Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 10 (1908-1909)
Heft: 6

Artikel: Stratigraphie und Bau der Alpen zwischen Hinterrhein und Safiental
Autor: Welter, Otto A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-156885

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: 02.07.2025

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

Stratigraphie und Bau der Alpen zwischen Hinterrhein und Safiental.

Von Otto A. Welter, Bonn.

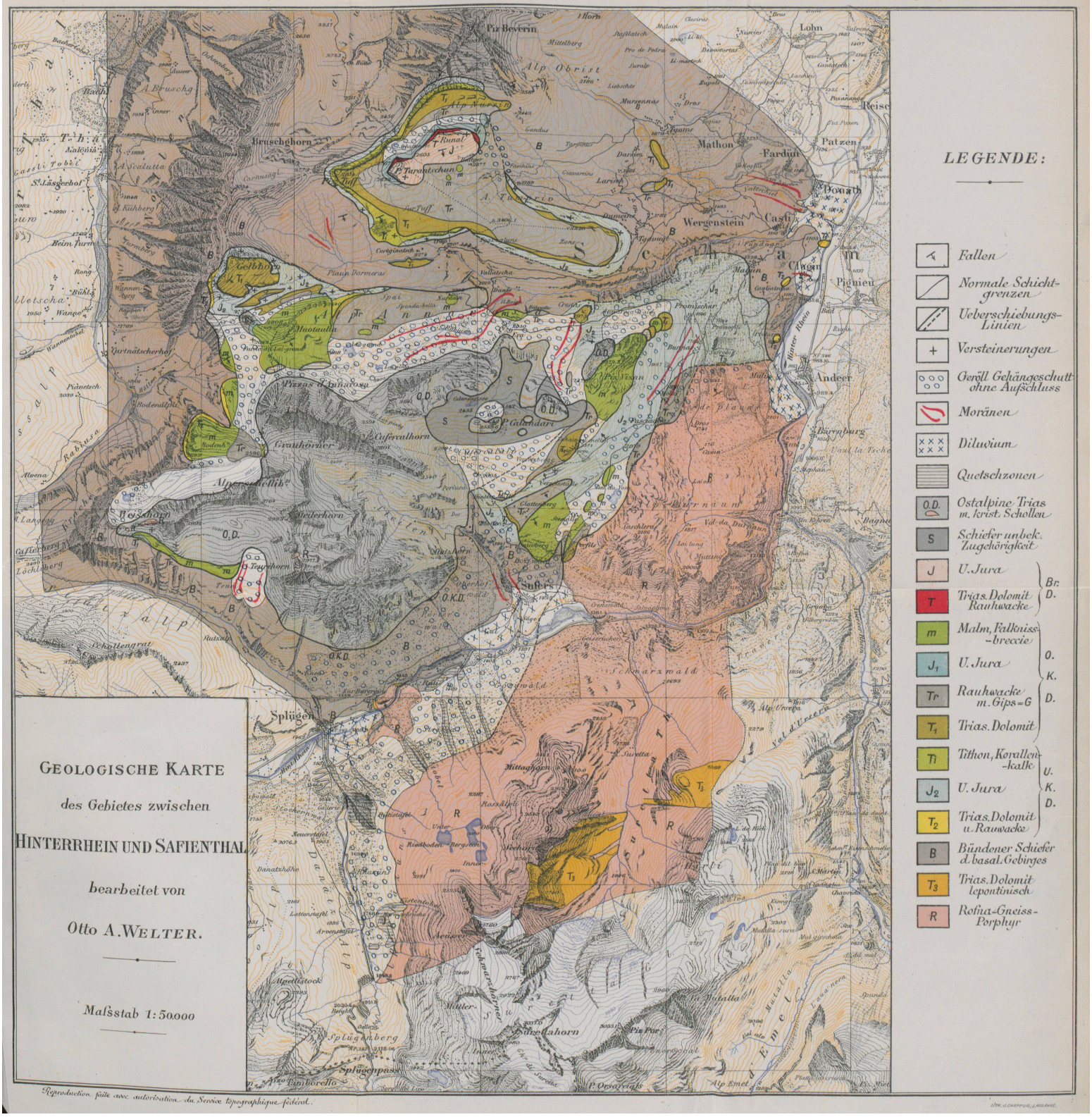
I. Einleitung.

Der in den Alpen kartierende Geologe befindet sich heute in wesentlich angenehmerer Lage als vor 6 oder 7 Jahren. Heute, wo der Siegeszug der Decken-Theorie ein fast vollendeter ist, und die Alpengeologen zumeist die gleiche Vorstellung vom Bau unseres Gebirges gewonnen haben, kann auch der Skeptiker nicht umhin, diese glänzenden Theorien als berechtigte Arbeitshypotese gelten zu lassen, wenigstens kann er sie nicht einfach übergehen. Vor 7 Jahren war das alles noch ganz anders. Eben war die Arbeit von Lugeon[1] erschienen *Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse* und begann den schon 1893 von Schardt[2] ausgesprochenen grundlegenden Ideen über den Deckenbau der Alpen zum Durchbruch zu verhelfen. Alte und neue Anschauungsweise standen in heftigem Gegensatz. Die neuen Vorstellungen bewegten sich in ungewohnten Bahnen und erschienen vielen allzukühn, aber sie waren ausserordentlich umfassend, und früher unverständlich gebliebene oder nur gezwungen erklärte Probleme fanden durch sie eine klare Lösung. Das Klippenphänomen, die Chablaisfrage, die der Freiburger Alpen ordneten sich ihr ebenso natürlich ein, wie die Glarnerdoppelfalte und die zentralen Schweizer Kreideketten einer einheitlichen tektonischen Auffassungen nichts in den Weg legten. Man erinnerte sich jetzt des Bertrand'schen[3] Ver-

[1] Lugeon, Les grandes nappes de recouvrement des alpes du Chablais et de la Suisse. *Bulletin soc. géol. de France*, 4, série 1, 1901.

[2] Schardt, Sur l'origine des préalpes romandes. *Arch. sc. phys. et nat. Genève*, 30, Nr. 12, 1893.

[3] Rapport de structure des alpes de Glaris et du Bassin houiller du Nord. *Bull. soc. géol. de France*, XII, 1884.


