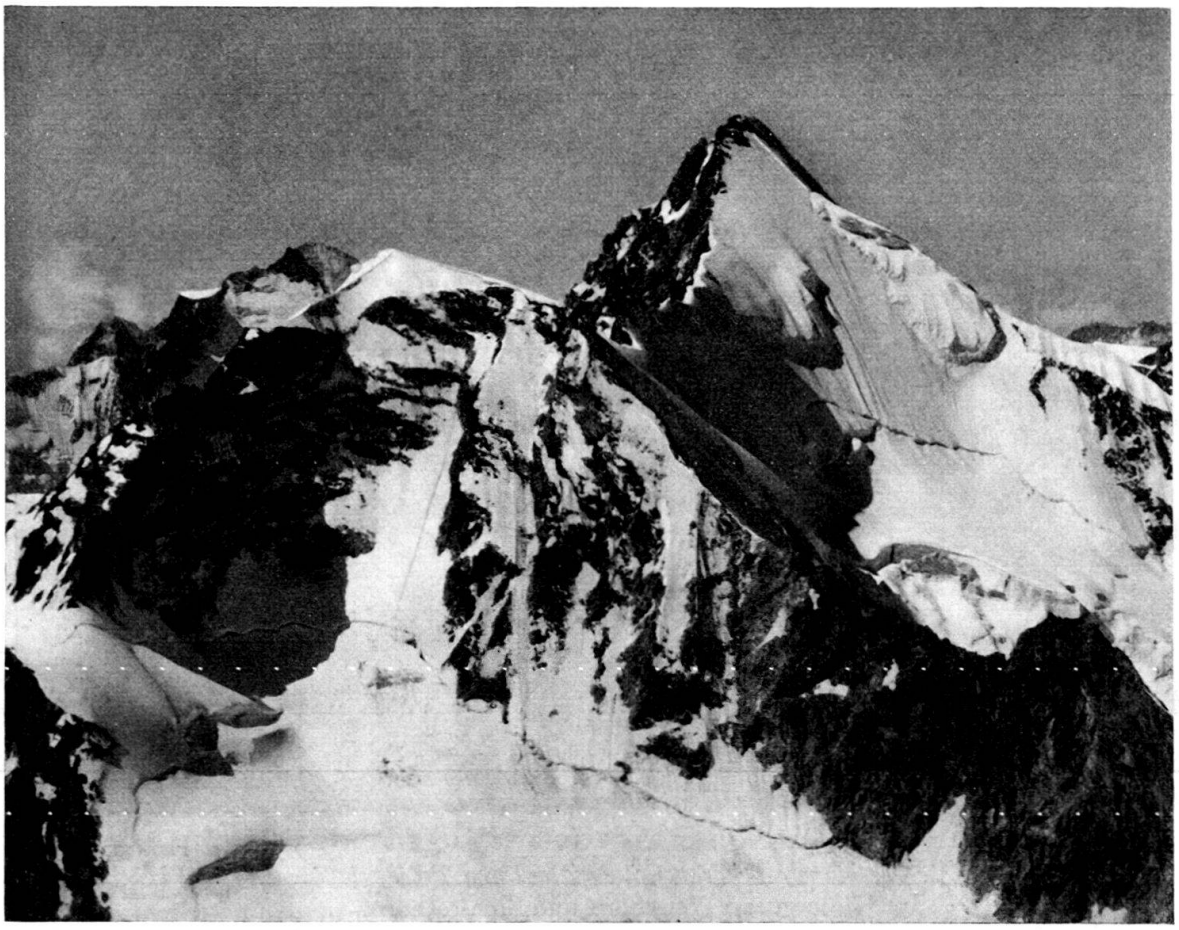


Photoglob Zürich

Fig. 4. *Dentblanche-Ostgrat, Col de Zinal und Pointe de Zinal.*
Im Hintergrund Weisshorn und Zinalrothorn.
Man erkennt in der Dentblanche-Scholle das Einsinken der Arollagneisse von der Pointe de Zinal gegen den Dentblanche-Ostgrat und das generell gleichgerichtete Abtauchen derselben in der Tsa-Scholle des Zinalrothorns und in der Weisshorn-Scholle am Westabfall des Weisshorns gegen die Zinalfurche hin.

Achsengefälle – in erster Linie nach Norden, d. h. gegen den Col Durand hin weist? Da liegt meiner Ansicht nach recht klar eine weitere und sogar scharf ausgeprägte Abtrennung des eigentlichen Dentblanche-Gipfelbaues gegenüber dem weit tieferen, weil westwärts darunter absinkenden Gabelhorn-Komplex vor: derselbe taucht im Gebiet des Col Durand unter die nördlichen Fortsetzungen oder Ausspitzungen der eigentlichen Valpelline-Serie der Valpelline selber, die ihrerseits erst die Basis des Arolla-Felsgebäudes der Pointe de Zinal und schliesslich der ganzen Dentblanche-Gipfelbaute bildet. Eine eigene «Dentblanche-Scholle» im engeren Sinne, wie eine solche, mit anderer Abgrenzung zwar, auch von Hagen angenommen, aber östlich der Dentblanche dann fälschlicherweise mit dem Gabelhorn verbunden worden ist, liegt somit hier, als

höchstes aufgeschlossenes Bau-Element grossartigen Ausmasses, dem tieferen Komplex der Gabelhorn-Matterhorn-Scholle, d. h. meiner Meinung nach den östlichen Abschnitten der Tsa-Scholle des Arolla-Tales, auf. Schleppungserscheinungen, entstanden unter dem Vorschub dieser Dentblanche-Scholle, machen sich denn auch in dieser Tsa-Scholle deutlich geltend, besonders im Gebiete südlich der Aiguille de la Tsa, etwa an den Douves blanches



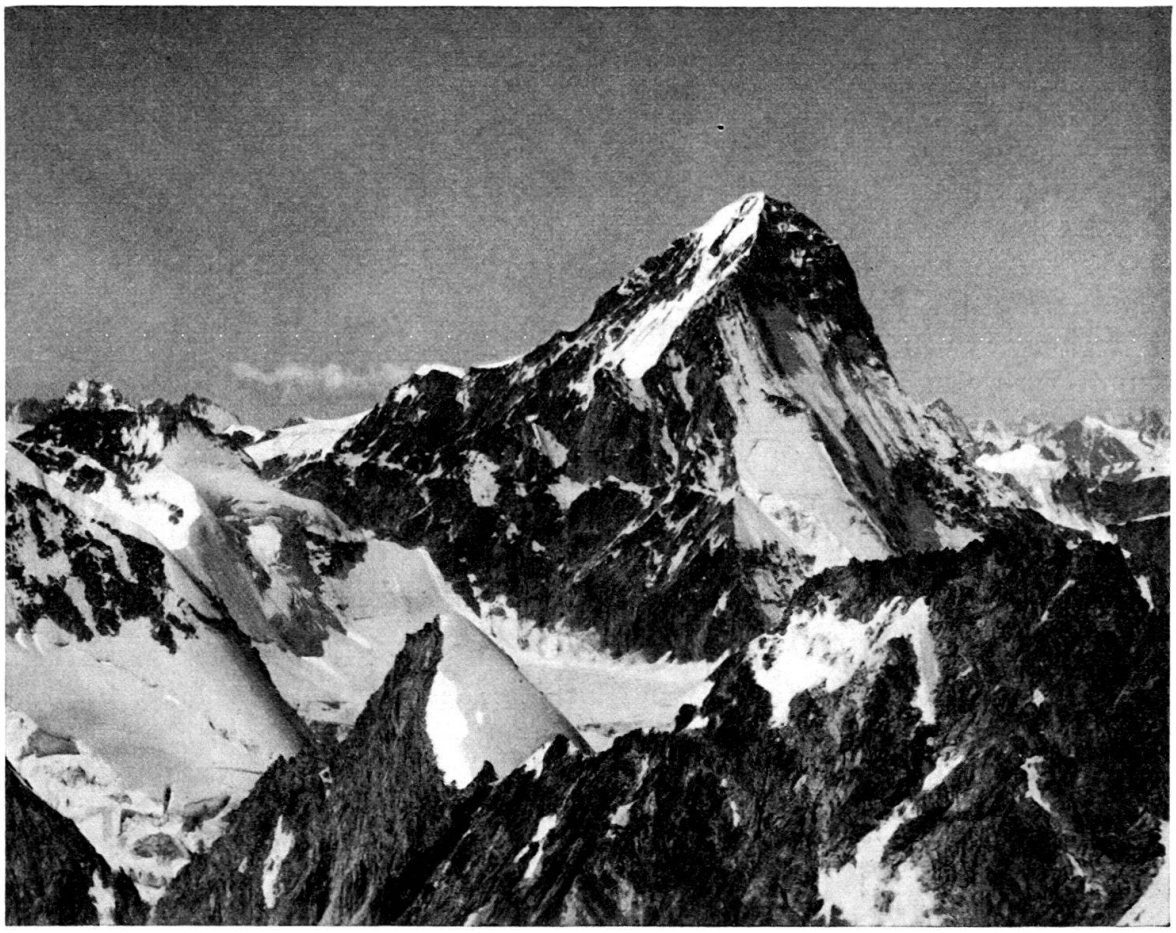
Photoglob Zürich

Fig. 5. *Das Einsinken des Gabelhorn-Kristallins der Tsa-Scholle unter die Dentblanche-Scholle an der Pointe de Zinal* [Fig. 6] *und zwischen Wellenkuppe und Triftjoch* (im Hintergrund links das entsprechende Achsenfallen an der Dent d'Hérens).

nördlich Bertol; aber ähnliches zeigt sich auch am Grand Cornier, und in dieselbe Kategorie von durch den Vorschub einer eigenen Dentblanche-Scholle provozierten tektonischen Zügen gehört schliesslich wohl auch der berühmte Valpelline-Keil des Ebihorns, der als synklinal in die Gabelhorn-Serie «eingewickelte Basis» der Dentblanche-Scholle zu deuten ist. Die Gabelhorn-Scholle ist hier, bis hinaus in den gewaltigen Kessel des Mountet im Hintergrund von Zinal, unter dem Vormarsch der mächtigen Dentblanche-Scholle zu weiteren Rückenfalten zusammengestossen worden, unter denen die alte Basis der «Dentblanche-Scholle» im obgenannten Ebihorn-Keil synklinal gegen Südosten eingreift. Vielleicht ist es möglich, in dieser Komplikation der Gabelhorn-Scholle auch noch die Auftrennung zwischen Zinalrothorn und Gabelhorn im Gebiet des Triftjoches einzureihen.

Denn dort erscheint zwischen Zinalrothorn- und Gabelhorn-Kristallin ein durchaus eigener und selbständiger Sonderkeil, der sehr wohl als östlicher Rest unserer «Dentblanche-Scholle» gedeutet werden könnte; wir kommen noch darauf zurück.

Weil aber nun alle die genannten intrakristallinen Bewegungsflächen innerhalb des Dentblanche-Deckenkerns im Grundprinzip irgendwie den primären Rand-



Photoglob Zürich

Fig. 6. *Die Dentblanche vom Aufstieg zum Zinalrothorn.*
(Südost- und Nordostflanke, getrennt durch Zinalgrat)
Man erkennt das Ausheben der Dentblanche-Scholle über dem Gabelhorn-Kristallin der Tsa-Scholle am linken Bildrand, unter der Pointe de Zinal.
Man beachte weiter die glatte Scherfläche an der Basis des Dentblanche-Gipfelbaues zwischen Dentblanche-Südgrat (links), Zinalgrat und Col de la Dentblanche (rechts), sowie die scharf abgesetzte Gipfelhaube in der Dentblanche-Nordwand (Oberbau der Dentblanche-Scholle).

zonen der Eruptivkörper folgten, auf ihnen in erster Linie sich herausbildeten und weiter akzentuierten, so ist an allen diesen Schubflächen nirgends auch nur die Spur einer Einschaltung jüngerer Gesteine, von Trias vor allem, zu erwarten. Dieser ganze interne Bau der Dentblanche-Decke hat sich, wenigstens in den bis heute noch sichtbaren, d. h. bis jetzt der Erosion entgangenen und damit der Beobachtung mehr oder weniger zugänglichen Gebirgsteilen, aufgebaut und weiter entwickelt auf Grund der primären Verteilung der Eruptivkörper in der sie umhüllenden Schieferserie. Die alten Eruptivgrenzen wurden zu Gleit-

zonen, in denen die einzelnen Abschnitte der primären Anlage dann gegeneinander verschoben und übereinander getürmt worden sind. Das ist der wahre Grund des sichtbar gewordenen, in seinen Ausmassen so gewaltigen Schollenbaues im Dentblanchedecken-Kernkörper; aber gerade diese Dinge und Zusammenhänge lassen sich gleicherweise und infolge einer nunmehr weit grossartigeren Einbeziehung auch von mesozoischen Keilen in diesen Schollenbau, noch weit klarer erkennen und überblicken im eigentlichen Bernina-System Graubündens, zwischen der Sella-Decke, der Err-Front, der Bernina-Decke und selbst deren Wurzelgebiet.

Bevor wir aber auf diese Dinge und damit auch auf eigentliche Vergleiche des Dentblanche-Innenbaues mit jenem des Bernina-Systems eintreten, ist noch auf eine weitere Eigentümlichkeit hier hinzuweisen. Das ist der ungleiche Verband der Arolla-Eruptivsippe, einerseits mit der katametamorphen Valpelline-Serie, andererseits aber bloss, und über weite Strecken, ausschliesslich mit der Casannaschiefergruppe.

Lassen wir den Mont Emilius südlich Aosta, als im Detail noch zu wenig bekannt, vorderhand aus dem Spiel, so lässt sich im engeren Bereich des Dentblanche-Systems zwischen Aosta und Wallis folgendes erkennen.

Im Mont Mary grenzt die Arolla-Eruptivserie direkt an eine katametamorphe Valpelline-Serie, die primär als ihr Dach gedeutet werden kann und die ihrerseits auch noch kümmerliche Reste der Casannaschiefergruppe trägt. Aus der schönen neuen Kartenaufnahme MASSON's geht dies mit jeglicher Klarheit hervor. Erst über diese Casannaschiefergruppe des Mont Mary-Kernes legt sich dann das immer noch penninische Mesozoikum des Mont Mary-Sedimentrückens im komplexen Zuge von Roisan. Im grossen ganzen scheint hier im Mont Mary-Kern die Eruptivsippe der Arolla-Gesteine solidarisch mit der Serie de Valpelline geblieben zu sein, desgleichen sogar noch mit tieferen Teilen der hangenden Casannaschiefergruppe.

Südlich an den Mont Mary ist primär anzuschliessen die heutige Nordfront der Dentblanche-Decke im Wallis: keine Valpelline-Gesteine, sondern ausschliessliches Inkontakttreten der Arolla-Eruptivsippe mit einer epimetamorphen Casannaschiefer-Serie. So ist es an der Roussette, so bleibt es in der Weisshorn-Scholle beidseits der Zinalfurche, so fehlen typische Valpelline-Umhüllungen auch noch der Tsa-Scholle im hinteren Zinal, am Ostabsturz des Pigne de l'Allée, dem Gabelhorn-Komplex und vielleicht sogar noch dem eigentlichen Matterhorn-Unterbau. Dann aber wird es anders, teils schon auf dem Matterhorn selber und über dem Arolla-Sockel der Dent d'Hérens, weiter im Süden über dem Arolla-Komplex der Punta di Cian, wo überall die Arolla-Eruptivsippe nicht mehr in direktem Kontakt mit der Casanaschiefergruppe steht, sondern ganz im Gegenteil mit der Kataserie von Valpelline in Berührung tritt. Wohl schalten überall in dieser Grenzregion zwischen Arolla-Eruptivmasse und der Valpelline-Serie mächtige Mylonitzonen sich ein, längs welchen die beiden ungleichen Gesteinsstösse während der alpinen Schübe sich unterschiedlich verhalten haben. Aber nirgends ist mit Sicherheit, bis hinaus in die Dentblanche selber, irgend eine Einschaltung der wirklichen und einwandfreien Casannaschiefergruppe in dieser Grenzregion zu erkennen. Wenigstens vorläufig nicht, wo wir noch auf die älteren

Untersuchungen angewiesen sind und wo nur eine radikale Neudurchforschung des ganzen Gebietes weitere Gesichtspunkte bringen kann. In der eigentlichen «Dentblanche-Scholle» aber stösst die Eruptivsippe der Arolla-Gesteine neuerdings an die Casannaschiefergruppe heran, und erst die Arolla-Gneisse der Jumeaux von Valtournanche sind, als scheinbar oberstes (?) Teilelement der Walliser Dentblanche-Decke, abermals direkt verbunden der Valpelline-Serie.

Wie lässt all dies zu einem genetisch vernünftigen Bilde sich zusammenfügen?

Die Arolla-Gesteine des Mont Mary drangen, als primär nördliches Randgebiet des grossen Arolla-Komplexes der Dentblanche-Masse, ein in die Serie de Valpelline und ihre Casannaschiefer-Überlagerung. Die Arolla-Gesteine zwischen Roussette, Weisshorn-, Tsa- und Gabelhorn-Scholle zeigen nur mehr Reste eines Casannaschiefer-Daches; die unter demselben ursprünglich gleichfalls anzunehmenden Valpelline-Gesteine wären hier durch die Arolla-Intrusion völlig verdrängt resp. aufgeschmolzen worden. Das Studium der in diesem tektonischen Stockwerk der tieferen Dentblanche-Masse des Weisshorn-Gabelhorn-Matterhorn-Komplexes eingeschlossenen Schollenreste dürfte daher gerade in dieser Beziehung sich weiter interessant gestalten. Schon am Matterhorn aber und von da südwärts bis über die Punta di Cian und den Monte Faroma erscheint neuerdings als Dach der Arolla-Eruptiva ganz klar die Serie de Valpelline. Im Gebiet der primär südlich angeschlossenen eigentlichen Dentblanche-Scholle treten dann, mit Ausnahme ihres südlichen Randes, wo überhaupt vorhanden, abermals nur Casannaschiefergesteine mit der Arolla-Sippe in Kontakt oder ist deren Dach überhaupt vollständig verschwunden. Die Schieferreste am eigentlichen Gipfelbau der Dentblanche erheischen gerade aus diesem Grunde noch eine genauere, wenn auch höchst schwierige Untersuchung, und endlich ist auch dem Nordrand der Dentblanche-Scholle, d. h. dem Nordrand der Gabbro-Massen des Mont Collon-Zuges und den demselben vorgelagerten «Arollagneiss»-Komplexen, des Col de Bertol etwa, vermehrte Aufmerksamkeit zu schenken. Die Gabbros und Diorite des Mont Collon-Zuges liegen scheinbar bloss als basale basische Kern-Differenziate der Dentblanche-Arollaserie dem Kristallinkomplex der Aiguille de la Tsa auf, aber gerade hier wären die näheren Kontaktverhältnisse dieser Eruptivmassen von allerhöchstem Interesse. Ob schliesslich die Jumeaux von Valtournanche wirklich der grossen Valpelline-Hauptserie aufliegen oder an der Dent d'Hérens noch unter dieselben eintauchen, steht weiterhin offen; denn sowohl die Dentblanche-Karte Argands wie Blatt Monte Rosa der italienischen Karte lassen uns hierüber, wenn auch höchst verständlicherweise, noch im Stich. Meine spärlichen Beobachtungen lassen mich eher das letztere vermuten.

Schwierig zu beurteilen ist auch noch die weitere Verfolgung der verschiedenen Sonderelemente des Dentblanche-Deckenkernkörpers gegen Westen hin. Die basischen Kernmassen des Mont Collon scheinen westlich des Petit Collon über Arolla-Gesteinen zu enden und eine weitere Fortsetzung derselben gegen Südwesten, entlang der Gletscher von Otemma, bleibt durchaus fraglich, lässt sich jedenfalls nach den bestehenden Aufnahmen nicht erkennen. Vielmehr scheint die Arolla-Serie des italienisch/schweizerischen Grenzgrates zwischen den Bouquetins, dem Evèque, dem Bec d'Epicoun und dem Mont Gelé, die, gemäss ihrer Lage über den Valpelline-Gesteinen der Valpelline selber, als sicheres Glied unserer

«Dentblanche-Scholle» aufzufassen ist, gegen Norden hin – wenn vielleicht auch längs einer sekundären Scherfläche – fortzusetzen in die Kette der Pointe d'Otemma, bis an den Pigne d'Arolla heran, und liegt erst dort, wahrscheinlich sogar bereits unter der Nordwand des Gipfelbaues des Pigne d'Arolla, die entscheidende Trennungsfläche dieser mächtigen westlichen «Dentblanche-Scholle» gegen das liegende Gleitbrett der Aiguille de la Tsa. Auch HAGEN erwähnt von dort scharfe Gleitflächen, die übrigens schon von Arolla aus ausgezeichnet sichtbar sind. Nach HAGEN würde aber diese obere Hauptscholle der Dentblanche-Decke sogar bis in die Ruinette und den Mont Blanc de Seilon hinaus reichen, doch liegen für eine derart weite Ausdehnung der Dentblanche-Scholle nach Nordwesten hin keine sicheren Anhaltspunkte mehr vor. Es ist eher anzunehmen, dass die Basis der Dentblanche-Scholle aus der Nordwand des Pigne d'Arolla-Gipfelbaues über den Col de la Serpentine gegen Südwesten zurückzieht; denn im Gebiet des Glacier de Breney erscheint eine Auftrennung des Gesamtkernkörpers der Dentblanche-Decke wieder eher möglich und es könnte sogar sein, dass dort, von der Deckenbasis südlich der Ruinette her, selbst ein weiterer, dem Tsénaréfien-Zug nach seinem tektonischen Stil und auch in seiner Grössenordnung ganz entsprechender Keil von unten, d. h. von der Deckensohle her, in diese basale Schubfläche der eigentlichen Dentblanche-Scholle einmünden würde. Die Angabe HAGENS, dass in der Sohle der Ruinette ein besonderer Zug basischer Gesteine, mit «Peridoditen und Gabbros», sich einschiebt zwischen die Arolla-Gneisse des genannten Gipfels und die eigentliche «Zone du Combin», ist in dieser Beziehung, wenn nicht gar in Verbindung mit dem irgendwie merkwürdig erscheinenden und durchaus isolierten Auftreten des Gipfelnamens «la Serpentine», vielleicht von weiterer Bedeutung. Aber auch darüber sind genauere Detailstudien abermals dringend nötig und die schönen Profile zwischen Chanrion und Lirerose reizen regelrecht dazu.

Die Abgrenzung der Dentblanche-Scholle gegenüber den liegenden Elementen des Tsa-Komplexes ist damit hier im Westen noch nicht durchwegs gesichert, vielleicht aber nicht einmal deren Abtrennung im Norden und Osten, d. h. vom Arollagletscher über Bertol, den Mont Miné, die Rocs rouges und den Col de la Dentblanche in den Hintergrund von Zinal. Sie wird erst wieder klar im Kessel von Mountet und von da über den Col Durand zurück zum Ebihorn und zum Stockje.

HAGEN verbindet die Tsa-Scholle des Arolla-Tales unter seiner Dentblanche-Sondermasse hindurch mit dem Element der Dent d'Hérens und betrachtet demgegenüber das Matterhorn als tiefste Schuppe des ganzen Komplexes, der im Norden damit vielleicht entsprechen könnte die Weisshorn-Scholle. In Wirklichkeit aber verbinden sich Matterhorn und Obergabelhorn samt dem Zinalrothorn um den Tsénaréfien-Keil oder dessen Schubnaht herum mit der Weisshorn-Scholle, wobei diese in der Trift, d. h. südlich unter der Blaufluh etwa auskeilt und nur der eigentliche Tsa-Komplex in die Matterhorn-Scholle fortsetzt.

Die Angaben über den Innenbau der «Dentblanche-Scholle» bedürfen noch einer weiteren Ergänzung, die für das Verständnis dieser Einheit von Bedeutung wird. Die Arolla-Gneisse liegen nämlich in dieser Scholle mindestens zwei Mal übereinander: ein erstes Mal in einem Zuge unter den Gabbros des Mont Collon, ein zweites Mal jedoch über denselben. Diese Gabbro-Massen erscheinen in

diesem Bau aber gewissermassen nur als schon primäre basische Kerne und Differenziate der Arolla-Gneisse; sie werden von denselben, vor allem auch an der Dentblanche selber, in deren gewaltiger Südostwand, im Prinzip klar umhüllt, sind im Detail aber mehrfach mit denselben verfingert. HAGEN hat auf Grund dieser Verhältnisse als eigentliche «Dentblanche-Scholle» nur die «obere» Gneissmasse der Dentblanche selber aufgefasst; er schied die Gabbro-Masse des Mont Collon als eigene tektonische Scholle davon ab und bezeichnete die darunter folgenden tieferen Arolla-Gneisse des Zuges der Bouquetins und des Evèque sowie jene des Dentblanche-Sockels samt der darunter erscheinenden Valpelline-Serie als eine eigene «Valpelline-Scholle». In Wirklichkeit aber bilden alle diese Elemente nur eine einzige grosse Einheit durchaus eigener Prägung, die «Dentblanche-Scholle», wie ich sie oben definiert und aufgefasst habe: jenes grosse «obere Stockwerk» der Dentblanche-Decke des Wallis, das mit einer grossartigen Basis von Valpelline-Gesteinen zwischen der unteren Valpelline und dem Col Durand die tieferen Elemente der Tsa-Gabelhorn-Matterhorn-Schollen überfährt und in der Dentblanche selber dieses tiefere Stockwerk der Gesamtdecke in grossartiger Weise und gewaltiger Front hoch überragt. Es ist aber nötig, auf den näheren Bau dieser «Dentblanche-Scholle» neuer Prägung und deren konkrete Abgrenzung nochmals kurz einzugehen.

Folgendes schält sich dabei in grossen Zügen heraus:

Die Dentblanche-Sonderscholle der grossen Gesamteinheit der in sich geschlossenen Dentblanche-Decke türmt in verschiedenen grossen Teilelementen sich schliesslich auf zur gewaltigen Felspyramide der eigentlichen Dentblanche. Über der grossen «Valpelline-Zone» zwischen Valpelline und dem Stockje folgt zunächst die mit dieser Basis noch in näherer Verbindung stehende Arollagneiss-Masse der Bouquetins und der Wandfluh, die gegen Westen bis zum Ausheben der Gesamtdecke anhält, gegen Osten in den eigentlichen «Unterbau» der Dentblanche selber und in die Pointe de Zinal fortsetzt. Darüber legt sich in der Dentblanche-Gipfelbaute längs einer klaren Scherfläche ein höherer Gabbro- und Arollagneiss-Komplex, als Dentblanche-«Mittelbau». Diese Scherfläche ist, zum Teil in grosser Schärfe, um die ganze Dentblanche herum klar erkennbar; sie scheidet oft ganz verschieden struierte Komplexe, so längs dem Nordabsturz des gewaltigen Berges die deutlich südfallenden Schiefermassen des Dentblanche-«Unterbaues» von den ebenso klar nordfallenden Gneissen des Dentblanche-«Mittelbaues». Eine oberste Scherfläche trennt schliesslich, am eigentlichen Gipfelbau, noch einen höchsten Komplex von diesem «Mittelbau» ab, in Form des Dentblanche-«Oberbaues» der von weitem schon so auffälligen Gipfelhaube. Auch diese Abtrennung lässt sich allseitig gut erkennen, daneben allerdings auch noch andere, «schief diagonal» zu diesen Hauptflächen verlaufende Mylonitzonen.

Alle diese Gleitflächen durchschneiden deutlich die grossartige nordgetriebene Falte der Dentblanche-Gipfelbaute, sie unterstreichen gegenüber den tieferen Teilen der Dentblanche-Scholle eine weitaus kräftigere Bewegungstendenz des Mittel- und des Oberbaues der höheren Teilelemente dieser Einheit gegen Norden hin. In der Tat verrät das Südfallen des basalen Kristallinkomplexes im Norden des Col de la Dentblanche die besondere Vorfahrt des

Dentblanche-Mittel- und Oberbaues gegenüber den tieferen Stockwerken der Dentblanche-Scholle sehr deutlich, denn dieses tiefere Kristallin ist unter der erwähnten Vorfahrt noch recht klar nordwärts geschleppt, ja oft sogar fast vorgeknickt worden. Eine freie Vorfahrt des Dentblanche-Ober- und Mittelbaues über die tieferen Massen hinweg hat somit sicher stattgefunden. Was aber sind die Hintergründe dieser Sondervorfahrt und was passiert im Norden der Dentblanche mit dem gross-

Luftaufnahme Swissair

Fig. 7. *Die Dentblanche von Osten.*
Links Südgrat, rechts Zinalgrat und Col de la Dentblanche mit Südabsturz des Grand Cornier, im Vordergrund Pointe de Zinal und Col Durand.
Kulisse hinter dem Dentblanche-Südgrat Kette der Dent Perroc–Dents de Veisivi, hinter Dent Perroc Aiguilles Rouges d'Arolla und Dents du Midi, rechts über Dentblanche Grand Muveran.
Man erkennt vom rechtsseitigen Ende des Gletschers auf dem Südgrat zum Ostgrat hin klar die trennende Scherfläche zwischen Unter- und Mittelbau der Dentblanche-Scholle.
Desgleichen ist erkennbar die Basisfläche des Oberbaues und der Gipfelhaube, dazwischen die diagonal verlaufende Scherfläche im Arollagneiss des Mittelbaues.
Man erkennt weiter, wie diese Scherflächen vielfach die steilgestellten Arollagneisse schneiden.

artigen Unterbau unserer Dentblanche-Scholle, d. h. mit dem Element der Bouquetins, des Evèque, des Mont Gelé, der Wandfluh?

Im erstgenannten Phänomen haben wir wohl die Auswirkung der Überschiebung einer noch höheren Schubmasse grösseren Stils zu sehen, die einst die gesamte Dentblanche-Decke des Wallis auch ihrerseits noch überfahren hat. Ohne einen solchen Traîneau écraseur bleibt überhaupt die ganze Innentektonik der Dentblanche unverständlich; denn der im Dentblanche-Kristallin ja ohne Zweifel und zwar in jedem Sonderstockwerk feststellbare, in der Natur so prachtvoll dokumentierte und grossartige Faltenbau ist keinesfalls zu verstehen

ohne die einstige Überlagerung der Dentblanche-Masse durch eine kräftig vorfahrende und ihren Untergrund, eben die Dentblanche-Decke scharf aufwühlende höhere Schubmasse. Ohne eine schwere Überlagerung durch eine solche höhere Schubmasse hätte sich der Eruptivkomplex der Arolla-Gesteine niemals derart auswalzen, verschiefern und schliesslich im erkannten überwältigenden Maßstab auch noch falten lassen, und eine gleichartige Überlagerung durch höhere Schubmassen verlangt abermals auch der oft schon durch beträchtliche Rekristallisationsvorgänge wieder «ausgeheilte» Zustand der Arolla-Gneisse. Wir kommen auf diesem unerwarteten Wege somit zur gesicherten Auffassung, dass auch im Walliser Abschnitt der Schweizeralpen immer noch höhere Schubmassen die nach ihrer ganzen Zusammensetzung bereits unterostalpine Dentblanche-Decke überfahren und in sich weiter deformiert haben müssen. Das heisst aber in konkreto nichts geringeres, als dass auch höher ostalpine, d. h. in erster Linie wohl oberostalpine Schubmassen in Form westlicher Analoga zur Silvretta-Decke Graubündens den Walliser Abschnitt noch erreicht und recht beträchtlich auch überdeckt haben. Von diesen höher ostalpinen Massen selber ist heute keine Spur mehr zu erkennen, sie sind schon längst der Erosion anheimgefallen und könnten höchstens vielleicht aus dem Geröllinhalt der westschweizerischen Nagelfluhen rekonstruiert werden; die mechanischen Auswirkungen der Vorfahrt dieser Massen aber erkennen wir deutlich in der so kurzweiligen Gestaltung des Innenbaues der Walliser Dentblanche-Decke, dessen Falten, Scherflächen und internen Überschiebungen ohne einen solchen höheren Schubschlitten überhaupt nicht erklärt werden können. Als eine derartige höhere Schubmasse dürfen wir aber ohne Zweifel auffassen zum mindesten jenen kristallinen Kernkörper, der aus dem Canavese über die Sesia- und die Dentblanche-Masse vorgefahren ist, als eigentlicher Stammort der höchsten tektonischen Scherben des Chablais, das heisst der Nappe des Gets.

Zur zweiten Frage, was im Norden der Dentblanche mit dem mächtigen Unterbau der Dentblanche-Scholle passiert, kann heute bereits folgendes festgestellt werden:

Dieser Unterbau der Dentblanche-Scholle reicht am Nordfuss der Dentblanche bis hinab in den Gletscherkessel des Mountet und ist auch am Col de la Dentblanche sowie nördlich davon noch klar als solcher zu erkennen. Davor aber erhebt sich das mächtige Gestell des Grand Cornier, mit grossartigen Abstürzen gegen Süden und zum Teil mächtig entwickeltem und zudem prachtvoll gefaltetem Nordabschwung seines Innenbaues. Erst nördlich des Grand Cornier steigen die Arolla-Gneisse dann wieder nordwärts auf und dies bis hinüber in den Pigne de l'Allée und selbst darüber hinaus. Muss unter solchen Umständen nicht auch der Grand Cornier noch zur eigentlichen «Dentblanche-Scholle» gezählt werden und rückt damit diese selber zwischen Zinal und Ferpècle in Form einer machtvollen Sonderausbuchtung nicht ganz beträchtlich weit nach Norden vor? Zunächst scheinen eine Reihe von Gründen gegen eine solche Annahme zu sprechen, wenn auch vielfach gegen den äusseren Schein: doch liegt gerade hier ein wichtiges Hauptproblem der Dentblanche-Tektonik zur Diskussion, und wir werden später erneut auf dasselbe zurückzukommen haben.

Der Dentblanche-Mittelbau bildet samt dem Oberbau der Dentblanche-Scholle an der Dentblanche selber eine allseitig frei in die Luft aushebende grossartige Klippe. Westlich davon erscheinen in einem breiten Areal die Arolla-Gneisse des Unterbaues der Dentblanche-Scholle, von der Tête Blanche gegen Norden hin einsinkend, genau wie westlich des Arolla-Tales am Evèque und östlich der Dentblanche an der Pointe de Zinal, in der untersten Ostwand der Dentblanche oder schliesslich noch am Roc Noir im Mountet.

Im obersten Teil des Mont Miné-Grates erscheinen dann die Gabbros des Mittelbaues abermals, genau wie an der Dentblanche über einer scharfen Scherfläche, wieder und ziehen nun geschlossen über das Gebiet von Bertol in den grossen und den kleinen Mont Collon. An den Dents de Bertol werden diese Gabbros noch überlagert von den Arolla-Gesteinen des Dentblanche-Mittelbaues, nach HAGENS Darstellung garniert mit einem recht deutlich nordgetriebenen Stirnscharnier. Entscheidend für die weitere Erkenntnis wird nun aber der Gebirgsabfall zwischen Col de Bertol und dem Arolla-Gletscher; denn da zeigt sich mit grosser Klarheit, dass die Grenzzone zwischen der Dentblanche-Scholle von Bertol im Süden und der Scholle der Aiguille de la Tsa im Norden in einem ganz gewaltigen Satz um beinahe 1000 m steil südlich in die Tiefe schiesst. Die diesbezüglichen Angaben HAGENS stehen hier in recht guter Übereinstimmung mit der Darstellung ARGANDS auf seiner Dentblanche-Karte. Jenseits des Arolla-Gletschers aber zieht die gleiche Grenze zwischen Tsa- und Dentblanche-Scholle in gerader Fortsetzung abermals um ähnliche Beträge und wiederum in beträchtlicher Steilheit ins Gebirge der Serre de Vuibé hinauf.

Wir stehen somit in der nördlichen Grenzregion der Dentblanche-Scholle tatsächlich vor einem überaus brüsken Abschwung der Tsa-Scholle gegen Süden hin, und zwar vor einem Abschwung von solcher Grössenordnung, dass wir ähnliches wohl auch im Osten von Bertol anzunehmen haben. Das kann jenseits des Ferpècle-Gletschers an sich der Fall sein zwischen Dentblanche und Grand Cornier, und das wäre in diesem Falle weiterhin auch zu erwarten vom Col de la Dentblanche gegen den Mountet-Kessel des hintersten Zinal hinab. Aber daneben besteht weiterhin die Möglichkeit, dass diese ganze Grenzzone vom Col de Bertol aus erst beträchtlich weiter nördlich die Berggruppe des hinteren Moiry durchfahren würde und der Grand Cornier damit noch zur Dentblanche-Scholle zu zählen wäre. Betrachten wir zunächst die erste mögliche Variante einer Fortsetzung der Grenzfläche zwischen Tsa- und Dentblanche-Scholle über den Col de la Dentblanche in den Mountet-Kessel hinüber.

Dort erreicht der eigentliche Unterbau der Dentblanche-Scholle vom Fuss des berühmten Zinalgrates der Dentblanche ohne Zweifel auch noch die Felseninsel des Roc Noir, wobei an beiden Orten eine recht brüske Aufbiegung in den Arolla-Gneissen gegen Norden hin zu erkennen ist. Zwischen Roc Noir-Nordende und dem Südgrat des Grand Cornier stünden wir daher vielleicht vor demselben steilen «Nordaufschwung» der Dentblanche-Scholle wie zwischen Col de Bertol und dem Arolla-Gletscher. Auch da sänke, wie westlich des Col de Bertol und fast genau um die gleichen Beträge, diese Nordfront der Dentblanche-Scholle über abermals rund 1000 m in die Tiefe, vom Südgrat des Grand Cornier bis zum Roc Noir. Wir hätten damit den eigentlichen Grand Cornier in seiner grossen Hauptmasse

scheinbar unzweifelhaft als östliche Fortsetzung der Tsa-Scholle aufzufassen und stünden nur vor der weiteren Aufgabe, eine plausible Abgrenzung dieses mächtigen Komplexes gegen die der Tsa-Scholle nördlich vorgelagerte Scholle des Weisshorns und der Dent Perroc zu suchen, d. h. eine Schubnaht in der östlichen Verlängerung oder Ablösung des Tsénaréfien-Zuges. Eine einwandfreie Lösung dieses Problems kann erst und nur durch minutiöse neue Detailaufnahmen über das ganze Gebiet zwischen Ferpècle, Moiry, Zinal und dem Triftkessel versucht werden. Das aber heisst nach der heutigen Lage der Dinge, dass eine solche Lösung im besten Falle erst nach einigen Jahren strenger Hochgebirgsarbeit erreicht werden dürfte. Vielleicht lässt sich aber trotzdem doch heute schon eine gewisse Spur verfolgen, die zur näheren Diskussion gestellt und konkret überprüft werden kann. Vorerst haben wir uns jedoch nochmals der Dentblanche-Scholle im Kessel des Mountet etwas näher zuzuwenden.

Gegen den Kessel des Mountet sinken die tektonischen Achsen sowohl vom Gabelhorn wie vom Rothorn und – weiter nördlich – auch vom Besso her ganz klar in westlicher Richtung in die Tiefe. Jedes Bild der Gabelhorn-Nordwand, des Wellenkuppen-Grates, des Zinalrothorns oder des Besso illustriert dies in ausgezeichneter Weise. Die tektonischen Achsen sinken deutlich gegen Westen, sie steigen damit gegen Osten auf. In diesem System muss nun aber auch die im Roc Noir tief hinter die theoretisch denkbare «Tsa-Scholle» des Grand Cornier – und in diesem Falle wohl auch des Besso – versenkte Dentblanche-Scholle, d. h. deren Unterbau, im gleichen Sinne axial ostwärts ansteigen und irgendwo in die Luft hinausheben. Das Gebiet zwischen Trifthorn, Triftjoch und dem Nordaufschwung der Wellenkuppe, das sich so eigenartig, mit einem besonders ausgeprägten nordgetriebenen Faltenbau, zwischen die südfallenden Schiefer des Zinalrothorn-Südkammes und das von ARGAND seit langem erkannte nordgetriebene Gewölbescharnier der Wellenkuppe einschiebt, kann meiner Meinung nach ganz ausgezeichnet noch als ein östlicher Teil des Dentblanche-Unterbaues aufgefasst werden. Dieser Dentblanche-Unterbau scheint dort, im Norden der Wellenkuppe, aber auch noch im untersten Felskopf des Gabelhorn-Nordgrates, scharf unter die Gabelhorn-Masse eingekeilt, und wenn die mir vorliegenden Luftaufnahmen nicht täuschen, so reicht dieser «Triftjoch-Keil» der Dentblanche-Scholle im Osten der Wellenkuppe, durch den axialen Anstieg aller Dentblanche-Achsen recht klar zutage tretend, selbst noch beträchtlich unter die Gabelhorn-Masse zurück: bis in jene Schubnaht hinein, die den Südostgrat des Obergabelhorns vor seinem grossen Gipfelaufschwung durchzieht und die, zusammen mit einer höheren Schubfläche, sich auch an dessen Südseite noch deutlich zeigt. Sollte diese Naht schlussendlich in den Ebihorn-Keil der Valpelline-Basis der Dentblanche-Scholle einmünden, so wäre das Gabelhorn-Massiv gewissermassen eine «falsche Klippe», in welcher die eigentliche Unterlage der Dentblanche-Scholle d. h. ein besonderes Element der Tsa-Scholle, im Verlaufe der weiteren Vorfahrt der Massen auch noch weit über den Einwicklungsteil des Ebihorns hinweggestossen wäre, bis an jene Gabelhorn-Nordfront hinaus, die ihrerseits den Dentblanche-Unterbau des Triftjoches unter sich einfaltet. Probleme liegen hier somit auch in diesem Teil des Walliser Hochgebirges vor, die näher zu verfolgen eine wahre Freude wäre.