GEOLOGISCHE KARTE
des Gebietes zwischen
HINTERRHEIN UND SAFIENTHAL
bearbeitet von
Otto A. WELTER.
Maßstab 1:50.000
LEGENDE:
Fallen
Normale Schichtgrenzen
Ueberschiebungs-Linien
Versteinerungen
Geröll Gehängeschutt ohne Aufschluss
Moränen
Diluvium
Quetschzonen
O.D. Ostalpine Trias m. krist. Schollen
S Schiefer unbek. Zugehörigkeit
J U. Jura
T Trias. Dolomit Rauhwacke
Br. D.
m Malm, Falknissbreccie
J1 U. Jura
Tr Rauhwacke m. Gips=G
T1 Trias. Dolomit
O. K. D.
Ti Tithon, Korallenkalk
J2 U. Jura
T2 Trias. Dolomit u. Rauwacke
U. K. D.
B Bündner Schiefer d. basal. Gebirges
T3 Trias. Dolomit lepontinisch
R Rofna-Gneiss-Porphyr
Piz Beverin
Alp Obrist
Bruschghorn
Mathon
Fardun
Wergenstein
Casti
Clugen
Andeer
Pignieu
Splügen
Splügenberg
Splügenpass
Safiers
Alp Emet
Reproduction faite avec autorisation du Service topographique fédéral.

gleiches zwischen den tektonischen Verhältnissen des «*Bassin houiller du Nord*» mit der Glarner Doppelfalte und stimmte seiner Auffassung zu, die Glärnisch, Säntis und Churfirsten als « lambeaux de recouvrement » darstellte. Zwingende Beweise lagen damals für ihn nicht vor, es ist, als ob er ahnend erkannt hätte [1], was die mühevolle Arbeit einer späteren Generation jetzt erst hat exakt beweisen können. Sein weiter Blick hatte auch erkannt (1884), dass die Ostalpen Ueberschiebungsphänomene im Rhätikon erkennen liessen, und er wies nachdrücklich hin, auf « cette circonstance bien intéressante que les terrains dans la masse de recouvrement présentent le faciès alpin et dans les autres affleurements le faciès helvétique » später (1890), verglich er den Prättigau mit dem Massiv von Allauch [2]. 1896 machte LUGEON auf die Uebereinstimmung der exotischen Blöcke des Allgäuflysches mit denen von « Les Gets » aufmerksam und schrieb ihr Auftreten einer « ligne de chevauchement » zu [3]. 1902 [4] beschreibt er, wie die helvetischen Falten unter der Triasdecke des Rhätikon, später des Wendelstein verschwinden, und folgert aus dieser anscheinenden Gesetzmässigkeit auf einen Deckenbau der Ostalpen, speziell des Salzkammergutes, wobei er den bekannten Fund von Lias Ammoniten unter den triasischen Salzlagern von Hallein verwertet.

[1] Von ALBERT HEIM erfahren wir, dass E. SUESS im Jahre 1892 ihm gegenüber in einer persönlichen Aussprache seine unabhängig von BERTRAND erworbene Ueberzeugung mitteilte, die Glarner Doppelfalte sei eine einzige von Süden kommende liegende Falte. Leider hat er damals seine Ansichten nicht publiziert. *Geol. Nachlese*, Nr. 18, Zürich 1906.

[2] BERTRAND hat die Ideen des Jahres 1884 nicht weiter verfolgt, sie sind nur ein Ansatz geblieben und ihre konsequente Ausdehnung auf das Klippenphänomen hat er nicht durchgeführt; er hat es sogar ausdrücklich abgelehnt, sie mit Ueberschiebungen zusammen zu bringen. « Mais si ces îlots étaient réellement superposés, il faut avouer, qu'il serait impossible de comprendre d'où ils sont venus, de rétablir un pli couché qui pût expliquer leur présence ». Von den exotischen Blöcken sagt er « Il y a donc eu là certainement un transport dont nous ne sommes en état de fixer ni la nature ni l'âge, comme rien jusqu'ici, ni pour les klippes ni pour les blocs exotiques n'autorise un raprochement avec les masses de recouvrement ». Ein solcher Standpunkt BERTRANDS im Jahre 1890, und das nach den genialen Ansätzen von 1884. Hiernach wird man wohl bei Anerkennung aller seiner grossen Verdienste, seinen Anteil an den modernen Theorien etwas zurückschrauben müssen und sie zum grössten Teil auf das Konto von SCHARDT und LUGEON setzen. (Mémoire sur les refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre et sur le rôle des déplacements horizontaux, par MARCEL BERTRAND. Sujet proposé par l'académie pour le concours du prix Vaillant de 1890. P. Termier, octobre 1907, Paris 1908.)

[3] LUGEON, *La région de la brèche du Chablais*, p. 39.

[4] LUGEON, loc. cit., p. 799.

Diese Theorien ermangelten aber zu sehr der exakten Unterlage, um speziell für Graubünden sich Geltung zu verschaffen. Die dortigen komplizierten Verhältnisse an der Grenze zwischen helvetischer und ostalpiner Facies, auf die STEINMANN 1895 und 1889 aufmerksam gemacht hatte, liessen für Graubünden die neuen Ideen nicht ohne weiteres annehmbar erscheinen.

Auch ROTHPLETZ hatte den Ueberschiebungsproblemen sein Interesse zugewandt. Schon 1898 [1] hatte dieser Forscher die Existenz der Glarner Doppelfalte bestritten und von Osten und Norden gekommene Ueberschiebungen dort zu sehen geglaubt und war dann 1900 [2] und 1902 [3] in einer natürlichen Weiterentwicklung seiner Ideen dazu gekommen, diese auf die Ostalpen überhaupt auszudehnen. Im Gegensatz zu den Schweizer Geologen schob er nicht von Süden, sondern von Osten und teilweise von Norden, was, um mit BERTRAND zu reden, zu einem schwer verständlichen « rendez-vous des nappes » führt und vielleicht ein Grund mit ist, weshalb seine Ausführungen sich nicht durchzusetzen vermochten.

1904 [4] erschienen Profile durch die Ostalpen von TERMIER, die zum ersten Male ein Bild der Ostalpen nach neuen Gesichtspunkten entrollten. War auch der französische Geologe in manchen Punkten unverständlich, z. B. dem « traineau écraseur », so muss doch zugegeben werden, dass hier eine tektonische Auffassung zum Ausdruck kam, die mit dem Schema der West- und Zentralalpen im Einklang stand und einen wesentlichen Fortschritt bedeutete. Graubünden war von seinen Profilen nicht berührt worden und noch immer ein widerspenstiges Gebiet. Man durfte mit Recht darauf gespannt sein, wie STEINMANN (14, 15) in der Folge Stellung nehmen würde. Er hatte zuerst auf die Analogie zwischen Plessurgebirge und Rhätikon hingewiesen, hatte dort zwischen Grund- und Schubgebirge unterschieden und auf die verworrene Lagerung der sogenannten Aufbruchzone aufmerksam gemacht. Von seinen Schülern hatte LORENZ (6) von Norden und Osten gekommene Schübe in der Falknis zu sehen geglaubt, und HOEK (4) war im Plessurgebirge zu analogen Resultaten, wie STEINMANN gekommen, von dem man

[1] ROTHPLETZ, *Das geotektonische Problem der Glarner Alpen*, München 1898.