Die solchermassen roh umrissene Dentblanche-Scholle eigener Prägung entfernt sich prinzipiell recht beträchtlich von dem Bilde, das HAGEN vor wenigen Jahren von einer solchen «Dentblanche-Scholle» entworfen hat. HAGENS Dentblanche-Scholle entspricht nur dem obersten Teil meiner Dentblanche-Scholle neuer Prägung. Unter seiner Dentblanche-Scholle unterschied HAGEN eine Sonderscherbe des Mont Collon, unter dieser eine eigene Valpelline-Scholle. Im Grunde

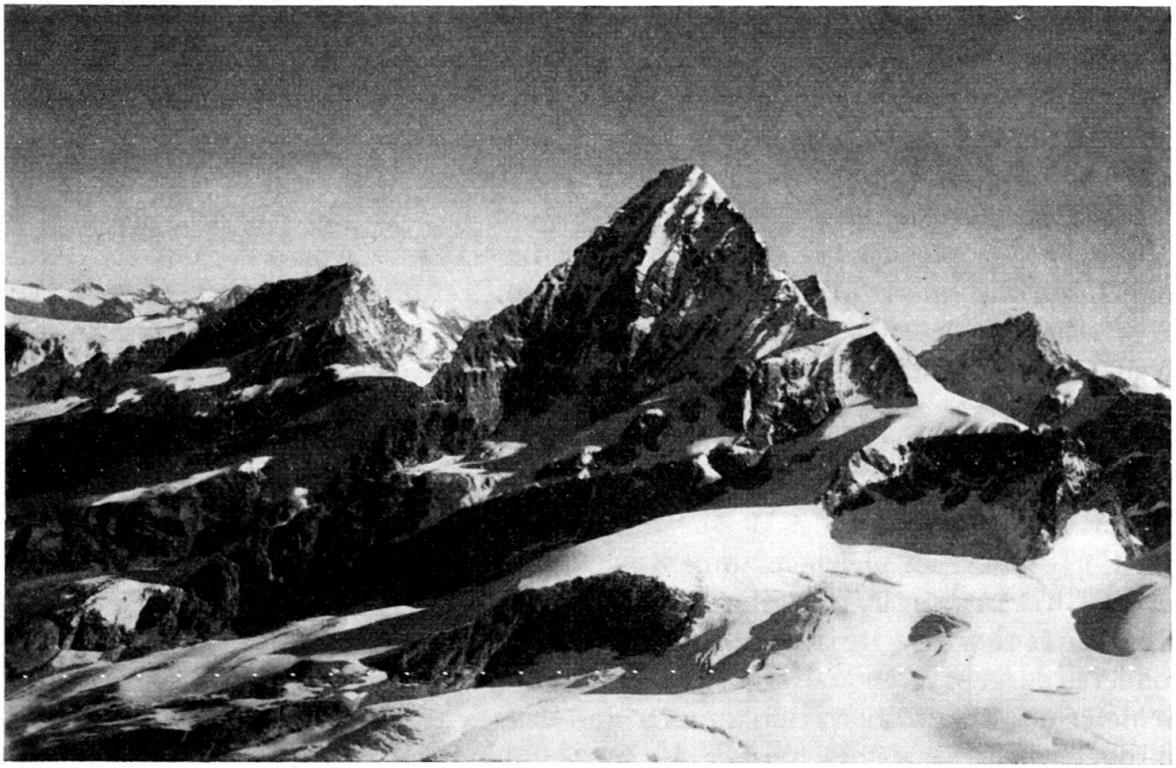


Fig. 8. *Die Dentblanche von Südwesten.* Luftaufnahme Swissair

Links Grand Cornier, rechts Zinalrothorn. Im Vordergrund der Glacier de Ferpècle. Man erkennt die Schubflächen zwischen Unter-, Mittel- und Oberbau der Dentblanche-Scholle sowie die Scherfläche zwischen Gabbro-Basis und Arollagneissen des Dentblanche-Mittelbaues. Auch das Einsinken der Tsa-Scholle des Zinalrothorns unter diese Dentblanche-Scholle ist deutlich erkennbar, nebst dem Aufschub der Dentblanche-Gipfelbaute über den Grand Cornier des Dentblanche-Unterbaues.

gehören Valpelline-, Collon- und die HAGEN'sche Dentblanche-Scholle alle zusammen. Sie bilden meine grössere «Dentblanche-Scholle» neuer Prägung, und diese Dentblanche-Scholle grösseren Ausmasses setzt sich zusammen aus einem Dentblanche-Unterbau, in der Zone Mont Gelé-Evèque-Bouquetins-Wandfluh-Dentblanche-Sockel und Pointe de Zinal-Triftjoch, einem Dentblanche-Mittelbau, zu dem als Basis gehören die Gabbros der Zone des Mont Collon und die Hauptmasse des Dentblanche-Gipfelbaues, und schliesslich einem Dentblanche-Oberbau, der als höchstes in der Gipfelhaube der Dentblanche das ganze Schollengebäude der Dentblanche-Decke und damit überhaupt der gesamten Walliseralpen krönt. Und während der Dentblanche-Unterbau von Valpelline selber und vom Mont Gelé weit durchzieht bis hinüber zum Triftjoch und selbst dessen Ostabfall, in einem über 35 km Länge erreichenden Zuge, bildet der

Dentblanche-Mittelbau nur noch zwei voneinander räumlich klar getrennte frei schwimmende Klippenmassen weit geringerer Ausdehnung: im Osten die der eigentlichen Dentblanche, im Westen die lange Scholle von Bertol zwischen Mont Miné und Petit Collon. Der Dentblanche-Oberbau endlich ist einzig an der Dentblanche als die kleine, aber höchst markante Gipfelkappe derselben entwickelt.

Gegen Norden bäumt sich nach der bisher angenommenen Abgrenzung der Dentblanche-Scholle deren Unterbau in grossartigem Masse auf und stösst auf 1000 m Höhendifferenz steil an die nördlich vorgelagerte Scholle der Aiguille de la Tsa und des Grand Cornier, im Osten aber bis über das Zinalrothorn-Kristallin hinaus. Die Basis der Dentblanche-Scholle ist in ihre Unterlage eingewickelt, vom Triftjoch nach Süden und im Ebihorn-Keil.

Ich gestehe gerne, dass dieses neue Bild des Dentblanche-Innenbaues nur zum kleinsten Teile auf eigenen Feldbeobachtungen beruht. Es basiert auf ARGANDS Angaben und Ergebnissen, auf jenen HAGENS und nur vereinzelten eigenen Feststellungen an Ort und Stelle, in erster Linie auf einer Analyse ausgezeichneter Luftbilder, auf denen die tektonischen Strukturen zum Teil grossartig erkennbar sind. Das Ganze wird aber nun auch im Felde genau überprüft werden müssen und es steht für mich ausser Zweifel, dass dieses Bild nach genaueren Studien auch noch beträchtlich modifiziert werden dürfte. Das zeigen schon die nachfolgenden weiteren Überlegungen.

Zunächst ist zur Zeit nur weniges über die nördlich an die oben umrissene Dentblanche-Scholle angrenzenden Gebiete zu sagen, d .h. über die näheren Abgrenzungen zwischen Weisshorn-Scholle und Tsa-Scholle im Gebiet des Zinalgletschers etwa. Auch da fehlen genauere Beobachtungen und lassen nur die vorhandenen Gebirgsbilder und Luftaufnahmen nähere Vermutungen zu. Dabei scheint mir immerhin folgendes einigermassen zuzutreffen, was jedoch gleichfalls kontrolliert werden muss:

Zwischen Weisshorn, Zinalrothorn und dem Triftjoch lassen sich unterscheiden: die eigentliche Weisshorn-Scholle, jene des Schallihorns, jene des Zinalrothorns und der Unterbau der Dentblanche-Scholle am Triftjoch, der seinerseits vom Gabelhorn-Kristallin eingewickelt und unter dasselbe eingekeilt erscheint. Zwischen diesem Dentblanche-Unterbau am Triftjoch und dem Weisshorn liegt wohl die schärfste heute erkennbare tektonische Grenze im Gebiet des Ober-Schallijoches, in welchem wir bereits früher die Spur des Tsénaréfien-Zuges der westlichen Dentblanche-Abschnitte vermutet haben. Wo zieht diese wichtige Schubnaht weiter? Vom Ober-Schallijoch über den Momingletscher hinter dem Besso durch, gegen Mountet hinab, oder vor dem Besso hinunter, gegen die tieferen Teile des Zinalgletschers?

Die bisherigen Aufnahmen lassen uns hier ein weiteres Mal im Stich und ein Entscheid ist heute nur schwer zu treffen. Möglich erscheinen in diesem Gebiet folgende Lösungen, die hier nur kurz skizziert seien, als Diskussionsobjekte jedoch vielleicht trotzdem weiter helfen können.

Eine erste Lösung bestünde darin, dass die deutliche Trennungsfuge des Ober-Schallijoches südöstlich des Besso durchzöge und jenseits des Zinalgletschers gegen die Bouquetins nördlich des Grand Cornier aufsteigen würde, um von dort vielleicht über die Gegend der Dents des Rosses oder der Pointe de Bricolla

den Anschluss an die Tsénaréfien-Fuge westlich des Ferpècle-Gletschers zu gewinnen. In diesem Falle wären Besso, Bouquetins und Pigne de l'Allée allesamt der Weisshorn-Scholle einzugliedern, die Kristallin-Masse des Grand Cornier und jene des eigentlichen Mountet der Tsa-Scholle. Dabei würde diese letztere sowohl am Besso wie im Gebiet der Bouquetins die nördlich vorgelagerte Weisshorn-Scholle noch randlich überfahren und unter sich etwas geschleppt haben. Aber irgendwie vermag diese Lösung nicht recht zu befriedigen und weisen die Aufschlüsse im Momingglетscher in erster Linie auf einen anderen Zusammenhang hin.

Bei dieser zweiten Lösung würde die Schubnaht des Ober-Schallijoches gemäss dem mächtigen Achsengefälle der Weisshorn- und Zinalrothorn-Westabstürze nur wenig über der grossen Felseninsel im Momingglетscher gegen Nordwesten unter den Besso hineinstreichen und in dessen nördlichem Vorbau wieder erscheinen. Die Hauptmasse der Weisshorn-Scholle würde – samt dem sekundären Element des Schallihorns – unter der Besso-Masse verschwinden, infolge axialen Untertauchens, und nur ein schmaler nördlicher Rest des Weisshorn-Komplexes erreichte durch den genannten Nordsockel des Besso und über die Pointe d'Arpitetta die Westseite des Zinaltales, um von dort dann den Pigne de l'Allée und weiterhin, über den Moiry-Gletscher hinweg, den Tsa de l'Ano zu erreichen. Damit aber erschiene die Scholle der Aiguille de la Tsa, von der Blaufluh westlich des Mettelhorns über das Zinalrothorn und den Besso bis auf den Pigne de l'Allée, in einer derart abnormen Mächtigkeit, von der bestimmt anzunehmen wäre, sie sei nicht ohne weitere tektonische Häufung entstanden. Eine solche Häufung wäre vielleicht denkbar, wenn wir den Besso samt dem Grand Cornier als eine grossartige höhere Teilschuppe der Tsa-Scholle des Zinalrothorns betrachten könnten. Aber eine solche Annahme wäre abermals nur schwer zu verstehen, denn wie sollte diese gewaltige Masse des Grand Cornier gewissermassen unter der Dentblanche-Scholle herausgepresst worden sein, als eine dem Gabelhorn-Komplex irgendwie vergleichbare Rückenschuppe des Zinalrothorn-Kristallins? Es vermag damit auch diese zweite Lösung der Dinge nicht zu befriedigen.

Eine dritte, allerdings radikale Lösung, die den bisher vorgetragenen Anschauungen über die Abgrenzung der Dentblanche-Scholle zwar eindeutig widersprechen würde, die aber mit dem Hinweis auf ein nördlicheres Durchziehen der Schubnaht des Col de Bertol pag. 204 bereits angedeutet worden ist und die auch in der hier beigegebenen tektonischen Skizze der Dentblanche-Decke auf Tafel II als die plausibelste zum Ausdruck gebracht wird, bestünde endlich in folgendem:

Eine Abtrennung des Besso vom Zinalrothorn scheint irgendwie auch durch das konkrete tektonische Detail – Achsenfallen, Mylonitzonen, Scherflächen, Schichtfallen und vielleicht sogar vereinzelte Falten (Le Blanc) – durchaus naheliegend. Damit würde aber der Besso gegenüber dem Rothorn-Kristallin ganz ohne weiteres in einer durchaus analogen tektonischen Stellung erscheinen wie die östlichen Ausläufer des Dentblancheschollen-Unterbaues am Trifthorn. Mit anderen Worten: der Besso, und damit abermals der ganze Grand Cornier bis hinaus an den Col de l'Allée, könnte solcherart erneut, wie schon früher vermutet, p. 203, einfach den Dentblanche-Unterbau darstellen. Dazu ist weiter folgendes zu sagen:

Nördlich des Besso scheinen zwei Scherflächen vorzuliegen, die beide im

Prinzip gegen Norden aufsteigen. Die südliche dieser Scherflächen wäre im eben diskutierten Fall die Basis des Unterbaues der Dentblanche-Scholle, d. h. des eigentlichen Besso, die nördliche die Fuge zwischen einer stark reduzierten Tsa/Rothorn-Scholle und einem gleichfalls beträchtlich zusammengeschrumpften Weisshorn-Element. In den Nordabstürzen des Pigne de l'Allée sollten diese beiden Trennungen weiterziehen, doch ist darüber vorderhand nichts Näheres bekannt. Hingegen ermutigen die Verhältnisse zwischen Moiry und Ferpècle zu weiteren Studien in dieser Richtung, und zwar scheint sich dort recht deutlich folgendes herauszukristallisieren:

Luftaufnahme Swissair

Fig. 9. *Die Dentblanche von Nordwesten.*
Rechts davon der vergletscherte Hintergrund des Ferpècle, links davor der Grand Cornier mit dem Glacier de Moiry.
Dahinter am Horizont Zermatter Breithorn, Lyskamm und Monte Rosa.
In Kulisse vor dem Monte Rosa Triftjoch, links davon Südgrat Zinalrothorn; vor dem Lyskamm Obergabelhorn und Mont Durand.
Unter dem Triftjoch Col und Pigne de l'Allée, rechts des Moiry-Gletschers die Bricolla-Dents des Rosses-Crête, derselben vorgelagert Tsa de l'Ano und Couronne de la Bréonna, darunter Serra neire und Fortsonche du Tsatey.
Man erkennt die alles beherrschende Stellung der «Dentblanche-Scholle» an der Dentblanche selber, samt dem axialen Anstieg ihrer Arollagneisse vom Ferpècle gegen Osten hin und über das Gabelhorn hinaus; beidseits des Moiry-Gletschers die tieferen Schollen der Dentblanche-Masse zwischen Bricolla, Tsa de l'Ano und Couronne de la Bréonna: Tsa-, Weisshorn- und Roussette-Scholle.
Darunter sind die dunklen Serpentine der Tracuit-Zone an der Serra neire sichtbar (Platta-Decke), an der Basis derselben die Bündnerschiefer-Serie der Hörnli-Zone an der Fortsonche du Tsatey, alles mit Axialfallen gegen Ferpècle hin.

Dem Nordabschwung des Grand Cornier-Kristallins folgt vorgelagert der erneute Aufstieg desselben gegen und in den Pigne de l'Allée hinaus: wir erkennen damit im Grand Cornier-Kristallin eine mächtige Mulde. Dieselbe ist aber auch im Ferpècle-Abfall des Grand Cornier-Stockes erkennbar. An der Pointe de Bricolla und den Dents des Rosses steigt das Kristallin des Grand Cornier wieder nordwärts auf, genau wie am Pigne de l'Allée. Nördlich davon schiebt sich die Kristallinscholle der Pointe de Mourti ihrerseits der Scholle des Tsa de l'Ano auf und diese der Masse der Couronne de Bréonna. Liegt hier nicht eine recht deutliche Fortsetzung der Verhältnisse im Zinal vor, d. h. ein Schollenpaar vor der Grand Cornier/Besso-Masse, das wir recht wohl als reduzierte Ausbisse der Tsa- und der Weisshorn-Scholle betrachten könnten? Während effektiv in der höchsten Scholle des Moiry-Hintergrundes, d. h. in jener des Grand Cornier und am Besso ein mächtig vorgeprellter Unterbau der Dentblanche-Scholle erblickt werden dürfte? Auf jeden Fall müsste auch noch der Pigne de l'Allée diesem Unterbau der Dentblanche-Scholle zugerechnet werden, bis an den Col de l'Allée heran. Aber gerade nördlich desselben liegen, im Grat der Aiguilles de l'Allée, abermals recht deutlich zwei getrennte Gleitbretter übereinander, die ohne weiteres, an der Aussenfront der nun um vieles vergrösserten Dentblanche-Scholle, als die Elemente der Weisshorn-Scholle und jener der Aiguille de la Tsâ gedeutet werden können. Vom Element der Diablons und des Bieshorns aber ist in diesem Querschnitt, ausser der Couronne de Bréonna, nichts mehr zu sehen, denn seine streichende Fortsetzung lag einst über den Schistes lustrés-Platten der Garde de Bordon und ist dort schon längst abgetragen worden.

So scheint der Innenbau des Dentblanche-Kristallins gerade hier zwischen Zinal, Moiry und Ferpècle noch grosse Probleme zu bieten, die zu neuen Studien reizen mögen.

Weiterer Abklärung bedarf aber auch noch die wichtige Region der unteren Valpelline. Nach MASSON und DIEHL sollen dort die nördlichen Arolla-Gneisse unserer nunmehrigen «Dentblanche-Scholle» um die «Mulde» von Valpelline herum, d. h. unter der grossen Valpelline-Serie hindurch, gegen Süden ganz direkt und geschlossen fortsetzen in die Arolla-Komplexe der Punta di Cian oder des Redesàn. Die alten Serien der Valpelline lägen nach dieser Anschauung einem durchgehend geschlossenen Arolla-Muldenboden als synklinal eingefaltete höhere Schubmasse auf. Aber weder die MASSON'sche Aufnahme der unteren Valpelline noch Blatt Aosta lassen eine solche Verbindung der nördlichen Arollagneiss-Massen der Valpelline, d. h. jener der Mont Gelé/Bouquetins-Kette, mit dem Zuge der Punta di Cian im Süden des Tales erkennen. Vielmehr scheint dieser Gneisskomplex der südlichen Valpelline-Berge von Bellioue her, südlich von Valpelline selber, um den nördlichen, steil zur Tiefe schiessenden Keil von Roisan herum zu der Gneissmasse von Creusenix bis zurück gegen Roisan eingewickelt zu sein unter die basale Masse des Mont Mary und den eigentlichen Zug von Roisan selber, und kann zwischen diesem Westende des Punta di Cian-Arolla-Zuges im Süden des Tales und den Arolla-Gneissen der nördlichen Valpelline-Berge die eigentliche Serie de Valpelline gemäss den vorhandenen Aufschlüssen ohne weiteres einschwenken in die westliche Basis der Gneissmasse von Chatelair, um auch dort noch

diese nördlichen Gneisse der «Dentblanche-Scholle» von den westlichen Ausläufern der Punta di Cian und damit von der südlichsten Tsa-Scholle zu trennen. Die an der Valpelline-Strasse zwischen Gignod und Roisan, und auch gegen Meylan hin ausgezeichnet aufgeschlossene Schuppenzone gehört meiner Ansicht nach zu einem Bindeglied zwischen den Elementen des Mont Mary im Süden und dem oberen Würmlizug im Hintergrund von Chanrion, an der Basis der Ruinette und des Mont Blanc de Seilon im Norden, und die Ophiolithe des Roisan-Zuges stellen die südlichsten nicht ausgescherten Reste der Ophiolith-Schuppen der Tracuit-Zone des Wallis dar.

Die Valpelline-Serie der Valpelline selber erschiene damit einerseits als primäres altes Schieferdach der Arolla-Gesteine des Punta di Cian-Zuges und der Dent d'Hérens, andererseits aber auch als älteste Basis der eigentlichen «Dentblanche-Scholle». Die Arolla-Gesteine dieser «Dentblanche-Scholle» gehörten einst einem mächtigen südlicheren Eruptivkörper an als die Arolla-Gesteine der tieferen Dentblanche-Einheit des Weisshorn-Tsa-Gabelhorn-Matterhorn- und Punta di Cian-Komplexes, und diese südliche Eruptivmasse wurde längs ihrem primären Nordrand gegenüber ihrer alten nördlichen Schieferhülle vorgeschoben längs grossen Mylonitzonen, wobei diese Schieferhülle ihrerseits – das waren die Gesteine der eigentlichen Valpelline-Serie zwischen Valpelline und dem Stockje – längs dem alten Oberrand einer weit nördlicheren Eruptivmasse, abermals längs mächtigen Mylonitzonen sich vorgeschoben hätte bis über das Gabelhorn hinaus.

Es wären somit primär in der Dentblanche-Decke des Wallis zwei Haupt-Eruptivstöcke anzunehmen und vorgelegen: ein nördlicher, der beginnt mit dem Mont Mary und sich von da südwärts erstreckte vom heutigen Nordrand der Dentblanche-Decke durch das ganze tiefere Sonderstockwerk derselben bis über das Matterhorn hinaus und in die Punta di Cian; und ein südlicher, dessen Inhalt heute vorläge in den Arolla-Gesteinen der eigentlichen «Dentblanche-Scholle», d. h. des mächtigen nunmehrigen höheren Stockwerks der grossen Dentblanche-Einheit. Alte Grenzflächen zwischen den Eruptivmassen und ihren Schieferhüllen wurden alpin als Gleitflächen benutzt, und diese Trennungsflächen zwischen den einzelnen Schollen brauchten auf solche Art überhaupt keine Spur mesozoischer Reste zu enthalten.

Von grosser Bedeutung ist endlich der Bau der Dentblanche-Decke am Château des Dames. Dort liegen bekanntlich auf dem unzweifelhaften Dentblanche-Kristallin der Valpelline-Gruppe «Reste höherer Kristallinmassen», zum Teil nordwärts umhüllt von einwandfreier und weithin sichtbarer Trias. Aber da liegt keineswegs ein weiterer Rest von eigentlichem Dentblanche-Mesozoikum, entsprechend etwa einem südlicheren Abschnitt der Mont Dolin-Sedimentserie, auf den Valpelline-Gesteinen der Dentblanche-Scholle, gewissermassen als ein alleroberstes Element des gesamten Dentblanche-Komplexes, sondern ganz im Gegenteil, wie schon Argand dies klar dargestellt hat, ein über diese Valpelline-Serie hinweg vorgeschobener Front- oder Rückenteil des Mont Mary, der hier direkt die Valpelline-Serie des höheren Dentblanche-Stockwerkes unter sich einwickelt. Diese Einwicklungsstirn hat bereits Argand gezeichnet, sie ist

auch schon von Breuil aus deutlich zu sehen, und noch besser an klaren Herbsttagen vom Pian Rosa aus. Im Grunde erkennen wir hier somit dasselbe Phänomen wie zwischen Valpelline und Roisan, wo gleichfalls die an sich tiefere Masse des Mont Mary längs dem eigentlichen Zuge von Roisan sich über die Elemente der südlichen Dentblanche-Decke legt: am Château des Dames über die Valpelline-Serie der Dentblanche-Scholle, nördlich Roisan über die Gneisse der Punta di Cian. An der Becca d'Arbière aber liegen, fast in der Mitte zwischen Roisan und Château des Dames, weitere Triasreste, die eine willkommene Brücke zwischen diesen verlorenen Elementen schlagen. Der südöstliche Innenrand der Dentblanche-Gesamtdecke ist somit hier, zwischen Roisan und Valtournanche, wie schon ARGAND dies angenommen und auch dargestellt hat, von mächtigen Einwicklungen betroffen, indem die Stirnen des Mont Mary noch beträchtlich über die innersten Dentblanche-Elemente vorgreifen und dieselben lokal unter sich bringen. Schade, dass bis heute sich niemand zu einer detaillierten Aufnahme dieser herrlichen Gebirgswelt bereitgefunden hat.

Auch über den Nordteil der Dentblanche-Decke ist noch ein kurzer Hinweis anzubringen. Denn der heutige Nordrand des Dentblanche-Kristallins bedeutet keineswegs auch schon etwa die wirkliche alte Stirn der Decke: es ist ein blosser Erosionsrand, und die einstige Ausdehnung des Dentblanche-Kristallins reichte über denselben hinaus noch beträchtlich nach Norden. Schon das weite Vorspringen der Arolla-Gneisse vom Ende des Zinalgletschers bis in die Diablons hinaus ist ein auffallender Sonderzug, der nicht bloss mit einer queren Einfaltung des nördlichen Deckenkerns in seine mesozoische Unterlage erklärt werden kann, obschon Querfaltungseffekte in jener Gegend sicher vorliegen und neuerdings auch von M. ZIMMERMANN in klarer Weise bestätigt worden sind. Der «Vorsprung» der Dentblanche-Decke an den Diablons verdankt seine Schärfe wohl der genannten Querfaltung, aber das Dentblanche-Kristallin ist in dieser Quermulde nur besonders erhalten geblieben, während es beidseits derselben der Erosion zum Opfer fiel. Die westliche Fortsetzung des Diablons-Kristallins überdeckte einst die Schistes lustrés- und Ophiolith-Serien der Zone von Zinal im Gebiet über den heutigen Kämmen der Garde de Bordon und der Fortsonche du Tsatey bis über die Aiguilles Rouges von Arolla als mächtiger, heute entfernter Deckel, und die Innenstruktur dieser Zone von Zinal verrät in aller Deutlichkeit noch den einstigen gewaltigen Vorschub der wirklichen Dentblanche-Front. Bis zu welcher Linie dieselbe einst vorgedrungen ist, demonstrieren uns aber erst die kostbaren Reste der Walliser «Platta-Decke» in den äussersten Ophiolithen der Tracuit-Zone auf den Gipfelbauten der Rocs de Boudry, bis wohin dieselben ohne den darüber vorfahrenden Schlitten einer Dentblanche-Masse nie gekommen wären. Die wirkliche Stirn der Dentblanche-Masse hat somit die Linie Rocs de Boudry–Sasseneire mit grösster Wahrscheinlichkeit erreicht und dürfte in gleicher Richtung auch vom Sasseneire bis über die Aiguilles Rouges von Arolla weitergezogen sein. Die Struktur gerade der letztgenannten Berge ist dafür ein deutlicher Hinweis, vielleicht sogar das so auffällige Verschwinden des Bagnesfächers zwischen Dixence und Evolène samt dem Bau des Pic d'Artzinol.

Es fehlt somit nicht nur am Innenrand der Dentblanche, über den Ophiolith-Massen der Val d'Aosta, ein mächtiges Stück Dentblanche-Decke, als Verbin-

dungsbrücke zur Sesia-Wurzel, sondern auch der einstige Nordteil der Dentblanche-Masse ist von seiner primären Stirnlinie her auf viele km Breite von der Erosion zurückgeschnitten worden, bis zum heute so kurzweilig durch das Gebirge verlaufenden Kristallinrand zwischen Diablons und Val des Dix. Die Dentblanche-Decke hat somit einst auch im Norden ihres heutigen Verbreitungsgebietes noch beträchtliche Areale eingenommen und mit ihrer Aussenfront bis auf die streichende Fortsetzung des südlichen Aarmassivs hinaus gereicht. Der alte Querschnitt der Dentblanche-Decke erlangte somit eine Breite, über welcher sehr bedeutende Faziesräume mesozoischer Sedimente liegen konnten, Faziesräume, deren Grössenordnung auch für eine Beheimatung der exotischen Préalpen-Serien sicher genügen möchte.

* * *

Damit dürfte der Innenbau der Walliser Dentblanche-Decke eine weitere Abklärung erfahren haben, und wir können denselben nunmehr ohne weiteres auch mit dem mindestens sehr ähnlichen Innenbau des Bernina-Systems vergleichen. Massgebend für die Gestaltung dieses Dentblanche-Innenbaues ist in erster Linie die primäre Verteilung der posthercynischen oder späthercynischen Eruptiva: die Anlage eines nördlichen und eines südlichen Eruptivblockes. Der südliche Block schob sich dem nördlichen auf, den Anlass zu dieser mechanischen Differenzierung gab die als Schieferhülle dieser Eruptivmassen dazwischengeschaltete Valpelline-Serie. Die Grenzflächen der Eruptivstöcke wurden zu Gleit- und sogar eigentlichen Schubflächen, der ganze Kristallinkomplex schob sich intern, und zwar, mit Ausnahme der nördlichen Randzone beidseits des Dolin-Zuges, ohne jede Einbeziehung mesozoischer Reste, in sich zusammen. Die primäre Verteilung der Eruptivmassen aber kann zurückgeführt werden auf die Bildung mächtiger Gräben im Gefolge der hercynischen Bewegungen, wobei wie anderwärts die magmatischen Hauptmassen in den Grabengebieten sich ausbreiteten und dort schliesslich die mächtigen Eruptivstöcke bildeten. Der nördliche «Arolla-Stock» drang in das alte Grabengebiet zwischen dem Valpelline-Komplex des Mont Mary und jenem der Valpelline empor, im Abschnitt des heutigen tieferen Stockwerkes der Gesamtdecke; der südliche in einem daran anschliessenden inneren Graben. Die Casannaschiefer-Gebiete innerhalb der Dentblanche-Masse markieren heute noch die Lage der alten Gräben, die Valpelline-Serien jene der dazwischen gelagerten Horste. Diese späthercynische Zerschneidung erfolgte aber ihrerseits auf der Grundlage schon weit älterer, in ihren Anfängen sogar bereits vor-jotnischer Aufgliederungen im alpinen Grundgebirge, dank welchen die Valpelline-Serien des heutigen Dentblanche-Komplexes als Ganzes gegenüber ihren Nachbargebieten im Norden und im Süden überhaupt erhalten bleiben konnten: in der Füllung eines alten Grundgrabens, der den ganzen Querschnitt der Dentblanche umfasst und der vielleicht reichte bis in die Zone von Ivrea hinab.

Diese uralten Grundlagen des heutigen Baues werden binnen kurzem an anderer Stelle noch weiter zu verfolgen sein, zusammen mit der Intrusions- und Differen-

ziationsgeschichte dieser Eruptivkörper. Vorderhand aber wenden wir uns noch einmal erneut dem Bernina-System des bündnerischen Sektors zu. Wie lässt der Innenbau des Bernina-Systems nunmehr des Näheren sich vergleichen mit jenem der Dentblanche und was haben wir aus den daraus ganz offensichtlich sich ergebenden verwandtschaftlichen tektonischen Zügen für weitere Schlüsse allgemeinalpiner Art zu ziehen?

Die tektonischen Hauptzüge des Bernina- und des Dentblanche-Systems

Dem Walliser- und dem Bündner-Abschnitt ist vorerst in durchaus gleicher Weise gemein, dass die grosse Eruptivprovinz, der Bernina- und der Arolla-Gesteine, heute nicht mehr nur einer einzigen tektonischen Einheit, d. h. einer einzigen grossen Stammdecke des alpinen Systems angehört. Denn deren Nordrand marschiert heute in beiden Fällen, mit dem Mont Mary-Element von Aosta und der Sella-Decke der Berninagruppe, ganz deutlich noch mit dem südlichsten Penninikum; was besonders für den bündnerischen Gebirgssektor durch die Tatsache erwiesen wird, dass daselbst die grosse hochpenninische Ophiolith-Masse der Platta-Decke durchaus einwandfrei aus dem weiten Rücken der Sella-Decke vorgeschert worden ist und dass weiterhin auf diesem Sella-Deckenrücken auch heute noch, und zwar vom Oberengadin durch die ganze südliche Berninagruppe zurück bis ins Puschlav, d. h. auf mindestens 15 km Breite, diese unzweifelhaften Plattadecken-Zeugen in zwar vielfach verlorenen und isolierten, aber doch stets deutlichen Resten noch immer erhalten geblieben sind: als gewissermassen bei der Vorscherung der eigentlichen Platta-Massen auf dem Sella-Kern noch hangen- und zurückgebliebene Überbleibsel der alten südpenninischen Mesozoika, unter denen vor allem auch die Serpentine in aller Deutlichkeit auf den direkten Zusammenhang dieser Zone mit der Platta-Decke hinweisen, ganz abgesehen vom tektonisch einwandfreien Einmünden des kristallinen Sella-Deckenkerns in die Basis der Platta-Ophiolithe im penninischen Sockel des Piz Corvatsch, d. h. dessen Vorrücken an der Sohle der Grialetsch/Mortèls-Ophiolithe bis hinaus nach Sils [vergl. Berninakarte].

Der äusserste Nordrand der alten Bernina-Eruptivprovinz ist damit im weiteren Verlauf des geologischen Geschehens dem innersten Südpenninikum einverleibt worden, und die primär mit aller Sicherheit bereits zur Bernina-Provinz gehörigen Monzonit/Banatit-Massen der Sella wurden in der Folge schliesslich zur Kernmasse der südlichsten peninischenn Decke und damit der höchsten penninischen Einheit. Zwischen dem einstigen äussersten nördlichen Vorposten der Bernina-Eruptivmassen im Sella-Raum und der Hauptentwicklung derselben im Err-, Julier- und Bernina-Bezirk vollzog sich im Laufe des Mesozoikums, und zwar wohl schon von der oberen Trias, zum mindesten aber doch vom Lias an, ein grosser und in der Folge weittragender Schnitt mit grössten Konsequenzen, indem eben dieser primär nördliche Vorhof des alten Berninamassivs mit den Sella-Eruptiva dem penninischen Trogsystem anheim fiel, während die Hauptmasse der grossen Bernina-Provinz stets solidarisch mit dem ostalpinen Block blieb, mit demselben vereint marschierte und zu dessen eigentlicher Nordfront wurde: die Sella-Decke trägt daher eine mesozoische Serie klar penninischer Entwicklung, das Err/Bernina-System eine ebenso klare ostalpine Schichtreihe.

Was wir im Wallis, wegen des fast absoluten Fehlens mesozoischer Sedimente allerdings in weit geringerer Schärfe der Gegensätze, konkret beobachten können, stimmt mit dieser bündnerischen Konstellation durchaus, im Prinzip sogar völlig überein.

Der einstige nördliche Vorhof der Dentblanche-Eruptivprovinz trägt, wie die ihr im Osten entsprechenden Sella-Gesteine Graubündens, im Keile von Roisan und seiner östlichen Fortsetzung über die Cima Bianca bis hinaus zum Château des Dames von Valtournanche, eine durchaus penninische Schichtreihe: Mit einer der bündnerischen Schamser Entwicklung, d. h. in erster Linie der Weissberg-Zone entsprechenden Trias/Lias-Serie, die zwar grösstenteils unter dem Vorschub der Dentblanche nordwärts abgeschoben wurde in die verlorenen Elemente des «oberen Würmlizuges» zwischen dem Hintergrund von Bagnes und Zermatt – durchaus entsprechend dem Abschub der grossen Schamser Einheit unter dem Vormarsch der ostalpinen Massen Bündens –, dazu aber, was in erster Linie recht eigentlich entscheidend ist, auch eine primär wohl noch etwas südlicher beheimatete Serie von echten Calcescisti und Ophiolithen, die heute im Rücken des Mont Mary zwar nur eine schmale Restzone darstellen – wie in Bünden der Zug der Platta-Decke im Hangenden der Sella zwischen Oberengadin und Puschlav –, deren Hauptmasse aber – wiederum ganz analog wie die Platta-Decke Bündens von der Sella-Kernmasse – durch den nachrückenden Hauptblock der Eruptivprovinz, d. h. hier im Westen durch die eigentliche Dentblanche-Decke, vom Mont Mary-Kern abgeschert und in den Elementen des ARGAND'schen Filon couche, d. h. der Hühnerknubel-Zone im Hangenden des oberen Würmlizuges von Zermatt und der dieser entsprechenden Zone von Tracuit und der Aiguilles Rouges d'Arolla angehäuft liegt. Ist es ein blosser Zufall, dass gerade in dieser Zone von meinen Schülern und auch von mir selber weiterhin sogar Radiolarite, durchaus von der Tracht jener der bündnerischen Platta-Decke, gefunden worden sind, und zwar vom Hintergrund von Bagnes dem Nordrand der Dentblanche entlang bis hinüber nach Zinal und in den Hintergrund von Turtmann, ja bis unter die südöstliche Basis des Weisshorns hinein? Diese Radiolarit-Funde WITZIGS, HAGENS, ZIMMERMANNS und ITENS sind – wie meine eigenen – ihrerseits ein wichtiger Hinweis auf die effektiv südpenninische Natur dieser ophiolithreichen direkten Basiszone der Dentblanche-Decke; sie weisen dieselbe aber auch, gerade mit diesen radiolarit-führenden Ophiolithen, in eine der bündnerischen Platta-Decke durchaus entsprechende tektonische Position. Diese «Platta-Ophiolithmassen» der Dentblanche-Basis des Wallis lassen sich weiterhin, wenn unter der Sohle der Dentblanche-Decke oft auch in nur noch dünne Linsen zerrissen, über den oft verlorenen Elementen des oberen Würmlizuges zurückverfolgen bis in den Zug von Roisan, d. h. bis wenig nördlich Aosta, wo sie gleichfalls, durchaus bezeichnenderweise, in erster Linie die Basis des Dentblanche-Kernkörpers begleiten. Und wenn über der Hauptmasse dieser «Platta»-Ophiolithe der Dentblanche-Basis, sowohl am Col des Ignes wie um Pra Gra und nördlich Arolla, genau wie im Zuge von Roisan noch weitere Schistes lustrés-Scherben, an den erstgenannten Orten gleichfalls mit Radiolariten, sich einstellen, wenn auch nur als durchaus lokale Elemente, so dürfen wir daran erinnern, dass auch über den grossen Ophiolith-Massen der bündnerischen Platta-Decke in durchaus gleicher, nur viel klarerer Weise praktisch abermals durchaus ophiolithfreie Bündner-

schiefer/Radiolarit-Serien sich einstellen, an der direkten Basis der ostalpinen Schubmassen, d. h. in den Elementen der Roccabella-Zone des Oberhalbsteins und noch der Chastelets am Piz Corvatsch. Zu dieser obersten Bündnerschiefer-Serie könnten übrigens auch die höchsten Schistes lustrés der Matterhorn-Basis gehören.

Die Masse des Mont Mary und die von ihrem Rücken abgescherten Ophiolith-Schollen der Hühnerknubel-Tracuit-Aiguilles Rouges-Zone an der Basis der Dentblanche-Überschiebung entsprechen solcherart sehr genau der Sella-Decke des Bernina-Gebirges und den von ihr längs der ostalpinen Überschiebung vorgescherten Elementen der bündnerischen Platta-Decke, wobei sogar noch Andeutungen von spärlichen Äquivalenten der Roccabella-Zone sich einzustellen scheinen.

Südlich an den Mont Mary-Raum schliesst sich der, wie wir gesehen haben, vielgestaltige Komplex der eigentlichen Dentblanche-Decke an, aufgegliedert in eine ganze Anzahl tektonischer Sonderschollen. Als solche erscheinen:

1. Die basale Scherbe der Roussette, durch den höchst komplex gebauten Dolin-Zug vollständig und bis auf die Deckenbasis hinunter abgetrennt von den eigentlichen Dentblanche-Hauptschollen.
2. Die Weisshorn-Scholle und deren südliche Fortsetzung im Tsa-, Zinalrothorn-, Gabelhorn- und Matterhorn-Komplex.
3. Die eigentliche Dentblanche-Scholle, mit der Hauptmasse der Valpelline-Serie und wohl auch dem südlichen Anhängsel der Jumeaux.

Es folgen damit im tektonischen Gesamtbau der Dentblanche-Masse über der basalen Scherbe der Roussette in der eigentlichen Dentblanche-Hauptdecke zwei mächtige, voneinander über weite Strecken klar gesonderte tektonische Stockwerke, besonders in den südlichen Teilen scharf voneinander geschieden durch die grosse Einschaltung der eigentlichen Valpelline-Zone: Zwei eigene Schollen grossartigen Ausmasses, die man einfach auch als die untere und die obere Abteilung der Dentblanche-Decke bezeichnen könnte.