[2] ROTHPLETZ, *Alpenforschungen*, I, 1900. — [3] *Id.*, II, 1902.

[4] TERMIER, Les nappes des Alpes orientales et la synthèse des Alpes, *B. S. G. F.*, 1904, t. III.

das entscheidende Wort für Graubünden erwarten durfte. 1905 publizierte STEINMANN (16) dann den 2. Teil seiner *Geologischen Beobachtungen in den Alpen*, eine Fülle von neuen Tatsachen, Vergleichen und Beweisen bringend, für den behaupteten, aber noch unbewiesenen Deckenbau Graubündens aus ortsfremden Deckschollen südlicher Herkunft. Er führt eine genaue Parallele Bündens mit den Freiburger Alpen und den Klippen durch und scheidet über der Zone des Bündnerschiefers eine Reihe von Decken aus.

Es sind dies, von unten nach oben:

Die Klippendecke (Chaînes calcaires - Préalpes médianes),
Die Brecciendecke (Brêches du Chablais, Hornfluhbreccie),
Die Rhätische Decke (fehlt im Chablais, Iberger Klippen),
Die Ostalpine Decke (Mythen).

Die Herkunft dieser Decken wurde aus Süden hergeleitet. Jetzt war für Graubünden das Eis gebrochen, es bildete nicht mehr das Ausnahmegebiet in den Alpen und ordnete sich ebenso zwanglos dem neuen Bilde ein, wie es vorher ein Stein des Anstosses gewesen war. So hatte auch STEINMANN das zwingende der genialen Ideen anerkannt, aus einem Saulus war ein Paulus geworden.

In der Folge brachten die Detailaufnahmen von W. von SEIDLITZ (13) und die genaue Kartierung des Plessurgebirges durch HOEK (5) neue Beweise und Bestätigungen für die STEINMANN'sche Gliederung Bündens und damit Beweise für die Deckentheorie überhaupt, für die auch anderwärts in zahlreichen Studien schweizerischer Geologen ein grosses Beweismaterial in den letzten Jahren zusammengetragen ist.

Die Anschauungen haben sich also im Laufe von 6 Jahren bedeutend geklärt und erweitert, der jetzt kartierende Geologe hat nicht mehr nötig, jene grosse Umänderung seiner Auffassung der Gebirgsbildung vorzunehmen, er kann mit geringer Anstrengung heute von den Früchten ernten, die unter mühevollem Schaffen von den grossen Theoretikern gesät sind.

Doch harren noch manche Gebiete in unsern Alpen einer genauen Durchforschung; viele spätere Beobachter werden unsere Kenntnisse hier erweitern, dort berichtigen müssen, am Gesamtbild unserer theoretischen Vorstellungen aber werden sie wenig zu ändern vermögen. Mit diesen Erwartungen habe ich auf Anregung meines verehrten Lehrers ein Gebiet

untersucht, das in mancher Beziehung interessante Ergebnisse versprach, das Gebiet zwischen Hinterrhein und Safiental im südlichen Graubünden. Hier hatte ALBERT HEIM 1891 vergeblich versucht, zu einem Verständnis des geologischen Aufbaues sich durchzuringen und seine Abhandlung überschrieben « lieber zweifeln als irren ». Vielleicht würde sich heute alles lösen und alles klar werden, was 1891 noch unmöglich war zu erkennen. Hier konnte ich hoffen, Antwort auf die Fragen zu erlangen : Als was stellen sich die bald als Trias, bald als Jura bezeichneten Splügener Marmorberge heraus?

Gibt es wirklich einen paläozoischen Bündnerschiefer, und hält die ROTHPLETZ'sche Altersbestimmung dieser Schichten einer genauen Nachprüfung stand?

Trifft das von STEINMANN gegebene Deckenschema auch hier zu und wie weit reichen die Decken nach Süden?

Welche tektonische Rolle spielt der Rofnaporphyr?

Fragen genug, um für mich eine Neukartierung im Massstab 1 : 50,000 zu rechtfertigen.

Ich will zunächst die Stratigraphie versuchen klarzustellen, dann die Tektonik erörtern und nach den Schlussergebnissen die Arbeiten meiner Vorgänger kritisch würdigen.

II. Stratigraphie.

Rofna. — Gneis. — Porphyr.

Ueber den Rofnaporphyr liegen ausser dem petrographischen Nachtrag von C. SCHMIDT aus den *Beiträgen zur geolog. Karte der Schweiz* Lf. 25, eine Monographie von RÜTSCHI vor, woraus wir entnehmen, dass er als ein metamorpher Orthoklas - Muskovit - Quarzporphyr anzusehen ist. In einer grünen Grundmasse, die aus Quarz, Muskovit und auch Orthoklas besteht, liegen grössere Individuen eines weissen Orthoklases und eines bläulichen Quarzes. Sowohl Einsprenglinge wie Grundmasse zeigen alle Erscheinungen, die für Granite und Quarzporphyre bezeichnend sind, wenn sie durch Druckwirkung umgebildet wurden, d. h. die Quarze, die oft gestreckt und ausgezogen sind, zeigen undulöse Auslöschung, die Kanten der deformierten Quarze sind durch magmatische Resorption gerundet, ebenso wie die der Orthoklase, die stellenweise eine Mikroklinstruktur aufweisen. In die Risse der zerbrochenen Kristalle ist Grundmasse aus Quarz, Sericit, Muskowit eingedrungen ; sie scheint sekundären Ursprungs

zu sein. RÜTSCHI konnte zwischen ursprünglicher und sekundärer Grundmasse unterscheiden, was einen primären Porphyr, zusammen mit den Dihexaederformen des Quarzes, sicher stellt. Gänge habe ich im Rofna keine gefunden. Ich habe auch keine Kontakterscheinungen finden können, an Stellen, wo er in Berührung mit Rauhwacken oder Dolomiten steht. Letztere zeigen zwar deutliche Zeichen nachträglicher Umwandlung, aber diese sind keineswegs an den Kontakt gebunden, sondern lassen sich weit ins Schiefergebirge hinein verfolgen. Ausser dem eigentlichen Massiv kenne ich den Rofna noch aus der Falknissbreccie, wo er als Komponente auftritt, aus den Gneisquetschzonen des Lai grand und von Rüti, aus der Nordwand des Weisshorns, vom Grat zwischen Steilerhorn und Teurihorn. Der Gneis der Burgruine Splügen ist meiner Ansicht nach vom Rofna nicht verschieden. Die allerdings ganz gebleichten, fast weiss, feinschiefrig aussehenden Handstücke, die man dicht unter der Ruine an der Strasse schlägt, lassen zunächst eine derartige Annahme zweifelhaft erscheinen, doch quert man dieses kleine Massiv, wie es HEIM genannt hat, so wird man alle Uebergänge zum normalen Porphyr konstatieren und es wird zur Gewissheit, dass hier nur eine besonders abweichende Varietät des Rofna vorliegt. Es sind mannigfache Varietäten des Porphyrs studiert worden, neben massigen, Felsitschiefer, sogenannte echte Gneise, Glimmerschiefer, Augengneise usw. Erze habe ich in den von mir begangenen Teilen des Rofna nicht beobachtet.

Trias.

Das Hangende des Rofna ist Triasdolomit und Rauhwacke, die petrographisch gleich sind, den weiter unten beschriebenen Triassedimenten der Serie II, III, IV.

Hirli, Surettahörner, Burgruine Splügen.

Das Hangende dieser Trias ist der Bündnerschiefer, das basale Gebirge bildend.

Serie I.

Das basale Gebirge des Bündnerschiefers.

Schon THEOBALD LORY, ESCHER, STUDER, HEIM haben den Begriff der « schistes lustrés », der « schistes gris » scharf umgrenzt und eine Beschreibung dieses einförmigen Schieferkomplexes gegeben, die bei dem jüngsten von ihnen, bei ALBERT HEIM (2) mit nur geringen Einschränkungen als gül-

tig heute noch betrachtet werden kann. Sie alle haben diese Schiefermassen als ein Ganzes behandelt, trotz des ausserordentlich wechselnden petrographischen Charakters, und obwohl unser Untersuchungsgebiet nur einen geringen Teil der Zone bildet, die sich vom Südrande des Mont Blanc-Massives bis über die Falkniss in flachem nach Norden offenen Bogen zieht, finden wir doch hier fast alle beschriebenen Ausbildungsweisen. Es sind Gesteine von vorwiegend dunkler Farbe, kalkfreie und kalkhaltige Tonschiefer, mehr oder weniger mergelig, in Kalkphyllite übergehend oder auch in reinem kristallinen Kalkschiefern sich darbietend. Sie werden von zahlreichen Kalkspat- und Quarzadern durchzogen, die die enormen Verfaltungen und Verquetschungen mitmachen, die man besonders gut in der Via Mala verfolgen kann. Auch in den anscheinend ruhig und flachliegenden Schieferbänken in den Wänden der Krache oder des Bodenhorns weisen oft einzelne inmitten anderer ruhig lagernder Schichten eine weitgehende Zusammenstauchung und Verfaltung auf, und wir werden zur Annahme geführt, dass hier, ebenso wie in der Via Mala, auch in nur wenig gestörten flachliegenden Schichtkomplexen eine tiefgreifende Metamorphose den heutigen Habitus dieser einstigen Tone und Mergel geprägt hat. Im Safientale treffen wir zu unterst eine Serie schwarzer, äusserst mürber, abfärbender Tonschiefer, die nur an einzelnen Stellen kalkhaltig erscheinen. In den höheren Lagen der Steilwände der rechten Talseite herrschen Kalkphyllite vor, durch schwarze vollständig zerriebene Tonschiefer zuerst noch getrennt, bis sich gegen den Steilrand zu Schieferkalke einstellen, die in dünne Platten spaltbar, auf den Schichtflächen eine dünne Haut eines weissen Glimmers erkennen lassen. Steigen wir von Safien über den Löchliberg nach Splügen herunter, so passieren wir an der Krache sandige Horizonte und kleine quarzitische Lagen, durch schwarze Tonschiefer getrennt. An den sandigen Horizonten bemerkt man oft einen Kalkgehalt, der sich steigern kann, bis man einen typischen Kieselkalk vor sich hat. Oder wir treffen auf einmal brecciöse Lagen. In kalkig oder kalkig-phyllitscher Grundmasse liegen nicht mehr als nussgrosse, meist kalkig-dolomitische, scharfkantige Komponenten (kristalline habe ich nicht beobachtet). Sind diese Horizonte besonders stark von der Gebirgsbildung betroffen, so sind die Komponenten bis zu Fadendicke ausgezogen und die Breccienstruktur ist im frischen Anschlag fast unsichtbar geworden, nur in gut angewitterten Stücken tritt sie noch hervor. Ich kenne solche Breccien

von Lohn, Alp Crap, vom Löchliberg usw. Organische Reste habe ich in diesen Breccien nicht gefunden, halte sie aber, auf Grund der Foraminiferen Funde von C. SCHMIDT (12, S. 11) in analogen Breccien aus der Via Mala, ebenfalls für Tristelbreccie. Der petrographische Wechsel im basalen Gebirge ist jedenfalls ein sehr grosser. Können wir an einer Stelle einen allmählichen Uebergang von einem Typus in den anderen konstatieren, so werden wir an einer anderen durch schroffe und unvermittelte Ablösung der verschiedenen Extreme überrascht. Wir beobachten z. B., dass dieselbe Bank 10 M. mehr rechts oder links vom blättrigen Tonschiefer in reinen Schieferkalk übergeht; und auch vertikal ist der Wechsel ein derartiger, dass wir in einem günstigen Aufschluss von vielleicht nur 5 M. Höhe fast alle Varietäten in bunter Folge überblicken können. Es dürfte wohl heute feststehen, dass wir die so hochgradig verquetschten und verkneteten Schiefer als einen dynamometamorphen Gesteinskomplex aufzufassen haben. Jedenfalls ist die grosse Mehrheit der Alpengeologen dieser Ansicht und die Hypothese, dass oligocäne oder jurassische Granite für die Metamorphose verantwortlich zu machen seien, ist jüngst von C. SCHMIDT an der Hand eines überlegenen Tatsachenmaterials zurückgewiesen worden (12, S. 510—520) und es ist bemerkenswert, dass auch KÖNIGSBERGER in einer petrographischen Studie *Neues Jahrbuch*, XXVI, BB, 1908) am Pizzo Forno zu analogen Ergebnissen gekommen ist. Ein kleines Untersuchungsgebiet, wie das meine, liefert natürlich keine Entscheidung für oder wider; die kann nur eine über weite Teile sich erstreckende Betrachtung geben. Immerhin habe ich keine direkten Anzeichen für Kontaktmetamorphose gefunden, ebensowenig wie Intrusionen eruptiven Materials und sehe daher in dem metamorphen Zustand des basalen Gebirges nur Erscheinungen der Dynamometamorphose.