Die Komplikationen des Dolin-Zuges lassen an sich schon auf einen primär doch etwas breiteren Faziesraum der Dolin-Entwicklung schliessen, desgleichen aber auch die p. 212 besprochene einstige Ausdehnung der Bieshorn-Scholle von den Diablons und den Weisshorn-Ost- oder sogar Südost-Abstürzen bis über die Rocs de Boudry hinaus. Die fazielle Entwicklung der Dolin-Breccien und der nähere Verband des Petit Dolin mit dem Dentblanche-Kristallin machen es aber sogar wahrscheinlich, dass die Dolin-Fazies nur wenig verändert auch noch auf den Nordrand der eigentlichen Dentblanche, d. h. über den blossen Roussette-Raum hinaus, gegen Süden hin noch weiter ausgegriffen habe. Über die Fazies des einst vorhandenen Dentblanche-Rückenmesozoikums im Hangenden der grossen kristallinen Hauptkörper besitzen wir keine konkreten Anhaltspunkte; wir können nur annehmen, dass die Dolin-Fazies auch gegen Süden hin primär in eine ihr noch einigermassen verwandte Entwicklung übergegangen sei. Das aber kann, nach dem ganzen Gehaben schon der Dolin-Serie selber, auf deren beträchtliche Ähnlichkeiten mit der faziellen Entwicklung in der Err-Decke oder mit den

Castellins hier erneut hinzuweisen ist, ohne weiteres eine Sedimentserie allgemein unterostalpinen Charakters gewesen sein.

Zwischen die Weisshorn- und die Tsa-Scholle, und damit zwischen Weisshorn-Kristallin und die Kristallinmassen des Zinalrothorns, des Gabelhorns und des Matterhorns schaltet sich, von unten in den Dentblanche-Deckenkern eingreifend, der eingespiesste, wenn auch durchwegs nur äusserst schmale und vielfach völlig ausgescherte Keil des Tsénaréfien-Zuges ein. Derselbe vermag, auch wenn er als solcher keineswegs durchlaufend von Val des Dix bis ins Zermatter Tal aufgeschlossen erscheint, doch als klare tektonische Naht die ganze nördliche und damit tiefere Hauptmasse des Dentblanche-Kristallins radikal zu zerschneiden in die obgenannten Sonderschollen zwischen Weisshorn und Zinalrothorn-Matterhorn, die primär sich einfach hintereinander reihten. Über der scharf abgetrennten basalen Scherbe der Roussette erkennen wir damit ein gewaltiges erstes Hauptstockwerk des eigentlichen Dentblanche-Kristallins, in sich zerschnitten von der Deckenbasis her.

Über dieses erste Haupt-Stockwerk der Walliser Dentblanche-Decke hinweg stösst, wenn bisher in seinen genaueren Abgrenzungen auch noch keineswegs überall schon konkret erfasst, die primär südliche Abteilung der Dentblanche-Decke, mit ihrer mächtigen Basis der Valpelline-Gesteine als klar höhere Einheit dokumentiert, in Form der eigentlichen «Dentblanche-Scholle» vor, die hinteren Teile des tieferen Dentblanche-Stockwerkes aufwühlend, deformierend und im Süden sogar aufsplitternd, den grossen nördlichen Aussenkomplex des tieferen Stockwerkes aber weitgehend verschonend, wenn auch seinerseits gewaltig zusammenstauend bis in das Weisshorn hinaus; erst die nördlichsten Teile der Gesamtdecke erscheinen irgendwie unberührt von dieser mächtigen Aufschiebung der höheren Dentblanche-Scholle über die tiefere Schollenfolge zwischen Weisshorn und Matterhorn. Daneben zeigt aber auch dieses obere Stockwerk der Gesamt-Dentblanche-Decke, d. h. die eigentliche «Dentblanche-Scholle», einen seinerseits grossartigen Faltenbau im Arolla-Kristallin und in dessen Valpelline-Unterlage, von der Tête de Valpelline über die Dentblanche und das Triftjoch bis über den Grand Cornier hinaus, einen Faltenbau, der, wenn er auch weitgehend begleitet ist von mächtigen Scherflächen, wie etwa an der Dentblanche selber, doch undenkbar bleibt ohne eine höchst beträchtliche Überlagerung, durch die einstigen Dentblanche-Rückensedimente und selbst höhere Schubmassen von beträchtlicher Mächtigkeit.

In diesem neuen tektonischen Bild der Dentblanche-Decke des Wallis erblicken wir ein weitgehendes Gegenstück zum tektonischen Innenbau des Bernina-Systems im Osten der Tessiner Kulmination. Mir scheinen im besonderen folgende Beziehungen heute kaum mehr von der Hand zu weisen zu sein:

Die bloss frontal gelegene Roussette-Scherbe des Wallis findet ein Ebenbild in den mageren Basalscherben der Err-Decke, zum Teil schon im Carungas-, besonders aber im Castellins-Raum. Die grosse tiefere Hauptabteilung des eigentlichen Dentblanche-Kristallins, d. h. die Gesamtheit der Weisshorn-Tsa-Gabelhorn-Matterhorn-Schollen des Wallis, erscheint in der Stellung des Err-Grevasalvas-Corvatsch-Komplexes, der als Ganzes gegen Süden hin deutlich auskeilt: in Bünden an der Basis der Bernina-Decke am Piz Roseg, in

Valtournanche unter der Valpelline-Serie der Dentblanche-Scholle im Süden von Breuil. Der grosse Nordabschnitt dieser «unteren Dentblanche-Decke», d. h. die eigentliche Weisshorn-Scholle des Wallis, erscheint dabei als ein gutes Analogon zur engeren Err-Decke, während die südlicheren Abschnitte, vom Tsénaréfien-Zug rückwärts bis zum Matterhorn und nach Breuil, tektonisch weitgehend den Grevasalvas- und Corvatsch-Schollen des Engadins entsprechen. Nur dass im bündnerischen Osten die Verwalzung dieser Zone durch die Julier/Bernina-Decke und die höheren ostalpinen Schubmassen eine weit grossartigere und radikalere ist als jene der Gabelhorn/Matterhorn-Massen unter der Vorfahrt der eigentlichen Dentblanche-Scholle und dass deshalb die genannten Bau-Elemente Bündens, wie übrigens schon die Err-Decke, auch landschaftlich bloss äusserst kümmerliche Äquivalente der stolzen Zermatter Felsenbauten bilden und nur im tektonischen Grundprinzip einander wirklich entsprechen können. Der das tiefere Dentblanche-Stockwerk zwischen Weisshorn-Scholle und Matterhorn von unten her aufspaltende Tsénaréfien-Zug spielt dabei im Wallis recht getreulich die Rolle der Julierpass-Einspiessung Graubündens, die von der Deckenbasis der Roccabella her die Masse der engeren Err-Decke von ihren südlicheren Fortsetzungen in der Grevasalvas- und Corvatsch-Scholle trennt. Da aber diese Grevasalvas- und Corvatsch-Elemente Bündens in der Schlattain-Serie der Zone von Samaden bereits Reste der ältesten Stirnschwelle der engeren Bernina-Decke beherbergen und damit im Grunde genetisch schon zu dieser Bernina-Decke gehören, so kann dasselbe im Prinzip auch von ihren Walliser Analoga im Tsa/Matterhorn-Komplex angenommen werden. Nur Roussette- und Weisshorn-Scholle samt dem Schallihorn entsprächen solcherart den eigentlichen Err-Elementen Bündens, während die ganze höhere Hauptmasse der Dentblanche-Decke, vom Tsa/Matterhorn-Komplex bis in den Gipfelbau der Dentblanche, im Prinzip bereits als das Äquivalent der erweiterten Bernina-Decke Graubündens erscheint.

Das grosse «obere Stockwerk» der Dentblanche-Decke in der eigentlichen «Dentblanche-Scholle» aber ist ohne weiteres und auch in seiner morphologischen Gestaltung dem oberen Hauptstockwerk des Bernina-Systems in der Julier/Bernina-Decke des Engadins zu vergleichen, nur dass hier scheinbar eine tiefere Auftrennung dieser oberen Scholle, vergleichbar etwa der besonderen Aufspaltung in Julier- und Bernina-Decke, nicht ohne weiteres erkennbar ist. Es sei denn, man wollte eine solche Aufspaltung der «oberen» Dentblanche-Decke des Wallis etwa sehen in der dargelegten Abtrennung eines Unterbaues dieser Dentblanche-Scholle von einem auch seinerseits wohl individualisierten Mittel- und sogar Oberbau derselben, oder in der Zwischenschaltung der Elemente der Dent d'Hérens, die dann allerdings weit hinter der Stirn der eigentlichen Dentblanche-Scholle zurückgeblieben wären, im Gegensatz zu den Verhältnissen zwischen Julier- und Bernina-Decke im Oberengadin. Als Ganzes jedoch harmoniert auch die Zweiteilung des genannten oberen Stockwerkes der Walliser Dentblanche-Decke in recht unerwarteter Weise ganz ausgezeichnet mit der Aufteilung des oberen Stockwerkes des Bernina-Systems in Bünden. Nur sind bei allen diesen Objekten die Grössenmaßstäbe im Walliser Hochgebirge immer viel gewaltiger als im Bernina-System.

Auf jeden Fall aber zeigt die Gesamtheit aller dieser Feststellungen und Vergleiche, dass der Innenbau des Dentblanche-Systems im Wallis auch bereits nach den jetzt schon zur Verfügung stehenden Tatsachen in ganz verblüffender Weise sehr weitgehend dem Innenbau des Bernina-Systems in Graubünden nahe kommt. Dies wiederum scheint seinerseits nur denkbar auf Grund ganz analoger mechanischer Voraussetzungen für den alpinen Zusammenschub in beiden Gebieten. Wir haben uns daher auch um diese mechanischen Grundlagen sowohl im Bernina-System Graubündens wie im Dentblanche-System des Wallis noch etwas näher zu kümmern.

Die mechanischen Grundlagen für die Gestaltung des Innenbaues und die Individualisierung des Bernina- und des Dentblanche-Systems

Wie steht es damit zunächst in Bünden, wo wir auf jeden Fall die Dinge weit besser überblicken können, weil die Zusammenhänge dort weit klarer sind, in umfassenderem Rahmen sich bieten, und weil vor allem auch die Aufgliederung des ganzen Systems durch mesozoische Synklinalkeile in grossartiger Weise noch viel schärfer und durchaus einwandfrei dokumentiert wird, von der Nordfront der Err-Decke bis in die zentrale Bernina-Gruppe hinein.

Die interne Aufteilung des Bernina-Systems beruht in Bünden ganz eindeutig auf der Verteilung der mächtigen Eruptivkörper innerhalb dieser Grosseinheit. Wohl bilden diese Oberengadiner Intrusivmassen im Grossen eine einzige grosse Einheit für sich, sie stammen alle aus einer einzigen magmatischen Provinz und sind in ihrer Vielfalt bloss durch grossartige Differenziationsvorgänge aus einem einzigen grossen Magmenherd der Tiefe hervorgegangen. Aber diese Magmen der ausgedehnten Bernina-Provinz sind im einzelnen – auf Grund durchaus verschiedener Aufstiegsmöglichkeiten, die ihnen der «vormagmatische» Bau des kristallinen Grundgebirges dieser Zone bot – während ihrer Intrusion in ganz verschiedene Höhenlagen vorgedrungen und erstarrten deshalb schliesslich in konkreto doch zu wenigstens in ihren oberen Teilen oft scharf geschiedenen und bis in eine gewisse Tiefe hinab deutlich gesonderten Eruptivkörpern. So erscheinen im heutigen geologischen Bilde diese Eruptivstöcke am einen Ort ganz direkt schon unter der vortriadischen Abrasionsfläche, reichen damit heute «bis an die Basis der Trias» oder auch nur des «Verrucano» empor, während in anderen Zonen diese gleichen Bernina-Gesteine noch weit in der Tiefe unter einem oft mächtigen alten Dach kristalliner Schiefer begraben liegen, weil das Bernina-Magma hier eben schon in einem bedeutend tieferen Teil der Kruste steckengeblieben ist. Da erscheinen dann an der Basis der Trias oder des Verrucano nicht mehr schon die Eruptivkörper, sondern, und zwar in oft noch beträchtlicher Mächtigkeit, die unter sich durchaus verschiedenen Glieder des alten Grundgebirges, und erst in einiger Tiefe folgt dann darunter oder, vielfach im heutigen Gebirge überhaupt nicht mehr sichtbar, der magmatische Kernkörper der Bernina-Gesteine.

Was lässt sich in dieser Beziehung im bündnerischen Hochgebirge konkret feststellen?

Zwischen die Eruptivmassen der Sella- und jene der Albula/Err-Decke schaltet sich ein erster Streifen älteren Grundgebirges, einerseits schon in der Sella-Decke des Puschlavs und in der Sella-Wurzelzone im Süden des Passo Forame, in der Painale-Gruppe etwa, andererseits in den Casannaschiefern der sog. Sgrischùs-Serie der Corvatsch-Kette, des nördlichen Carungas- und des Flixer Kristallins, und weiterhin auch noch in den alten Schiefern der Castellins-Serie unter dem Piz d'Err. Beim alpinen Zusammenschub stiess die einst südlich davon gelegene Albula/Err-Eruptivmasse über diese alte Schieferzone im primären Süden des Sella-Eruptivkörpers vor und begann eine eigentliche Err-Decke sich über die Sella-Serie hinwegzulegen. Der alte Zusammenhang wurde aber auch weiterhin noch zerstört, indem die primär zwischengeschalteten Schieferkomplexe der Sgrischùs-, Carungas- und Castellins-Zone auch ihrerseits von den Sella-Eruptiva und damit der späteren Sella-Decke abgeschoben wurden. So entstanden, zunächst hintereinander gereiht, aber beim Zusammenschub dann mehr und mehr auch übereinander hinweggestossen, die einander heute überlagernden Elemente der Sella-Decke, der Carungas/Castellins-Zone und der Err-Decke des heutigen engeren Err/Albula-Gebietes, die zwar auch ihrerseits nicht absolut einheitlich gebaut erscheint, sondern weiterhin in mehrere Sonderscherben zerfällt, die durch oft beträchtlich tief reichende mesozoische Keile voneinander geschieden sind, wie etwa an der Fuorcla Mulix.

Am Südrand des geschlossenen Err/Albula-Granodioritkörpers schaltet sich abermals eine ältere, zwar vielfach von den jüngeren Nairporphyr-Massen überflutete Schieferzone ein, die an sich schon in der südlichen Err-Gruppe einsetzt, aber erst weiter südlich, in der kristallinen Basis der heutigen Schlattain-Zone zwischen Celerina-Samaden, dem Julierpass und der Emmatgruppe in voller Klarheit sich heraushebt, als trennende und mechanisch ganz anders reagierende Zwischenmasse zwischen den Err/Albula-Graniten im Norden, den Grevasalvas- und Corvatsch-Graniten im Süden. Auch hier kam es beim alpinen Zusammenschub zur tektonischen Auftrennung: die Granitmassen der Grevasalvas- und Corvatsch-Schollen schoben sich über die vorliegenden Schiefermassen der Schlattain-Zone, und diese ihrerseits auf den vorliegenden Err/Albula-Komplex, während die nördlichsten Ausläufer dieser Zwischenzone mit ihren Nairporphyren den Err/Albula-Graniten noch verbunden bleiben.

Zwischen den Südrand der Corvatsch-Masse und den Nordrand der Julier-Granite schaltet eine weitere Schieferzone sich ein, deren Reste besonders wohl erkennbar sind in der Basis des Piz Padella, südlich des Piz Nair oder im Norden des Julierpasses, und zwischen der Julier- und der eigentlichen Bernina-Zentralmasse erscheinen die alten Schiefer des Stazer Hügellandes und der Charnadüra im Raume von St. Moritz. Über diese Charnadüra-Schiefer schob sich in der Folge die eigentliche Bernina-Decke der Julier-Decke auf, während diese ihrerseits als eigenes tektonisches Element sich abspaltet am Südrand der Padella-Schiefer. Über den Südrand der Bernina-Intrusiva in der Zone von Brusio aber, die den letzten südlichen Aussenposten der Bernina-Masse bildet, weil diese selber wahrscheinlich schon in der südlichen Berninagruppe ein Ende findet, schoben sich schliesslich die kristallinen Schieferkomplexe der mittelostalpinen

Deckengruppe, d. h. jene der Languard- und der Campo-Decke, ihre primäre alte Nachbarschaft in der Zone von Brusio heute überdeckend bis weit über das Engadin hinaus, d. h. bis an den Südfuss der Bergünerstöcke.

So kann die ganze heute erkennbare und grossartige Aufsplitterung des kristallinen Deckenkerns des Bernina-Systems zurückgeführt werden auf die schon primär stattgehabte Verteilung der Eruptivkörper innerhalb dieser grossen Bernina-Provinz.

Die primäre Verteilung der Bernina-Eruptiva aber ist ihrerseits sicher begründet im älteren Bau des Grundgebirges und der hercynischen Tektonik desselben. Was lässt sich da noch weiter erkennen?

Zur Intrusion solcher gewaltiger Eruptivmassen vom Ausmass der verschiedenen Bernina-Granodioritkörper mussten dem empordrängenden Magma ohne jeden Zweifel gewisse Erleichterungen zur Verfügung stehen. Erleichterungen, die den magmatischen Aufstieg gerade nur in bestimmten, dafür besonders prädestinierten Zonen gestatteten. Es muss im besonderen zu gewissen Zerreissungserscheinungen in der Kruste gekommen sein, die dem Magma der Tiefe die Stellen möglichen und günstigen Aufstieges weisen konnten. Solche Zerreissungen, die wir gerade nach dem Abschluss der hercynischen Orogenese als durchaus logische Folge des Massenausgleichs der Tiefen anzunehmen haben, wurden wohl in erster Linie angebahnt längs älteren, an sich schon längst bestehenden und tiefreichenden Bruchsystemen. Auf den näheren Mechanismus dieser Dinge und die möglichen Ursachen desselben habe ich eben erst an anderer Stelle und im weiteren europäischen Rahmen hingewiesen; es sei daher hier nur versucht, dieses uralte Geschehen, gestützt auf die in unserem Falle konkret vorliegenden Dokumente, einigermassen zu rekonstruieren und als genetische Grundlage der magmatischen Geschichte des Bernina- und des Dentblanche-Systems eine gewisse Bruch-, ja eigentliche Horst-Grabentektonik früherer Zeiten plausibel zu machen. Und da lässt sich, durchaus entsprechend den schon pag. 213 für die Dentblanche gemachten Andeutungen, zunächst in Bünden auch heute noch folgendes feststellen.

In den kristallinen Kerngebieten Bündens, und dort in erster Linie auch erkannt, ja in seinen beidseitigen Abgrenzungen durch meine Aufnahmen im Gebiet der Bernina-Karte im besonderen auch näher festlegbar geworden, lässt sich ein grossartiger uralter «Grundgraben» erkennen, der allem Anschein nach, seinen Verbindungen mit dem Wallis gemäss, einigermassen im heutigen Alpenstreichen verlief, d. h. vielmehr, dem das heutige Alpenstreichen auch weit später in Wirklichkeit folgte. Das ist der Graben, in welchem auch heute noch die im Gefolge mächtiger algonkischer, genauer post-jatulischer Orogenesen schliesslich katametamorph gewordenen Gesteinsgesellschaften der im alpinen Grundgebirge so auffallenden «Schiefer-Marmorserien» vom Typus der Valpelline, der Fedoz- oder der Tonale-Serie erhalten geblieben sind. Diese heute auf ganz verschiedene tektonische Einheiten verteilten alten «Marmorserien», für deren einstigen Zusammenhang über grössere Räume hinweg aber ihre durchaus analoge Ausbildung, Aufgliederung und Metamorphose spricht, sind deutlich vor-jotnischen Alters; das zeigt ihre primäre Überdeckung durch die Casannaschiefergruppe des alpinen Grundgebirges in vielen Gebieten, mit deutlichen,

ja oft recht scharfen Diskordanzen sogar und selbst zwischengeschalteten alten Verwitterungszonen. Aber diese auffälligen Marmorserien sind heute nur mehr auf ganz bestimmte Sonderregionen des alpinen Querschnittes beschränkt, und in der Regel überlagern die epimetamorphen Casannaschiefer-Serien über weiteste Strecken ganz direkt das durchaus marmorfreie ältere, zum Teil sicher schon archäische tiefere Grundgebirge, ohne jede Spur einer dazwischen eingeschalteten Marmorserie. Die Marmorserien vom Typus Valpelline, Fedoz, Tonale sind somit auf ganz bestimmte Sonderstreifen beschränkt, neben denen sie, und zwar vor dem darüber hinweggreifenden Absatz der Casannaschiefergruppe, durch vor-jotnischen Abtrag entfernt worden sind. Diese Marmorserien sind somit erhalten geblieben in alten grabenartigen Vertiefungen; sie bildeten einst, gemäss ihrem oft unvermittelt, mit beträchtlichen Mächtigkeiten regelrecht brüsken Einsetzen, die niedergesunkene Füllung eigentlicher algonkischer Gräben, über der sich dann später, aber nunmehr gleichmässig über diese Grabenstreifen und die angrenzenden Hochgebiete hinweg, die Casannaschiefergruppe bildete. Nur auf solche Weise können wir die im gesamtalpinen Kristallinprofil doch nur lokale, aber eben gerade darum so besonders auffallende heutige Verbreitung dieser Marmorserien im alpinen Grundgebirge verstehen.