Versteinerungen[1] sind bei dem gequälten Zustand der Schiefer zu den grössten Seltenheiten zu zählen, trotzdem war ich so glücklich, an der Nordseite des Piz Beverin unfern Alp Nursin, einige Belemniten zu finden, die am ehesten den Paxillosen nahezustehen scheinen und die für mich für das

[1] Im Museum zu Chur liegt ein weisser kalkiger Schiefer mit Flyschfucoiden (Lias? Oligocän?) von Clugin und würde also im Bündnerschiefer gefunden worden sein. Trotzdem ich lange bei Clugin gesucht habe, ist es mir nicht gelungen, auch nur ein ähnliches Gestein dort anzutreffen. Ich halte sein Vorkommen bei Clugin überhaupt für unwahrscheinlich und nehme an, dass hier ein Irrtum von THEOBALD vorliegt, dessen Handschrift die Etikette zeigt.

Vorkommen von Lias im basalen Gebirge beweisend sind. C. SCHMIDT hat in der Viamala in brecciösen Lagen Foraminiferen gefunden und gibt diesen Horizonten ein kretazisches Alter. Jura, Kreide (Tertiär ?), ist also im basalen Gebirge[1] nachgewiesen, für paläozoische Anteile hat man noch keine paläontologischen Nachweise. Ein sogenannter paläozoischer Habitus ist zur Altersbestimmung nicht verwertbar, da sich in solchen Schiefern auch Belemniten finden (Beverin).

Die Trias des Vorderrheintales dürfte das Liegende der Schiefer darstellen.

Vom Gipfel des Piz Beverin 3003 M. bis zum Vorderrhein 700 M. besteht das Gebirge aus flach übereinander liegenden SW-NO streichenden Schichten dieser Schiefer. Die wahre Mächtigkeit dürfte aber schwer zu schätzen sein, da die Schiefer ausser ihrer stratigraphischen Unklarheit auch ein tektonisch schwer zu entzifferndes Ganzes bilden. Sie setzen jedenfalls mit ihrer Trias und dem Rofna die tiefsten Schichten zusammen, die die Erosion bis jetzt freigelegt hat, alles andere liegt ihnen auf.

Serie II.

1. Trias. Rauhwacke und Röthidolomit.

Rauhwacke, diese salinare Bildung von gelbgrauer Farbe zeigt löchrig-poröse oder zellige Struktur, braust mit verdünnerter Salzsäure und enthält häufig grüne und rote Tonschieferfetzen. Setzt in ihr eine Quelle auf, so wird sie schwammig und dem Quellenkalktuff ausserordentlich ähnlich. Kann man in den tieferen Lagen dann noch Tonschieferfetzen finden, so ist über ihre Identität kein Zweifel. Am Gelbhorn liegt echter Rhötidolomit an der Basis dieser Serie, Rauhwacke habe ich dort nicht beobachtet, ich kann also nicht entscheiden, welcher Horizont der jüngere ist.

Gelbhorn, Prolarm, Clugin.

2. Lias Kalkschiefer.

Ueber dem Röthidolomit folgen helle, blaugraue, kristalline Kalke, wohl gebankt und auf den Spaltflächen Muskovit-

[1] Im Pörterwalde ob Sufers beobachtete ich eine zirka 1½ M. dicke Linse echten Grünschiefer im Bündnerschiefer, so dass hier dieser Komplex Steine führt, wie sie sonst nur in der rhätischen Decke vorkommen. Am Piz Beverin und bei Kurve 2400 NW des Schottensees habe ich ganz verquetschte kristalline Komponenten in Breccien des basalen Bündnerschiefers beobachtet. Ich fasse diese Horizonte als die Aequivalente der Falknisbreccie auf und gebe ihnen mit Vorbehalt ein tithonisches Alter. (Vergl. S. 847.)

blättchen führend. In diesen Kalken liegen zahlreiche Belemniten vom Typus der Paxillosen; doch ist der Erhaltungszustand der Belemniten oft ein sehr schlechter. Ich muss HEIM unbedingt beipflichten, wenn er sagt (2, S. 301): « Ganz anders aber macht sich die Sache, wenn man eine grosse Anzahl von Stücken sieht, wo an einem Stücke ein Spitzende, an einem andern eine Alveole, an einem dritten konzentrische und radiale Textur sichtbar sind, so dass das eine das andere ergänzt, und wo von deutlichen Stücken alle Uebergänge zu den undeutlichen und unkenntlichen gefunden werden. Schliesslich kann man mit voller Sicherheit Marmorschmitzen im Schiefer, welche von zerdrückten Belemniten herrühren, von ähnlichern anderer Entstehung unterscheiden ». Auf der Karte habe ich die Fundstellen für Belemniten angegeben, wenn ich wirklich ein einziges einwandfreies Exemplar gefunden habe. Allerdings musste ich an einzelnen Punkten zuerst einige Stunden vergeblich suchen. Auch Kalkphyllite mit Belemniten findet man in diesen Liasschichten, wie denn überhaupt der petrographische Habitus dieses Horizontes durchaus nicht so gleichmässig ist, wie es die Aufschlüsse des Piz-Tuff vermuten lassen. Südlich Cresta fand ich nach langem Suchen in den Schiefern, die den Piz Visan unterteufen, auch Belemniten. Es sind dies mürbe zerreibliche Schiefer, ausserordentlich verquetscht, starktonig zum Teil und gegen Promischur in ganz vermulmte schwarze Tonschiefer übergehend. Piz Tuff, Schottensee, Piz Beverin, Alp Tumpriv, Promischur usw.