Diese Valpelline/Fedoz-Gesteine kennen wir im bündnerischen Querprofil, wenn auch gemäss ihrer jüngeren Zerhackung nicht mehr durchgehend erhalten, im besonderen Abschnitt zwischen dem nördlichen Margna-Raum im Muretto- und Fedoz-Gebiet, jenem der Bernina-Decke und der eigentlichen Tonale-Zone der Campodecken-Wurzel. Im Süden der Tonale-Zone fehlt diese Marmorserie, in der ganzen Silvretta und im orobischen Wurzelabschnitt; und auch im Norden bleibt eine der Valpelline/Fedoz-Serie analoge Gesteinsgesellschaft unbekannt bis in den Gotthard- und den heutigen Aarmassiv-Raum hinein. Die jungen Casannaschiefer-Serien aber ziehen in ihrer primären Verbreitung praktisch durch, von den Edolo-Schiefern und den Landecker-Phylliten über die klassischen Casannaschiefer des Campo- und des Bernina-Raumes ins südliche und nördliche Penninikum und selbst in die helvetischen Massive, und diese Casannaschiefergruppe der obersten Abteilung des alpinen Grundgebirges wurde nur an wenigen Stellen infolge späterer Vorgänge auch über breitere Zonen wieder entfernt.

Dieser ausgedehnte Grundgraben der vorjotnischen Zeit, dessen Breite zwischen Margna- und Tonale-Zone wir, selbst einen hercynischen Zusammenschub des Gebietes nicht miteingerechnet, an Hand der Hintereinanderreihung der heutigen Deckenkomplexe noch einigermassen, mit wohl mindestens 200 km, abzuschätzen imstande sind – womit dieser Grundgraben keineswegs aus dem Rahmen auch sonst üblicher Grabenbreiten fällt (Kristianiagraben bloss ± 80 km, erythräischer Graben 250–300 km) –, war gemäss dieser Grössenordnung bestimmt nicht einfach gebaut, sondern durch weitere Innenbrüche aufgegliedert in zentralere Sondergräben und mehr randlich gelegene Bruchtreppen-Flächen. Aus diesen Breitenverhältnissen wird aber weiter ganz selbstverständlich, dass dieser «Valpelline/Fedoz/Tonale-Graben» Graubündens auch eine entsprechende Längserstreckung gehabt haben muss, und dass wir aus diesen

Gründen ruhig einen primär überhaupt durchgehenden eigentlichen «Valpelline-Graben» von allermindestens dem tyrolischen Gebirgsabschnitt bis in den Dentblanche-Bereich annehmen dürfen. Diese weit durchziehende alte tektonische Grundanlage ermöglichte später aber auch eine analoge weitere Fortentwicklung in den verschiedenen Sektoren des heutigen Alpenraumes und damit schliesslich selbst eine durchaus analoge Aufgliederung des alpinen Grundgebirges, somit analoge Grundlagen für die schliessliche tekto-

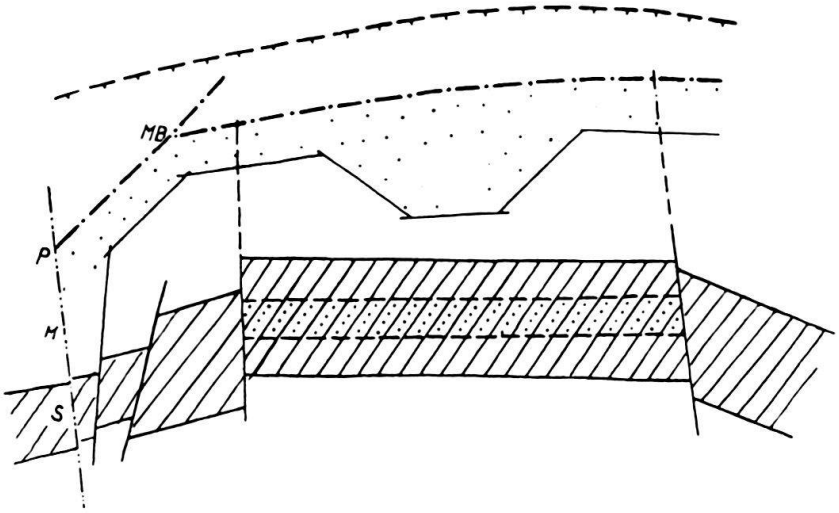


Fig. 10. Grundriss-Schema des Valpelline-Grabens hinter der Aare-Granit-Achse.

Klippendecken-Front.
Aaregranit-Achse mit Abfiederung zu Mont Blanc-Achse.
Achse Pelvoux-Mercantour-Korsika.
Raum der helvetischen und tiefpenninischen Decken.
Valpelline-Grundgraben mit Innengliederung, zerschnitten durch die alten Querzonen Dentblanche–Wildstrubel und Bernina–Glarus.

nische Auflösung des alpinen Raumes über weite Strecken hinweg. **Da** liegen die eigentlichen Grundlagen für ein wenigstens zonenweise grossartig entwickeltes längeres Durchziehen tektonischer Sonderelemente der heutigen Alpen. Beidseits dieser fundamentalen Grabenzone mochten, im Süden und im Norden derselben, ähnlich weit durchhaltende alte Leitlinien fehlen oder in ihrer Bedeutung zurücktreten, weshalb keineswegs alle tektonischen Elemente des heutigen Gebirges in gleicher Weise durchzuhalten brauchen, wie etwa die auffallende Sonderzone im Bereich des alten Valpelline-Grabens. Im alpinen Westen scheint dieser alte vor-jotnische Grundgraben übrigens bereits etwas gegen Süden versetzt, indem derselbe offenbar erst in der heutigen Mont Mary-Zone sich bemerkbar macht, dafür aber bis in die Zone von Ivrea, d. h. den heute oberostalpinen Wurzelraum zurückreichte. Liegen hier Anzeichen zu einem uralten Abbiegen oder Abfiedern der Grabenachsen gegen Südwesten hin vor? Vielleicht aber machen sich ähnliche Abirrungen auch geltend weit im Osten, in den alten Marmorserien der südlichen Ötzmasse, im Westen des Brenners etwa.

Die einstige, aus seiner Breite abzuleitende primäre Innengliederung des Valpelline-Grundgrabens in einzelne Sonderstreifen ermöglichte nun aber auf durchaus natürliche Weise auch ein in gewissen Zeiten mit grosser Leichtigkeit abermals spielendes späteres Wiederaufleben der diese Sonderstreifen begrenzenden Bruchscharen und damit auch eine weit spätere Zerstückelung des ausgedehnten ursprünglichen Valpelline-Grabenraumes. Infolge dieser viel jüngeren Zerstückelung wurden gewisse Teile des primären Valpelline-Grabensystems gehoben, andere versenkt. Es mochten innerhalb des alten Grundgrabens gewisse Streifen horstartig emporgepresst werden, andere niedersinken zu weiteren Sondergräben, und diesem erst im Laufe der Zeit rein sekundär erfolgten Grabenspiel, das vielleicht sogar erst in späthercynischer Zeit in vermehrtem Masse wieder einsetzte, mochte die heute erkennbare nähere Verteilung der posthercynischen Eruptiva folgen. Es wird einer späteren Studie vorbehalten sein, diesen Dingen an Hand der konkret beobachtbaren Tatsachen noch näher nachzugehen; vorderhand sei für den vermutlichen Ablauf der Dinge auf die Darstellung derselben auf Tafel IV verwiesen.

Auf diesen Grundlagen aber scheint es durchaus möglich, dass die Verteilung der Bernina- und der Arolla-Eruptivmassen, als geleitet von denselben alten Innenbrüchen des grossen «Valpelline-Grundgrabens», eine im Prinzip durchaus gleichartige war. Dass effektiv der Sella-Komplex nach seiner tektonischen Lage im Querprofil dem Arollagneiss-Komplex des Mont Mary entspricht, dass gleicherweise der grosse nördliche Hauptstock des nunmehrigen Bernina-Systems in der Err-Grevasalvas-Corvatsch-Zone in der grossen nördlichen Hauptmasse der Arolla-Eruptivkörper im Raume zwischen Weisshorn und Matterhorn abermals in durchaus ähnlicher Lage erscheint und dass schliesslich auch die mächtige südliche Eruptivmasse des Bernina-Systems, in der Julier- und im besonderen in der heutigen Bernina-Decke, zwischen denselben alten Innenbrüchen des primären Valpelline-Grabens sich einstellt wie weit im Westen der mächtige südliche Granodioritstock der heutigen «Dentblanche-Scholle». Wohl ist, gemäss den Gegebenheiten in der Wurzelzone der Dentblanche- und der Bernina-Decke auch heute noch anzunehmen, dass die Bernina- und die Dentblanche-Eruptivmassen auf ursprünglich voneinander weit getrennten Eruptivzentren entstanden, in Gebieten, wo die alten «Valpelline-Brüche» gekreuzt wurden von quer dazu verlaufenden erythräisch gerichteten Bruchscharen, den adriatischen im Osten, den tyrrhenischen im Westen; im einzelnen aber leiteten doch in beiden Eruptivzentren die gleichen uralten «Valpelline-Linien» als weithin durchstreichende Längsbrüche den Aufstieg der Magmen. Daher kam es auch zu einer so ähnlichen Verteilung der Eruptivmassen; einer Verteilung der Eruptivmassen, die später dann schliesslich auch zu einer durchaus analogen alpin-tektonischen Aufgliederung dieser Eruptivgebiete führte.

So wird es verständlich, wenn, trotz an und für sich primär deutlich gesonderten Eruptivzentren von Dentblanche und Bernina, die endliche tektonische Aufgliederung in beiden Gebieten doch eine äusserst ähnliche geworden ist. Die uralten, weit durchziehenden Leitlinien des primären Valpelline-Grabensystems der vor-jotnischen Zeiten blieben massgebend für die tektoni-

schen Impulse und mechanischen Reaktionen der Kruste bis in die mächtigen Aufbrüche der alpinen Orogenese, und die alpinen Zusammenschübe benutzten diese weit durchziehenden einstigen Grabengrenzen als zu Bewegungen jederzeit besonders gerne bereite Bruchscharen mit besonderer Leichtigkeit weiter. Hier liegt der Grund für die an sich so überraschenden tektonischen Analogien zwischen Dentblanche- und Bernina-System, selbst über eine Strecke hinweg, die weit über die Verbreitung der gegenseitigen und klar voneinander getrennten Eruptivmassen hinausreicht. Und ist es nicht ein weiteres Zeichen für dieses grossartige Durchziehen der Dentblanche-Grundtektonik vom Wallis bis nach Bünden hinein, dass auch die aus diesem Bernina/Dentblanche-System vorgeschürften Sedimentpakete heute mit trotz manchen Variationen doch auffallend gleichartiger Innengliederung ebenfalls durchziehen vom Walliser Querschnitt bis nach Bünden hinein: in den abgescherten und im Bereich des Aarmassivs auch noch passiv weiter abgeglittenen Massen der schweizerischen Klippendecke zwischen Chablais, Préalpes romandes, den Klippen der Zentralschweiz und dem Rätikon? Wohl machen sich im einzelnen auch hier, genau wie in der kristallinen Kernzone zwischen Bernina und Dentblanche, klare Unterschiede in der faziellen Entwicklung vom Walliser über den Tessiner zum Bündner Sektor geltend, die zurückgehen auf die Auswirkungen der schon für die Verbreitung der posthercynischen Eruptiva verantwortlichen alten Querlinien im alpinen Geosynklinalraum; es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass die Klippendecken-Elemente als Ganzes, vom Chablais bis zum Rätikon und bis ins Unterengadin, allesamt dem grossen, im Prinzip, d. h. mit seinen uralten stets weiter vererbten Leitlinien ebenfalls durchziehenden Bernina/Dentblanche-System entstammen: dem gleichen grossen Ursprungsraum somit, der Frontzone der ostalpinen Bezirke. Wohl erfolgten die Abscherungen der Klippenserien von ihrem alten Untergrund im Osten und im Westen in verschiedenen Niveaus, einmal – im Walliser Querschnitt – in der Trias, ein anderes Mal – im Osten – erst im Dogger und im Malm, wohl ist des weiteren die Entwicklung etwa der Falknis-Serie eine gegenüber den der Falknis-Decke tektonisch entsprechenden äusseren Zonen der Préalpes médianes vielfach abweichende; aber vielleicht ergeben sich gerade daraus weitere Lösungen vermeintlicher Widersprüche. Die vollständigere Entwicklung der jüngeren Klippensedimente im Falknis-Raum, besonders ausgesprochen im Falknis-Malm und von da über die Unter- und Mittelkreide, von Neokom über mächtig entwikkelte Urgon- und Gaultserien bis in die Couches rouges hinauf, lässt vielleicht verstehen, dass auch im Rücken des Bernina-Stammsystems neben kalkigem Malm in gewissen Abschnitten der Err-Decke auch schon recht ausgedehnte Radiolarit-Serien zur Ausbildung kamen, deren Vertreter wir in der von der Dentblanche abgeschobenen Masse der Préalpes romandes nach bisheriger Auffassung der Dinge nirgends kennen. Immerhin sind aber solche Radiolarit-Serien trotzdem, wenigstens auf den südlichen Abschnitten der Dentblanche-Masse, einst vorhanden gewesen; in Gebieten zwar, die heute bereits zu Teilen der Simmendecke abgeschoben worden sind. Oder entstammen die Radiolarit-Serien der eigentlichen Simmendecke zwischen Rhone und Simmental am Ende auch ihrerseits dem gleichen, in sich ja so mannigfaltig gearteten Bernina/Dent-

blanche-Raum, in dem im Osten die Radiolaritgebiete der südlichen Err-Decke sich einschieben zwischen die kalkige Falknis-Entwicklung und den einstigen Sulzfluh-Abschnitt im Hangenden der Bernina-Decke? Auch die Brecciendecke der westlichen Schweizeralpen kann, entsprechend der Entwicklung am Sassalbo, durchaus noch aus dem Dentblanche-Raume stammen und erst die seltsame «Nappe des Gets» des Chablais, die, wenn auch nur mehr in kümmerlichen Resten, aber in klarem Gegensatz zur Simmendecke der Préalpes romandes, ganz ohne Zweifel *über* die Brecciendecke sich breitet, ist mit Sicherheit wirklich jenseits des Dentblanche-Wurzelraumes, im eigentlichen Canavese einzureihen. Deren Granite, Radiolarite, Saluvergesteine, Ophiolithe, um nur diese zu nennen, entsprechen samt ihren Verbandsverhältnissen in jeder Hinsicht den in diesem Canavese feststellbaren Gesteinsgesellschaften.

Eine Herkunft der klassischen Simmendecke zwischen Rhone und Aare aus diesem gleichen südlichen Randbezirk des Dentblanche-Systems ist aber keineswegs gesichert und es wird Gegenstand weiterer Untersuchungen bleiben müssen, ob dieselbe nicht überhaupt irgendwie eingeschaltet lag zwischen Klippen- und Brecciendecken-Raum, d. h. im Prinzip primär ähnlich gelagert war wie etwa die Radiolarit/Kreide-Serien der südlichen Err-Decke im Saluverbezirk. Das würde dann aber nichts anderes heissen, als dass die sog. «Innere Zone» der Préalpes médianes, d. h. die Zone mit Mytilusdogger, zwischen Gastlosen-Kette und Niesenflysch auch ihrerseits noch weiter aufgetrennt wäre in die externere Zone der Gastlosen, die von der Simmendecke als dem nächstangeschlossenen Faziesraum überfahren wurde, und jene der Spillgerten und der Rubli-Gummfluh, die, als internere Sondereinheit, damit südlich an den Simmendecken-Raum angefügt werden müsste. In der Tat sind ja Gastlosen- und Gummfluh-Zone, besonders nach den neueren Untersuchungen von LUGEON und GAGNEBIN, tektonisch voneinander sauber getrennt und diese Auftrennung ist, nach dem Stand der Dinge am Innenrand der Mulde von Leysin in der Grande Eau, wahrscheinlich eine recht tiefgreifende. Nur die eigentlichen Préalpes rigides im Sinne von LUGEON und GAGNEBIN zwischen Mont d'Or und dem Fusse der Simmentaler Burgfluh wären dann der Sulzfluh-Decke Bündens äquivalent, und die Radiolarit-Räume der wirklichen Simmendecke lägen, mitsamt dem Simmenflysch und den Mocausa-Konglomeraten, in gleicher Weise eingeschaltet zwischen kalkigen Malm – der Médianes plastiques und der Médianes rigides –, wie in Bünden der Radiolarit-Raum der südlichen Err-Decke samt der Saluverserie sich einfügt zwischen den Heimatraum des Falknis-Malms am Nordrand der Err-Stirn und jene der Sulzfluh-Kalke im Rücken der Bernina-Decke. Weitere Entscheide in dieser Richtung bleiben damit noch von grösserem Interesse.

So liegen im einzelnen hier noch manche wichtige Fragen offen, deren Lösung für einen genaueren Vergleich des im Wallis für immer verschwundenen Dentblanche-Deckenrückens mit jenem des Bernina-Systems von grosser Wichtigkeit wäre. Als Ganzes aber haben wir ohne Zweifel anzunehmen, dass, ganz ähnlich wie die tektonischen und faziellen Züge in den Kernkörpern des Bernina/Dentblanche-Systems, auch die Sedimenthüllen desselben geschlossen durchzogen, vom Wallis nach Graubünden hinein, genau wie ihre abgescherten Abschnitte in

der Klippendecke zwischen Chablais und dem Rätikon dies mit aller Deutlichkeit demonstrieren. Die Übereinstimmungen im Bau der kristallinen Kernkörper des Bernina/Dentblanche-Systems werden solchermassen glänzend ergänzt durch das Durchstreichen der Klippendecken-Elemente vom Chablais bis in den Rätikon und selbst darüber hinaus.

Mit diesen letzten Feststellungen aber zeigt sich einmal mehr, dass die tektonischen Elemente der Alpen wohl zonenweise in ihrem Streichen einander ablösen können und dass der Bau der Alpen in verschiedenen Segmenten damit durchaus verschieden gestaltet sein kann, dass andererseits aber doch auch ganz gewaltige Einheiten erster Ordnung in diesem grossartigen Gebirgsbau vorliegen, die dank uralten, weit durchstreichenden und tief im basalen Grundgebirge verankerten Anlagen über die ganze Länge der Schweizeralpen zum allermindesten durchzuhalten vermochten. Das ist der Fall für das Bernina/Dentblanche-System als Ganzes, das ist der Fall auch für die aus demselben vorgescherten Pakete der Klippendecke. Und ist dies im Grunde genommen ein besonderes Wunder, wenn wir andererseits die penninische Zone als Ganzes durchstreichen sehen von den Westalpen bis zum östlichen Alpenrand, oder die Sonderzone des Briançonnais sich hinzieht von Ligurien bis nach Graubünden hinein?

Die grundlegende Einsicht Emile Argands in die Grösse und Weiträumigkeit des alpinen Baues hat damit einmal mehr, aufbauend auf seinem alten einstigen Forschungsgebiet in den zentralen Walliseralpen und meinem eigenen im Berninagebirge, ihre klare Bestätigung gefunden.

Es gibt in den Alpen ganz ohne jeden Zweifel eine gewaltige und weiträumige Tektonik im Sinne Emile Argands, und dies mit diesem Beitrag erneut bekräftigt zu haben, erfüllt mich als alten und langjährigen Weggenossen gerade Argands mit besonderer Freude. Dass manches von Argands Ansichten nach 40 und 50 Jahren weiterer Alpenforschung überholt ist und mit den erreichten Fortschritten unserer geologischen Erkenntnis auch nicht mehr zur Gänze vereinbar sich erwies, ist nur verständlich und es wäre traurig um die Alpengeologie bestellt, wenn dies nicht so wäre und nach dem Markstein, den Argand uns gesetzt hat, kein weiterer Fortschritt mehr hätte erzielt werden können. Als Ganzes aber werden die klassischen Grundideen Emile Argands noch auf lange hinaus das Feld in der Alpengeologie behaupten, auch wenn im Detail noch so vieles Neue unserer Erkenntnis stetsfort noch zuzufügen sein wird.

Fex, 29. Dezember 1956.