3. Tithon. Korallenkalkmarmor.

Die Liasschiefer werden in den oberen Lagen fossilfrei und gehen in harte klingende marmorartige hoch kristalline dunkle, hellgrau-staubig anwitternde Kalke über, in denen ich zahlreiche unbestimmte Korallen fand, an einem Exemplar liess sich die zweifellose Zugehörigkeit zu Astrocœnia feststellen. Diese Kalke sind jünger wie Lias, über ihnen liegt wieder Trias mit einer ähnlichen Schichtenfolge. Wollen wir diese Korallenkalke mit anderen bekannten Horizonten parallelisieren, so dürften dafür nur die Sulzfluhkalke in Betracht kommen, für die ein Tithonalter sicher gestellt ist. Ich glaube also, soweit in diesen Gebieten von Altersbestimmung die Rede sein kann, diese Korallenkalke der koralligenen Tithonfacies des Rhätikons an die Seite stellen zu dürfen. Nördlich von Curtginatsch über Piz Tuff, Schottensee bis Alp Nursin

zieht ein ununterbrochenes Band dieser hellen Kalke. Ich glaube auch, dass sie z. T. in den höchsten Lagen des Lias z. B. bei Alp Tumpriv noch vertreten sind, ich habe sie aber wegen mangelnder Fossilführung dort nicht vom Lias trennen können.

Serie III.

1. Trias. Gelber Dolomit.

Die Tithonkalke setzen scharf, ohne jeden Uebergang gegen die ihnen auflagernden Dolomite ab, und zwar so krass und unvermittelt, dass die Annahme einer tektonischen Ueberlagerung einfach zwingend wird. Der gelb anwitternde Dolomit ist fossilleer und von allen Geologen, die ihn gesehen haben, als Trias angesprochen worden. Es ist ein weisser hellgrauer, gelb bis gelbrot, staubig anwitternder Dolomit, der in den obern Lagen rote, grüne und violette Tonschiefer führt, die eine Dicke von 10 bis 20 Cm. wohl erreichen (Sponda bella). Manchmal wechseln 1 Cm. dünne Lagen des Dolomites mit Blättern der violetten Tonschiefer durch Bänke von 10 M. hindurch. Diese Tonschiefer, die stellenweise mit Salzsäure etwas brausen, betrachte ich als Quartenschiefer, jedenfalls kann ich sie von den Quartenschiefern der Tödigruppe nicht unterscheiden. Heim hat diesen Dolomit als Röthidolomit kartiert; dass er genau so aussieht, wie am Tödi oder im Windgällengebiet, muss man ihm zugestehen. Ich habe am Piz Urlaun dieselbe Wechselfolge zwischen Tonschiefern und Dolomit gesehen, wie am Piz Tuff und bin nicht der Ansicht, dass man zwischen Beverin und Splügenpass von Röthidolomit nicht sprechen darf. Die Aehnlichkeit ist eine so grosse, dass sie sich dem Beobachter sofort aufdrängen muss. Zweifellos stellt das Gebiet zwischen Rhein und ostalpiner Trias bezüglich der Entwicklung des Mesozoikums eine Zone besonderer Facies dar, die lepontinische oder vindelizische Facies genannt wird und die einen Uebergang von der helvetischen zur ostalpinen representiert. Deswegen kann aber doch, wenn vielleicht auch nur auf einem beschränkten Gebiet ein Horizont eine Ausbildung erfahren haben, die an die eine oder andere Facies mehr oder weniger anklingt. In diesem Sinne entspricht es durchaus den Tatsachen, hier von Röthidolomit zu sprechen, um jedoch den Unterschied von der helvetischen Facies zum Ausdruck zu bringen, werde ich hier nur von Triasdolomit sprechen. Eine Wechsellagerung des Triasdolomites mit Rauhwacke existiert

hier nicht, wohl wird er in den oberen Lagen brecciös, dann partiell zellig und dann von Rauhwacken überlagert. Eine Trennung von Rauhwacke und Triasdolomit liess sich auf der Karte wohl durchführen.

Piz Tuff, Gelbhorn, Cresta, Tschingelmellen usw.

2. Trias. Rauhwacke [1].

Rauhwacke in typischer Ausbildung mit zahlreichen Fetzen grüner und roter Tonschiefer, stellenweise sehr mächtig und hie und da ein Gipslager führend, welches an der Muotalta einen Durchmesser von 20 M. erreicht. Eine mehr sandige Ausbildung zeigt die Rauhwacke am Bodenhorn und an einzelnen Stellen des Glattenberges, wo ich auch eine leuchtend rote Varietät geschlagen habe. Bei Alp Anarosa und Alp Tumpriv erreicht die Rauhwacke ihre grösste Mächtigkeit, die genau schwer zu schätzen ist, aber bis zu 50 M. steigen mag. Bei Alp Burgias liegen in einer nach Pasciaglias sich hinziehenden Zone, die infolge von Schutt und Kulturen keine Aufschlüsse zeigt, zahlreiche kreisrunde Einstürze des Bodens von 1—4 M. Durchmesser. Ich nehme an, sie sind infolge von Auslaugung der Gipslinsen in der Rauhwacke entstanden. Ich habe deshalb diese Zone als Rauhwacke kartiert.

3. Lias. Kalkschiefer.

Ueber der Rauhwacke folgt ein Kalkschiefer ausserordentlich ähnlich dem Liasschiefer der Serie II, der auch wiederum einzelnen Vorkommen in den Schiefern des basalen Gebirges zum Verwechseln gleicht. Er führt dieselben Belemniten, die auch hier ein Liasalter sicher stellen; einen undeutlich erhaltenen Ammoniten fand ich am Weisshorn in diesen Schichten. Nach oben hin wird der Kalkschiefer brecciös und geht in die schon so lange bekannten « polygenen Konglomerate » über. Ich kenne ihn vom Plaun Darmaras, unter der « 2 » von P. 2803 M. der Muotalta, vom Piz Tarantschun, und von dem alten HEIM'schen Fundpunkt SW unter dem Weisshorn.

[1] Zu welcher Serie die Rauhwacken und Röthidolomite von Valtschiel zwischen Mathon und Wergenstein zu rechnen sind, konnte ich nicht entscheiden. Sie liegen dem Bündnerschiefer überschoben auf. Reste höherer Serienhorizonte fehlen.

4. Malm. Falknissbreccie.

Es sind Breccien mit ausserordentlich seltenen Versteinerungen, mit kalkigem Bindemittel und kalkig phyllitischen, dolomitischen und kristallinen Komponenten. Man trifft helle und dunkle, gelbe, rote und weiss anwitternde Dolomite [1] und Kalke in dieser Breccie. Die kristallinen Komponenten erinnern ausserordentlich makroskopisch und mikroskopisch an stark gepresste Varietäten des Rofnaporphyr. Auch Kalkphyllite findet man in der Breccie, sowohl als Komponente, als auch als Grundmasse und ich möchte ebenfalls hier die Ansicht vertreten, dass ihnen ihr heutiger Charakter erst zur Zeit der grossen Gebirgsbildung aufgeprägt wurde und sie primär als Sande oder kalkige Mergel zum Absatz gelangten. Sie finden sich vorzugsweise in Schichten mit ruhiger Sedimentation, in denen die Komponenten bis unter Erbsengrösse heruntergehen (Muotalta, Bodenhorn). Sonst schwankt die Grösse der Komponenten beträchtlich, die mächtigsten habe ich am Piz Visan beobachtet, wo sie oft 1 m^3 übersteigen. Am Bodenhorn beobachtete ich auch den durch Heim bekannt gewordenen Taspinit, dessen grösste Vorkommen nicht in meinem Untersuchungsgebiet liegen. Nach der petrographischen Untersuchung von C. Schmidt (2. Anhang) ist seine Entstehung aus dem Detritus naher Gneisgebirge nicht ausgeschlossen, und sein Auftreten innerhalb der Falknissbreccie macht diese Entstehungsmöglichkeit zur Gewissheit. Nach meinen Beobachtungen ist Taspinit eine aus vorherrschend kristallinen Trümmern und Komponenten bestehende Falknisbreccie.

Fossilienfunde sind in der Breccie nur sehr wenige gemacht worden. Pentacrinus Stielglieder, zweifelhafte Belemniten usw.; mir ist es nicht gelungen, die Liste nur um ein einziges Stück zu vermehren. Wir können das Alter dieser Schichten nur aus einem Vergleich derselben Breccie im Plessurgebirge und im Rhätikon entnehmen, wo Lorenz ihre Zu-

[1] Man möchte sagen, es sind sämtliche Typen aus den Splügener Kalkbergen (vergl. S. 818). Doch ist es mir nicht gelungen, auch nur die Andeutung von Diploporen darin zu finden, die für die Splügener Kalkberge charakteristisch sind. Vielmehr bin ich der Ansicht, dass diese Komponenten vielleicht aus Gebieten ostalpiner Facies stammten und dann nach ihrem Absatz im Meer durch gebirgsbildende Vorgänge, welche sie ebenso erduldet haben, wie die Splügener Kalkberge, einen ähnlichen petrographischen Habitus erlangt haben. In diesem Komponenten Aufarbeitungsprodukte der Splügener Kalkberge zu sehen, halte ich für falsch, die Aehnlichkeit ist nur sekundärer Natur.

gehörigkeit zum Malm sicher gestellt hat, so sicher eben, wie in einem so komplizierten Gebiet wie Graubünden eine Altersbestimmung möglich ist. Ausser den schon bekannten Vorkommnissen bei Teuri, dem Bodenhorn, der Muotalta, dem Visan habe ich sie noch in einzelnen Kappen der Trias dieser Serie aufsitzend bei Spai und Zons gefunden. Von der Steilen Alp gibt ROTHPLETZ ihr Vorkommen an, leider habe ich es nicht wiederfinden können, tektonisch wäre ihr Auftreten dort wohl zu verstehen, ich halte es jedoch für durchaus nicht unmöglich, dass die sich stetig vergrössernden Marmorschutthalden der Kalkberge diese Breccien bereits bedeckt haben. Die Gipfelschichten des Steilerhorns bestehen nicht aus Falknissbreccie.

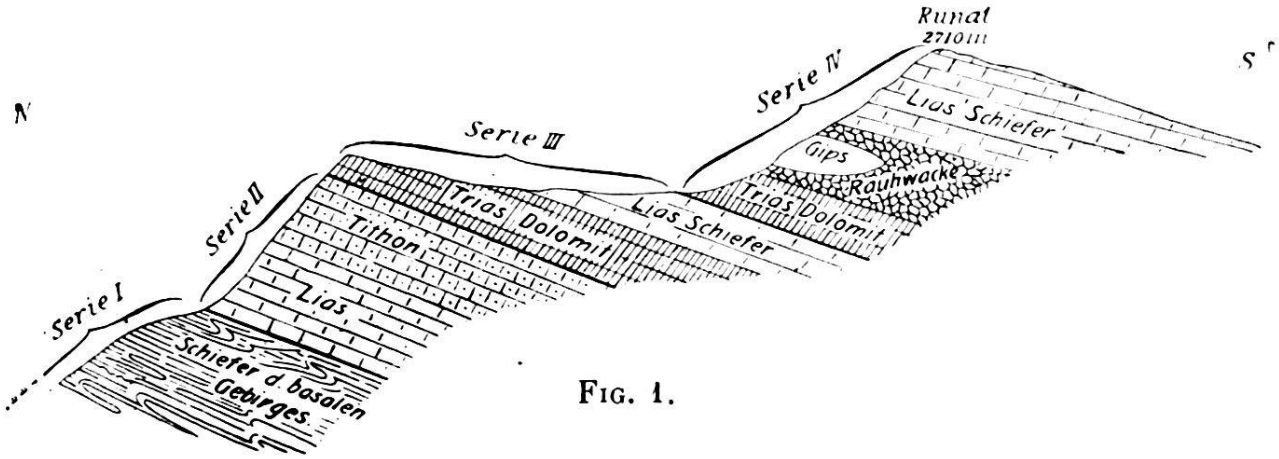


FIG. 1.

Serie IV.

1. Trias. Gelber Dolomit und Rauhwacke.

Am Piz Tarantschun und am Runal legen sich auf die Liasschiefer der Serie III wieder Gesteine, die den Triashorizonten der Serie III sehr ähnlich sind. Es ist zu unterst derselbe rötlich gelb anwitternde Dolomit, mit allerdings spärlicher Tonschieferführung. Auf ihn folgt die Rauhwacke, die am Runal eine nur wenig mächtige Gipslinse einschliesst.

2. Lias. Kalkschiefer.

Harte kristalline, graue, seltener helle Kalke ohne tonige Zwischenlagen, seltener sandig ausgebildet. Sie sind reich an organischen Resten, Crinoidenreste, *Belemnites c. f. paxillosus Schl.*, Gryphäen, (Zweischaler) Pecten sp., Brachiopoden und undeutliche Ammonitenreste habe ich darin beobachtet.

Höhere Horizonte der Serie IV habe ich nicht beobachtet. Das Profil zeigt Uebereinanderlagerung der verschiedenen

Serien am Runal. Die Trias der Serie II ist hier nicht vorhanden, aber am Prolarm, am Gelbhorn und bei Clugin ist ihre Lagerung unter den Liasschiefern der Serie II einwandfrei zu beobachten. Die Falknissbreccie ist hier ebenfalls nicht zu sehen, aber verfolgen wir das ununterbrochene Triasband der Serie 3 bis nach Bultger, so sehen wir es dort noch von kleinen Putzen der Falknissbreccie überlagert.