Der Druck dieser Arbeit wurde sehr wesentlich unterstützt durch einen Beitrag der Jubiläumsspende der Universität Zürich, der infolge bereits vollendeten Umbruchs an dieser Stelle, aber nicht minder herzlich verdankt sei.

BENUTZTE LITERATUR

ARGAND, E. (1906): *Sur la tectonique du massif de la Dent Blanche.* C. R. Acad. Sc.

– (1909): *L'exploration géologique des Alpes Pennines Centrales.* Bull. Lab. Géol. Univ. Lausanne, No. 14.

– (1909b): *La Doire Baltée en aval d'Aoste.* Revue Géographie *3*, Paris.

– (1911): *Les Nappes de recouvrement des Alpes Pennines et leur prolongements structuraux.* Mat. carte géol. Suisse, [n. sér.], 31e livr.

– (1916): *Sur l'arc des Alpes Occidentales.* Eclogae geol. Helv. *14.*

– (1923): *La géologie des environs de Zermatt.* Soc. helv. Sci. nat.

– (1934): *La zone pennique.* Geol. Führer der Schweiz, fasc. 3.

BARTHOLMÈS, F. (1920): *Contribution à l'étude des roches éruptives basiques contenues dans le massif de la Dent Blanche.* Bull. Lab. Univ. Lausanne *27.*

BRUN, A. (1894): *Note sur les gabbros d'Arolla.* Arch. Sci. phys. et natur. Genève III. 32.

– (1899): *Péridodite et gabbro du Matterhorn.* Ibidem IV. 12.

CORNELIUS, HP. (1935–1951): *Geologie der Err-Julier-Gruppe.* I.–III. Teil, Beitr. geol. K. Schweiz [NF] 70. Lfg.

DIEHL, E. A. (1938): *Geologisch-Petrographische Untersuchung der Zone du Grand Combin im Val d'Ollomont.* Schweiz. min.-petr. Mitt. *18.*

DIEHL, E. A., MASSON, R., & STUTZ, A. H. (1952): *Contributi alla conoscenza del ricoprimento Dent Blanche.* Mem. Ist. Geol. Min. Univ. Padova *17.*

ESCHER, A., & STUDER, B. (1839): *Geologische Beschreibung von Mittelbündten.* Denkschr. S. N. G., *3.*

FRANCHI, S. (1906): *Appunti geologici sulla zona diorito-kinzigitica Ivrea-Verbano e sulle formazioni adiacenti.* Boll. R. Com. geol. *36.*

GERLACH, H. (1869): *Die Penninischen Alpen.* Denkschr. S. N. G. *23.*

– (1871): *Das südwestliche Wallis.* Beitr. geol. K. Schweiz, 9. Lfg.

GIORADANO, F. (1869): *Notice sur la constitution géologique du Mont Cervin.* Arch. Sci. phys. natur. Genève.

GÖKSU, E. (1947): *Geologische Untersuchungen zwischen Val d'Anniviers und Turtmanntal.* Prom.-Arbeit, E.T.H. Zürich, Istanbul.

GÜLLER, A. (1948): *Zur Geologie der südlichen Mischabel- und der Monte Rosa-Gruppe.* Eclogae geol. Helv. *40*, Diss. E.T.H. Zürich.

HAGEN, T. (1948): *Geologie des Mont Dolin und des Nordrandes der Dent Blanche-Decke zwischen Mont Blanc de Cheilon und Ferpècle (Wallis).* Beitr. geol. K. Schweiz [NF] 90. Lfg.

– (1951): *Über den geologischen Bau des Mont Pleureur,* Eclogae geol. Helv. *44.*

HEIM, ALB. (1916–1922): *Geologie der Schweiz* (Tauchnitz, Leipzig).

HERMANN, F. (1913): *Recherches géologiques dans la partie septentrionale des Alpes Pennines* (Lyon).

– (1925): *La struttura delle Alpi Occidentali.* Atti Soc. Ital. Sci. natur. *64.*

ITEN, W. (1949): *Zur Stratigraphie und Tektonik der Zone du Combin zwischen Mettelhorn und Turtmanntal.* Eclogae geol. Helv. *41.*

JACCARD, F. (1907): *La région Rubli–Gummfluh.* Bull. Soc. Vaud. Sci. natur. *43.*

JÄCKLI, R. (1950): *Geologische Untersuchungen in der Stirnzone der Mischabeldecke zwischen Réchy, Val d'Anniviers und Visp.* Eclogae geol. Helv. *43.*

LUGEON, M., & ARGAND, E. (1905a): *Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piémont.* C. R. Acad. Sci. Paris.

– (1905b):—*Sur les homologies dans les nappes de recouvrement de la zone du Piémont.* Ibidem.

LUGEON, M., & GAGNEBIN, E. (1941): *Observations et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes romandes.* Bull. Lab. géol. Univ. Lausanne *72.*

MASSON, R. (1938): *Geologisch-Petrographische Untersuchungen im unteren Valpelline.* Schweiz. min.-petr. Mitt. *18.*

NIGGLI, P. (1919): *Petrographische Provinzen der Schweiz.* Vjschr. naturf. Ges. Zürich *64.*

NIGGLI, P., DE QUERVAIN, F., & WINTERHALTER, R. U. (1930): *Chemismus schweizerischer Gesteine.* Beitr. Geol. Schweiz. [geotechn. S.] 14. Lfg.

NOVARESE, V. (1906): *La zona d'Ivrea.* Boll. Soc. geol. Ital. *25.*

– (1912): *Relazioni preliminari sulla campagna geologica dell'anno 1911. Alpi Occidentali.* Boll. Uff. geol. Ital.

ROESLI, F. (1946): *Zur Frage der Existenz unterostalpiner (grisonider) Elemente im Westalpenbogen.* Eclogae geol. Helv. *39.*

SCHÄFER, R. W. (1895): *Über die metamorphen Gabbrogesteine des Allalingebietes im Wallis.* Tschermak's Min. u. Petr. Mitth. *15.*

SCHMIDT, C. (1907): *Über die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizer Alpen.* Eclogae geol. Helv. *9.*

STAUB, R. (1913/14): *Zur Tektonik des Berninagebirges.* Vjschr. naturf. Ges. Zürich. *58.*

– (1915): *Petrographische Untersuchungen im westlichen Berninagebirge.* Ibidem *60.*

– (1916a): *Tektonische Studien im östlichen Berninagebirge.* Ibidem *61.*

– (1916b): *Zur Tektonik der südöstlichen Schweizeralpen.* Beitr. geol. K. Schweiz [NF] 46. Lfg.

– (1916c): *Zur Geologie des Oberengadins und Puschlavs.* Eclogae geol. Helv. *14.*

– (1917a): *Das Äquivalent der Dentblanche-Decke in Bünden.* Vjschr. naturf. Ges. Zürich *62.*

– (1917b): *Über Faziesverteilung und Orogenese in den südöstlichen Schweizeralpen.* Beitr. geol. K. Schweiz [N F]. 46. Lfg.

– (1919): *Über das Längsprofil Graubündens.* Vjschr. naturf. Ges. Zürich *64.*

– (1920a): *Über Wesen, Alter und Ursachen der Gesteinsmetamorphosen in Bünden.* Ibidem *65.*

– (1920b): *Neuere Ergebnisse der geologischen Erforschung Graubündens.* Eclogae geol. Helv. *16.*

– (1921a): *Profile durch die westlichen Ostalpen.* In «Albert Heim» Geologie der Schweiz.

– (1921b): *Zur Tektonik der penninischen Decken in Val Malenco.* Jb. naturf. Ges. Graubünden *60,* Chur.

– (1921/22): *Über die Verteilung der Serpentine in den alpinen Ophiolithen.* Schweiz. min.-petr. Mitt. *2.*

– (1924): *Der Bau der Alpen.* Beitr. geol. K. Schweiz. [NF]. 52. Lfg.

– (1927/28): *Die geologischen Verhältnisse eines Septimertunnels.* Vjschr. naturf. Ges. Zürich.

– (1929): *Erkenntnisse, Probleme und Aufgaben der neuern Alpengeologie.* Antrittsvorlesung Univ. Zürich.

– (1934): *Grundzüge und Probleme alpiner Morphologie.* Denkschr. Schweiz. naturf. Ges. *69.*

– (1934b): *Übersicht über die Geologie Graubündens.* Geol. Führer Schweiz. fasc. III.

– (1936): *Sur les raccords tectoniques entre les nappes Valaisannes et Grisonnes.* C.R.S. Soc. géol. France.

– (1937): *Geologische Probleme um die Gebirge zwischen Engadin und Ortler.* Denkschr. S.N.G. *72.*

– (1937/1942): *Gedanken zum Bau der Westalpen zwischen Bernina und Mittelmeer.* 1. und 2. Teil, Vjschr. naturf. Ges. Zürich *82/87.*

– (1938): *Einige Ergebnisse vergleichender Studien zwischen Wallis und Bünden.* Eclogae geol. Helv. *31.*

– (1942a): *Über den Bau der Zone du Combin der Walliser Alpen.* Ibidem.

– (1942b): *Radiolarit im Walliser Hochpenninikum.* Ibidem.

– (1944): *Die Gebirgsbildung im Rahmen der Erdgeschichte.* Vortrag S.N.G., Jvers.

– (1948a): *Aktuelle Fragen im alpinen Grundgebirge.* Schweiz. min.-petr. Mitt. *28.*

– (1948b): *Über den Bau der Gebirge zwischen Samaden und Julierpass und seine Beziehungen zum Falknis- und Bernina-Raum.* Beitr. geol. K. Schweiz [NF]. 93. Lfg.

– (1950): *Betrachtungen über den Bau der Südalpen.* Eclogae geol. Helv. *42/2.*

– (1951): *Die Beziehungen zwischen Alpen und Apennin und die Gestaltung der alpinen Leitlinien Europas.* Ibidem *44*/1.

– (1952): *Sur la position tectonique et la série sédimentaire du Barrhorn.* C.R.S. Soc. géol. France, Nr. 15.

– (1953): *Grundsätzliches zur Anordnung und Entstehung der Kettengebirge.* Kober-Festschrift, Univ. Wien.

– (1954): *Der Bau der Glarneralpen und seine prinzipielle Bedeutung für die Alpengeologie.* (Verlag Tschudi & Co., Glarus.)

– (1955): *Zur Geologie der Berninagruppe.* Clubführer S.A.C. *5,* 2. Aufl.

– (im Druck): *Klippendecke und Zentralalpenbau.* Beitr. geol. K. Schweiz [NF]. 103. Lfg.

– (1957): *Grundlagen und Konsequenzen der Verteilung der spätherzynischen Massive im alpinen Raum.* Eclogae geol. Helv. *49*/2.

STÖCKLIN, J. (1949): *Zur Geologie der nördlichen Errgruppe zwischen Val d'Err und Weissenstein.* Inaug.-Diss. Univ. Zürich.

STUDER, B. (1851/1853): *Geologie der Schweiz.* 2 Bände (Fr. Schulthess, Zürich.)

– (1872): *Index der Petrographie und Stratigraphie der Schweiz und ihrer Umgebungen.* Bern.

STUTZ, A. H., & MASSON, R. (1938): *Zur Tektonik der Dentblanche-Decke.* Schweiz. min.-petr. Mitt. *18.*

STUTZ, A. H. (1940): *Die Gesteine der Arollaserie im Valpelline.* Ibidem *20.*

DE SZEPESSY SCHAUREK, A. (1949): *Geologische Untersuchungen im Grand Combin-Gebiet zwischen Dranse de Bagnes und Dranse d'Entremont.* Diss. E.T.H., Zürich.

WEGMANN, E. (1922): *Geologische Untersuchungen in Val d'Hérens.* Eclogae geol. Helv. *16.*

– (1923): *Zur Geologie der St. Bernard-Decke im Val d'Hérens (Wallis).* Thèse, Neuchâtel.

WITZIG, E. (1948): *Geologische Untersuchungen in der Zone du Combin im Val des Dix.* Diss. E.T.H., Zürich.

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

Geologische Karten

ARGAND, E. (1908): *Carte géologique du Massif de la Dent Blanche. 1:50,000.* Mat. carte géol. Suisse, carte sp. 52.

– (1911): *Les Nappes de recouvrement des Alpes Occidentales et les terroires environants. Essai de carte structurale. 1:500000, avec 3 pl. de coupes au 1:400000 et au 1:800000.* Ibidem [n. sér.]. 27e livr., carte sp. 64.

– (1934): *Carte géologique de la région du Grand Combin. 1:50000,* ibidem, carte sp. 93.

CORNELIUS, H. P. (1932): *Geologische Karte der Err-Julier-Gruppe. 1:25000.* Spez.-Karte, 115 A und 115 B.

HERMANN, F. (1937): *Carta geologica delle Alpi Nord-Occidentali. 1:200000.*

MASSON, R. (1952): *Carta geologico-petrografica della Valpellina inferiore e della Valle d'Ollomont. 1:25000.*

STUTZ, A. H. ,& MASSON, R. (1938): *Tektonische Karte und Profile. 1:150000,* Schweiz. min.-petr. Mitt. *18.*

STAUB, R. (1923–1926): *Tektonische Karte der Alpen. 1:1000000,* Spez.-Karte 105A. Profile zum Bau der Alpen, *1:50000,* Spez.-Karte 105B und 105C.

– (1921): *Geologische Karte der Val Bregaglia. 1:50000,* Spez.-Karte 90.

– (1926): *Geologische Karte des Avers, 1:50000,* Spez.-Karte 97.

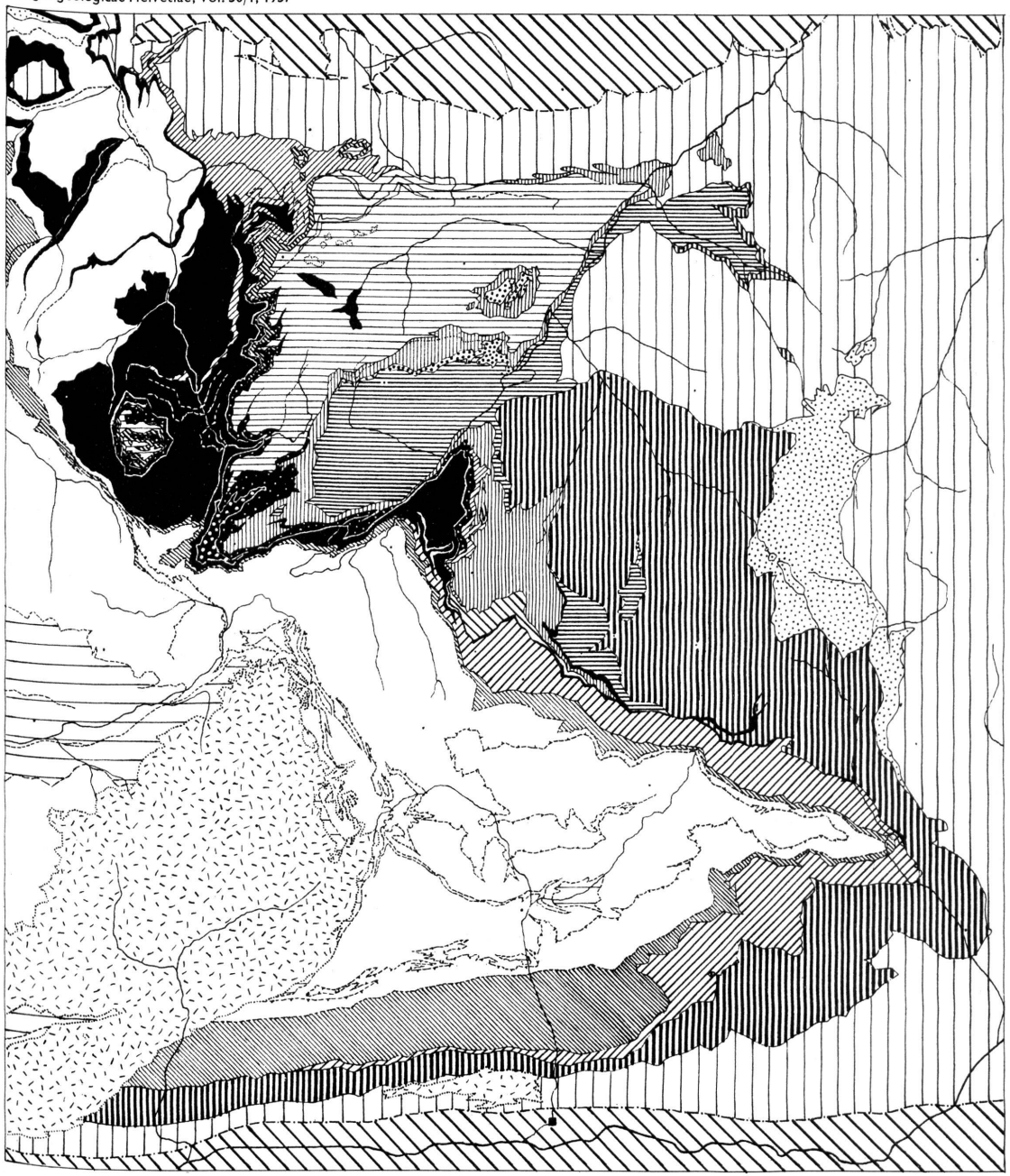
– (1946): *Geologische Karte der Berninagruppe und ihrer Umgebung .1:50000,* Spez.-Karte 118.

– (1948): *Tektonische Skizze der Gebirge zwischen Samaden und Julierpass.* Beitr. geol. K. Schweiz [NF]. 93. Lfg.

Geologische Generalkarte der Schweiz, 1:200000. Geol. Komm. d. S.N.G., Blatt Sion, 1942.

Carta geologica d'Italia, 1:100000, R. Uff. Geol. Roma: fogli: Aosta, Monte Rosa.

Carta geologica delle Alpi Occidentali. 1:400000. R. Uff. geol. Roma, 1908.



Die tektonische Aufgliederung des Bernina-Systems im Rahmen seiner Umgebung

1:250000

- Silvretta-Decke und orobische Wurzel — Oberostalpin
- Campo-Decke, mit Languard, Ortler und Aela (inkl. oberer Sassalbo) — Mittelostalpin

Unterostalpine Einzelschollen

- Stretta
- Bernina
- Julier
- Padella

} Bernina-Decke s. str.

- Corvatsch
- Err
- Castellins

} Err-Decke s. l.

} Bernina-System — Unterostalpin

Ostalpin-penninische Grenzzone

- Carungas-Chastelets
- Sgrischùs

} Mortèl-Decke

Penninische Elemente

- 2 Sursett-Serie: Roccabella 1 u. 2
- 1 Platta-Decke
- Sella-Decke

} Hochpenninikum

- Tremoggia-Zone mit Schamser Haupt-Schubplatte (Weissberg/Kalkberg-Platte, Surcrunas) und Foppa-Wurzel
- Margna-Decke, Oberhalbsteiner Flyschdecken, Suretta-Mesozoikum Avers-Malenco und Adula-Decke (Bondasca)
- Tambo/Suretta-Kristallinkern

} Ober-, Mittel- und Unterpenninikum

Jungalpine Massive

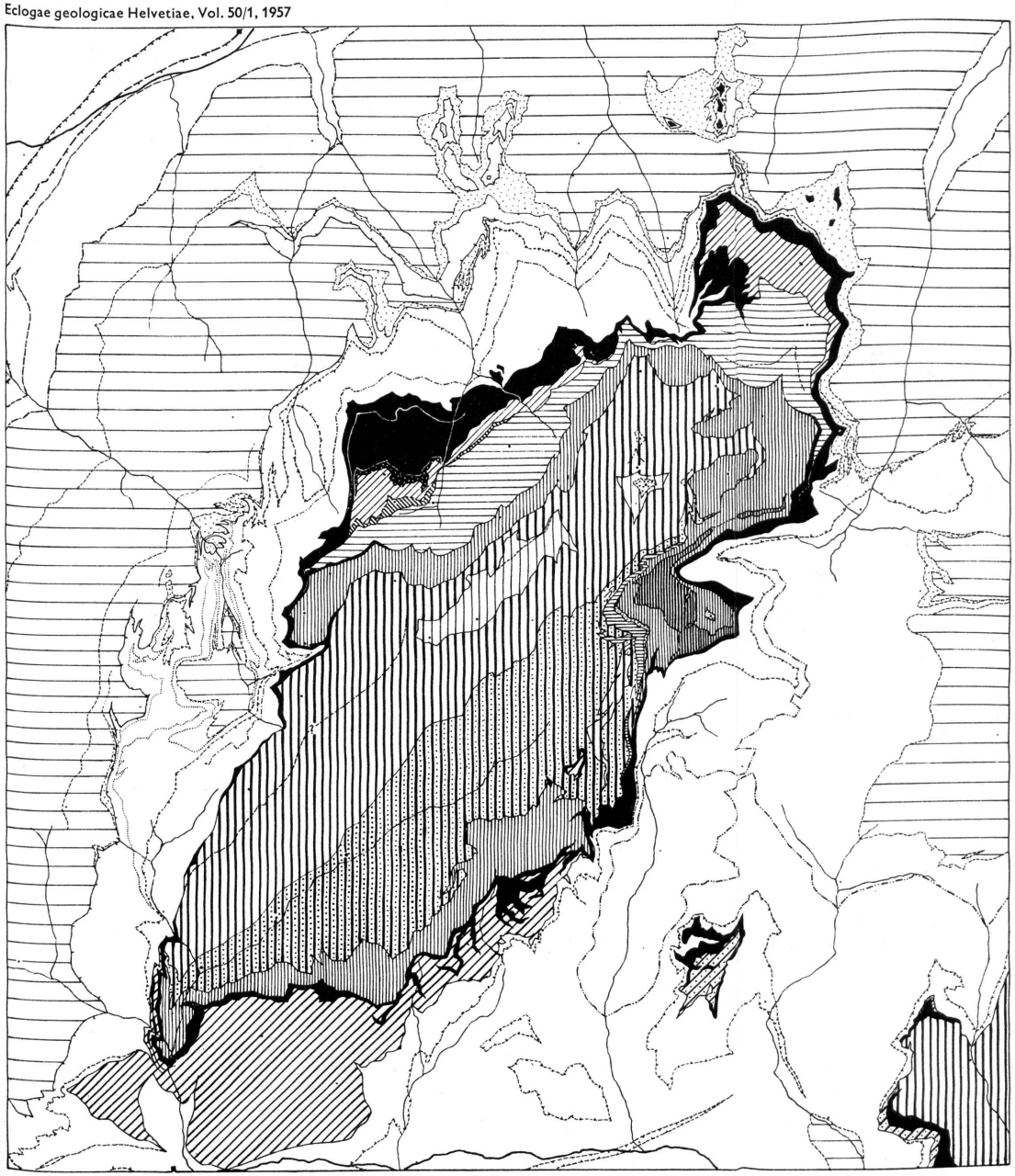
- Bergell, Sondrio

-·-·-·- Basis der Margna-Decke

- - - - - Oberrand Suretta-Kristallin, Fenster von Lanzada und Splügener Mulde

— — — Obergrenze Tiefpenninikum

Anmerkung: Folgende Orte und Berge sind mit Punkten markiert: Aela, Bergün, Bernina, Brusio, Chapütschin, Chiesa, Corno di Campo, Corvatsch, Disgrazia, Duan, Err, Fex, Fora, Grevasalvas, Julier, Kesch, Languard, Livigno, Ot, Palü, Platta, Pontresina, Quatervals, Roseg, Sassalbo, Sasso Moro, Savognin, St. Moritz, Sella, Soglio, Sondrio, Tremoggia, Zuoz.
Für nähere Orientierung vergleiche *R. Staub*, Geologische Karte der Berninagruppe: Tektonische Skizze der südlichen rätischen Alpen.



Die tektonische Aufgliederung des Dentblanche-Systems im Rahmen der zentralen Walliseralpen

1:250000

Oberbau (Dentblanche-Gipfelhaube

Mittelbau (Dentblanche-Gipfelbaute, Mont Collon)

Arolla-Unterbau (Zone Triftjoch–Besso–Grand Cornier–Pigne d'Arolla–Mont Gelé), *und Sesia-Zone*

Valpelline-Unterbau (Hauptserie der Valpelline, Dent d'Hérens-Gipfelbau)

Scholle der Dentblanche («Dentblanche-Scholle»)

Arolla-Serie der «Hérens-Scholle» (Dent d'Hérens-Mittelbau)

Valpelline-Serie der «Hérens-Scholle» (Matterhorn-Gipfelhaube)

Scholle der Dent d'Hérens («Hérens-Scholle»)

Arolla-Serie der «Tsa-Scholle» (Ruinette–Zinalrothorn–Matterhorn, Punta di Cian–Redesàn)

Gabbro-Serie der «Tsa-Scholle» (Tiefenmatten–Basis der Matterhorn-Scholle)

Scholle der Aiguille de la Tsa («Tsa-Scholle»)

Weisshorn-Scholle (mit Schallihorn-Schuppe) — Arolla-Serie und Schallijoch–Gabbros (Col de Seilon–Dent Perroc–Weisshorn)

Zone des Mont Dolin («Dolin-Zone»)

Scholle der Roussette («Roussette-Zone») (Rousette–Couronne de la Bréonna–Bieshorn–Diablons)

Radiolarit-Zone am Col des Ignes

Tracuit-Zone und oberer Würmlizug (Aiguilles Rouges d'Arolla, Hühnerknubel und Roisan–Cima Bianca–Château des Dames)

Zone des Pillonet (Höhere Elemente des Mont Mary und Basisscholle der Sesia-Zone)

Scholle des Mont Mary (Basis des oberen Würmlizuges und der Tracuit-Zone)

Zone des Barrhorns (normaler Sedimentrücken des Mischabel-Kristallins, mit Vanoise-Fazies)

Kristallinkerne der Mischabel-Decke (Gr. St. Bernhard–Mischabel, Boussine, Monte Rosa, Arceza)

Zone des Combin, von Zermatt und Aosta, und Elemente unter dem Mischabel-Kristallin (interneres Penninikum, Briançonnais-Tiefpenninikum-Helvetikum)

Basis der höheren Luette-Zone (Vouasson–Garde de Bordon 2)

Basis der Luette-Zone (By–Giétroz–Sasseneire–Garde de Bordon 1) *und Hörnli/Theodul-Zone* (= unterer Würmlizug von Zermatt = Umrahmung des Dixence-Fensters = Basis der westalpinen Nappe des Schistes lustrés)

Grenznaht der Ophiolithdecken von Zermatt–Valtournanche und Sometta–Gran Tournalin–Châtillon.

Basis der Zone von Zinal (Bündnerschiefer-Decken des Avers)

Abgrenzung der *Bündnerschiefer-Decken innerhalb der Zone von Zinal* in Val de Bagnes und Combingruppe.

Obergrenze des Mischabel-Kristallins, der Monte Rosa- und Arceza-Kuppel sowie Spur des Bagnesfächers östlich Evolène.

Basis des Mischabel-Kristallins

Basis der Briançonnais-Zone s. str. (Carbonzone)

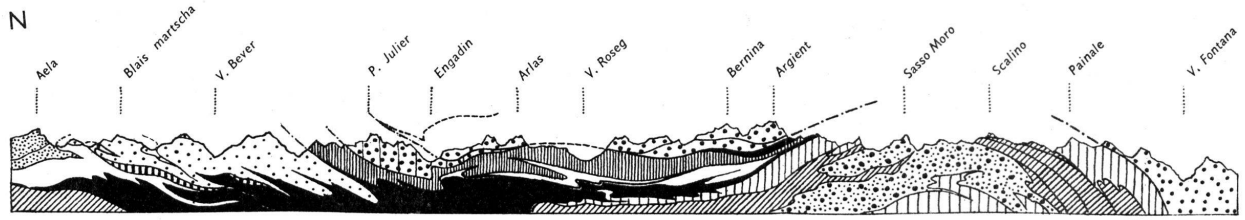
Basis des Subbriançonnais s. l.

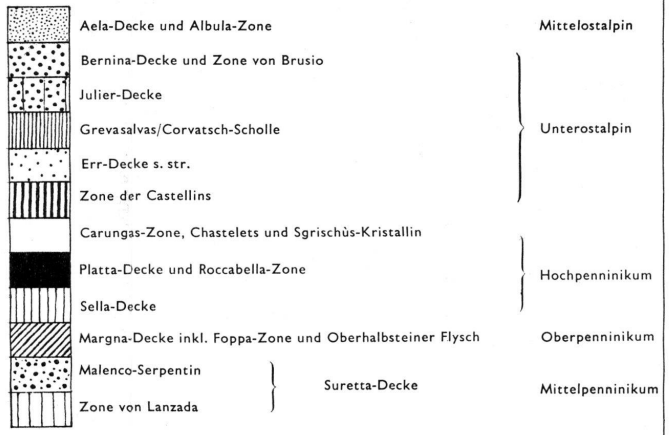
Basis der Zone von Sion = Gesamtpenninische Basis, Obergrenze Helvetikum

Mit Punkten sind markiert: Aiguille de la Tsà, Aiguilles Rouges, Aosta, Arolla, Ayas, Besso, Bouquetins, Breuil, Brunegghorn, Brusson, Châbles, Châtillon, Col de la Dentblanche, Dentblanche, Dent d'Hérens, Dents de Veisivi, Diablons, Evolène, Fionnay, Grand Combin, Grand Cornier, Gran Sommetta, Gressoney, Grimentz, Gornergrat, Hérémence, Lourtier, Lyskamm, Matterhorn, Mettelhorn, Mont Blanc de Seilon, Mont Collon, Mont Dolin, Mont Gelé, Mont Mary, Mont Miné, Mont Pleureur, Mont Velan, Obergabelhorn, Ollomont, Petit Collon, Pigne de l'Allée, Pigne d'Arolla, P. d'Otemma, Riddes, Rocs de Boudry, Rosablanche, Roussette, Ruinette, St. Jaques, Sasseneire, Sion, Tête Blanche, Valpelline, Valtournanche Vex, Vissoie, Weisshorn, Zermatt, Zinal, Zinalrothorn.

Generelles Querprofil durch das Bernina-System Bündens

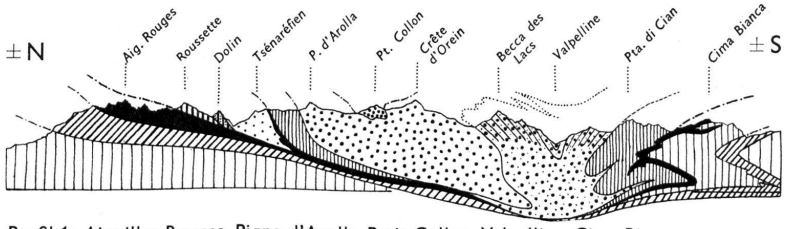
1:250000



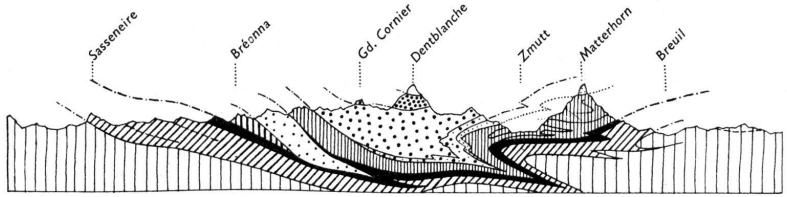


Schematische Querprofile durch das Dentblanche-System des Wallis

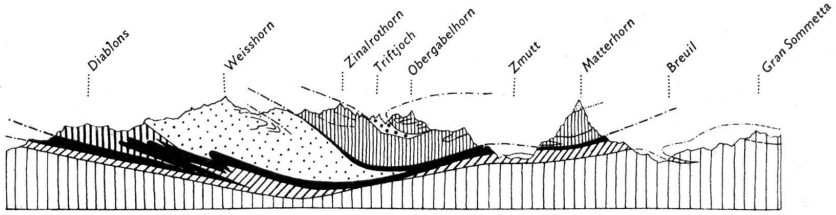
1:250000



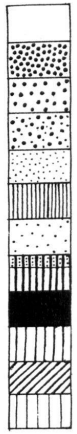
Profil 1: Aiguilles Rouges–Pigne d'Arolla–Petit Collon–Valpelline–Cima Bianca.



Profil 2: Sasseneire–Grand Cornier–Dentblanche–Matterhorn–Breuil.



Profil 3: Diablons–Weisshorn-Zinalrothorn–Obergabelhorn–Matterhorn–Breuil.



«*Dentblanche-Scholle*»
- Oberbau
- Mittelbau
- Arolla-Unterbau
- Valpelline-Basis

Scholle der Dent d'Hérens

Scholle der Aiguille de la Tsa und des Matterhorns, samt Arolla-Serie der Punta di Cian

Weisshorn-Scholle

Roussette-Diablons-Scholle, mit Zone des *Mont Dolin*

Tracuit-Zone und oberer *Würmlizug*

Mont Mary-Kristallinkern

Westalpine Schistes lustrés-Decke (Hörnli-Zone, Sasseneire- und Luette-Elemente)

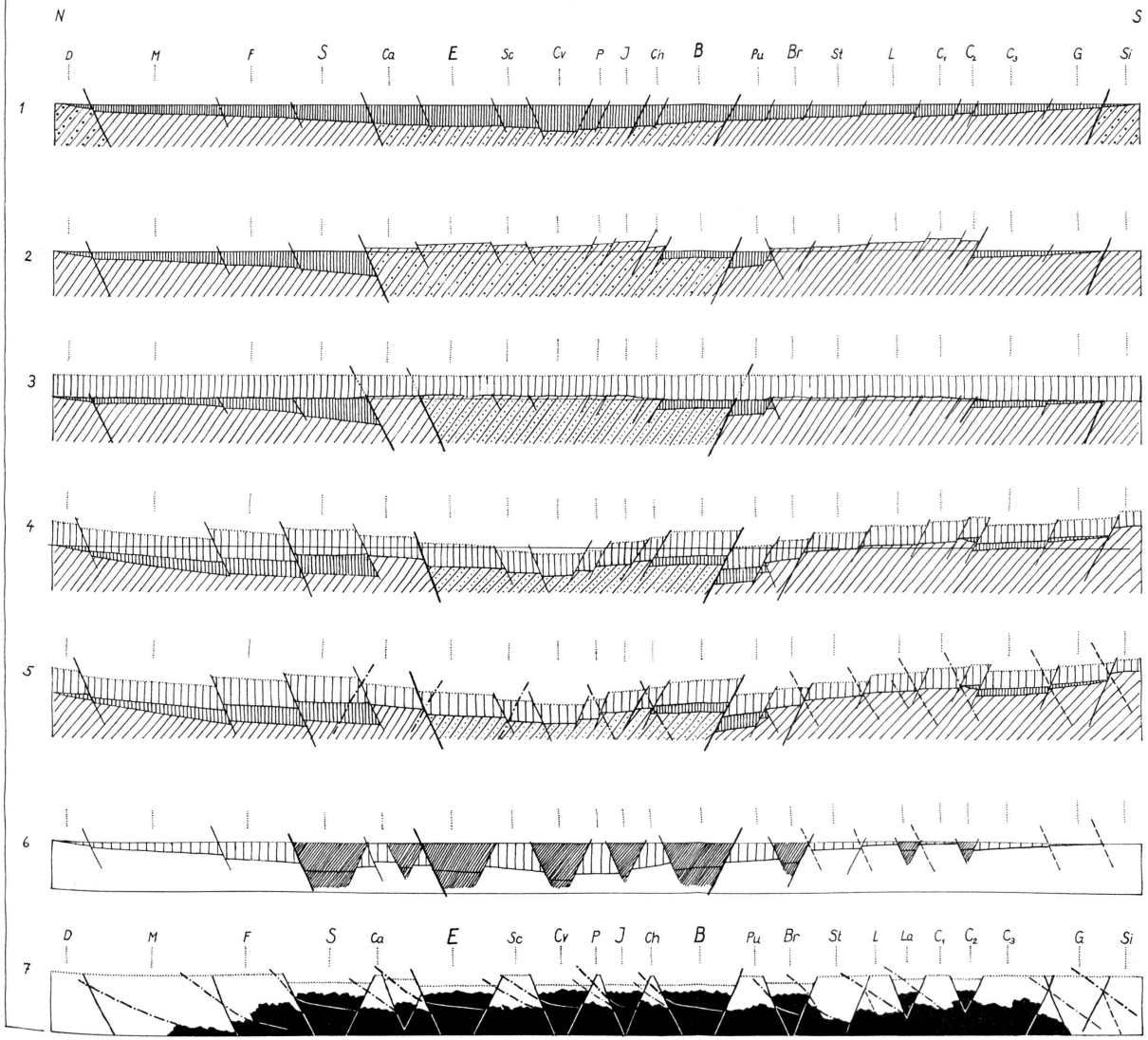
Mittelpenninische Basis: Mischabel-Decke (Ophiolith-Decken von Zermatt–Châtillon, Zone von Zinal, Zone des Barrhorns und Mischabel/Monte Rosa-Kristallinkerne)

Unterostalpin = Dentblanche-Decke s. str.

Hochpenninikum (± Sella/Platta)

Oberpenninikum (± Margna)

Mittelpenninikum



Die alten Grundlagen des Bernina-Systems

(Versuch einer generellen Darstellung der Entwicklungsgeschichte des Bernina-Raumes und seiner Nachbargebiete)

1	Anlage des Valpelline–Fedoz-Tonale-Grundgrabens	Erste *Zerrungsphase*	vorjatulisch	Phase 1
2	Auftrennung des Valpelline-Grundgrabens in sekundäre Horst- und Graben-Abschnitte	Erste Pressungsphase	wahrscheinlich oberjatulisch	Phase 2
3	Eindeckung des differenzierten Grundgrabens der Phase 2 durch die Casannaschieferformation	Spätjatulische und jotnische *Ruhezeit*,	dauert vielleicht mit geringen Modifikationen noch durch die ganze kaledonische Zeit (Bestandteil des starren Zwischengebirgsblockes zwischen den späteren hercynischen Geosynklinalräumen)	Phase 3
4	Erneutes Aufleben der alten Brüche des primären Valpelline-Grabens, mit Einsenkung des in Phase 2 gebildeten Zentralhorstes des späteren Bernina-Raumes zu zentralem Graben.	Zweite grosse *Zerrungsphase*	vermutlich in Zusammenhang mit der Bildung der benachbarten hercynischen Trogräume	Phase 4
5	Weitere Differenzierung der in Phase 4 entstandenen Horste und Gräben, mit Bildung neuer Ausweichflächen an den Horstgrenzen.	Zweite Pressungsphase	vermutlich hercynisch	Phase 5
6	Schematisches Bild der in Phase 5 entstandenen Keilelemente, die überleiten zu abermaliger Sondergraben-Bildung		späthercynisch	Phase 6
7	Einsinken der Keilelemente der Phase 5 infolge erneuter Zerrung und Intrusion der Bernina-Eruptivstöcke längs den Randbrüchen der Keile, mit besonderem Hochsteigen in den nunmehrigen neuesten Grabenabschnitten.	Dritte grosse *Zerrungsphase* mit magmatischer Intrusion	späthercynisch – frühpermisch	Phase 7

Weite schräge Schraffen	=	vorjatulisches Grundgebirge
Weite schräge Schraffen mit Punkten	=	in *Schnitt* 1 nördliche und südliche Horstbegrenzung des Valpelline-Grundgrabens in *Schnitt* 1, 2, 3, 4, 5, Zentral-Keile des primären Valpelline-Grundgrabens, Grundlage der späteren Eruptivprovinz des Bernina-Raumes.
Enge Vertikalschraffen	=	Valpelline-Serie des bündnerischen Querschnittes (Fedoz, Bernina, Tonale)
Weite Vertikalschraffen	=	Casannaschieferformation
Ganze starke Linien	=	Hauptbrüche des Valpelline-Grundgrabens
Schwächere Linien	=	weitere Innenbrüche des Valpelline-Grundgrabens
Gestrichelte Linien mit Punkten	=	sekundäre Brüche, entstanden infolge von Aufschiebungstendenzen der sekundären Horste über die Sondergräben
Gestrichelte Linien	=	sekundäre Brüche gleicher Entstehung, die zusammen mit dem schon existierenden Bruchsystem zur Keilbildung der Phase 6 führten
Enge Schrägschraffen	=	Sonderkeile der späthercynischen Zeit, deren Einsinken Anlass bot zur Intrusion der Bernina-Magmen und besonderem Hochsteigen derselben in gewissen Gebieten
Schwarz	=	späthercynische Eruptivmassen der Bernina-Provinz und ihre Lagebeziehungen zu den sinkenden Grabenkeilen der Phase 6.

Auf Grund dieser Verteilung der Eruptivkörper langsame Herausbildung der besonderen Scherflächen, die am Ende des Mesozoikums zu den Schubflächen der verschiedenen tektonischen Schollen wurden.

D Disgrazia	*M* Margna	*F* Foppa	*S* Sella	*Ca* Carungas	*E* Err	*Sc* Schlattain
Cv Corvatsch	*P* Padella	*J* Julier	*Ch* Charnadüra	*B* Bernina	*Pu* Puschlav	*Br* Brusio
St Stretta	*L* Languard	*La* Lavirum	*C*$_1$, 2, 3 Campo m. Corno di Campo (C$_2$)		*G* Grosina	*Si* Silvretta