Serie V.

Es sind die Gesteine der Splügener Kalkberge, die seit 1894 alle Geologen als ostalpine Trias angesprochen haben, DIENER schon 1888 (1). Keiner der Geologen hat hier bezeichnende Fossilien gefunden, undeutliche Bivalvenreste, Crinoidenstielglieder, Belemniten ausserordentlich zweifelhafter Natur ist alles, was man aus diesen Bergen kannte. Ich konnte zum ersten Male Diploporen vom Typus der « annulatae » darin nachweisen[1]. Es sind zweifellos dieselben Formen, wie sie seit langem aus den Mythen bekannt sind, die immerhin für die Zugehörigkeit der Masse zur ostalpinen Trias beweisend sind. Schon HEIM hat auf die ausserordentlich mannigfaltigen Varietäten von Dolomiten und Marmoren hingewiesen und gemeint, Tektonik und Stratigraphie dieser Berge würde sich leicht entwirren lassen. Ich muss leider gestehen, dass ich diesen Versuch mit grossem Misserfolge unternommen habe. Es ist mir in keiner Weise gelungen, eine einwandfreie Schichtenfolge für eine Spitze oder einen Berghang aufzustellen, geschweige denn die ganze Masse der Splügener Kalkberge und der Pizzas d'Annarosa einer solchen einordnen zu können. Ich habe auch an keinem Punkte die überraschend einfache Schichtenfolge von ROTHPLETZ (81. c.) bestätigt gefunden. Die eigenartigen tektonischen Verhältnisse bedingen die Unmöglichkeit eines ordnenden Versuches, ich werde das später auseinander setzen. Ich muss mich darauf beschränken, die einzeln alle schon bekannten Varietäten dieser Marmorberge zu erwähnen und fasse wie alle meine Vorgänger sie als eine grosse tektonische Einheit und stratigraphisch nicht zu entwirrende Masse auf. Der Zustand der Gesteine ist ein abnorm hochkristalliner, es sind hauptsächlich Marmore, die das Gebirge zusammen setzen. Eine besondere Eigentümlichkeit wird den Bergen durch eine hochgradige Zertrümmerung des Gesteins

[1] Herr Professor SALOMON war so gütig, die Diploporen zu untersuchen und teilte mir mit, dass es sicher « annulatae » seien, jedoch gestatte ihr Erhaltungszustand keine nähere Bestimmung. Ich sage ihm meinen besten Dank.

aufgeprägt, beständiger Steinschlag ist die Regel; dadurch sind grosse Schutthalden entstanden aus den scharfkantigen Dolomitbrocken, die im Steilental, wo sie, aus weisstaubig verwitterdem Material oder direkt weissem Marmor bestehend, Schneehalden und Firnfelder aus der Ferne vortäuschen. Die Marmore sind entweder kalkig und dolomitisch, oder sie zeigen alle Uebergänge zwischen diesen Extremen. Ich kenne keinen Dolomit, der nicht an einzelnen Stellen doch noch etwas mit verdünnter Salzsäure brauste, selbst in dem sogenannten Röthidolomit kommen solche Stellen vor. Auch die Verwitterungsfarbe bleibt in einem bestimmten Marmor nicht konstant. Ich kenne bläulich schwarze Marmore an Perledokalk erinnernd, wie schon ROTHPLETZ bemerkt, und auch solche, bei denen Aussen- und Innenfarbe gleich sind, die aber dann mehr sandig verwittern. Einzelne dieser Varietäten führen mehr oder weniger deutliche Reste von Diploporen, besonders gut erhalten am Westabhang des Weisshorns. Dann kenne ich gelb bis rote, zuckrige Dolomite mit roter oder gelber Verwitterungsfarbe, die auch in blutroten Varietäten vorhanden sind, auf deren verwitterter Oberfläche wulstige oder wurmförmige Gebilde ausgewittert sind. Sie bauen fast die 100 M. oder mehr mächtige Unterlage des Weisshorns im Westen auf, beteiligen sich in noch grösserer Mächtigkeit an den horizontal liegenden Sockelschichten der Pizzas d'Annarosa und erscheinen in den übrigen Gebieten der Kalkberge oft zwischen weissen Marmoren und Rauhwacken eingeklemmt, vollständig regellos. Besonders aufgefallen ist mir ein schwarzer kristalliner Kalkstein hell anwitternd, aus dem wurmförmige Wülste schwarzer Farbe herauswittern und der auffällig an den Muschelkalk am Furkahorn im Plessurgebirge erinnert. Auch eine Lithodendronartige Bank habe ich in den Grauhörnern gefunden. In dem Kessel südlich des Steilerhorns fand ich in einem dunklen Dolomit zahllose feine weisse Pünktchen und Stäbchen. SCHLAGINTWEIT beschreibt solche vom Skalapasse als Seeigelstachel, er war so glücklich, in einem Schliff einen Gelenksring zu treffen. SCHILLER[1] (S. 13) erwähnt sie ebenfalls aus seiner Lischannagruppe. Ich bin über die Natur dieses Stäbchens zu keinem Ergebnis gekommen, möchte mich aber der Ansicht von SCHLAGINTWEIT[2] anschliessen, dass Seeigel-

[1] SCHILLER, Lischannagruppe, *Berichte der Freiburger naturforschenden Gesellschaft*, 1904.

[2] SCHLAGINTWEIT, Geol. Unters. in den Bergen zwischen Livigno, Bormio und St.-Maria. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*. 60. Band, Heft II, 1908.

stachel durchuus nicht unwahrscheinlich sind. Auch verdrückte Zweischaler und Brachiopoden-Durchschnitte lassen sich gelegentlich beobachten, doch fand ich sie nie in den gelben oder roten Marmoren. Ziemlich häufig tritt in diesen Bergen Rauhwacke auf, oft nur als handbreiter Gang, möchte man sagen, zwischen meterstarken Bänken irgend welchen Marmors, oft als mächtige Schollen mit sogenanntem rötlichen Dolomit vergesellschaftet, z. B. am Grat zwischen Teuri- und Steilerhorn. Ausser einer Art Raibler Rauhwacke, die mehr sandig ist, ohne Tonschieferfetzen, treffen wir petrographisch dieselbe Rauhwacke, wie die der Serie III mit den grossen Tonschieferfetzen. Ich bin zu keiner definitiven Entscheidung gekommen, ob den letzteren Rauhwacken in der Serie ostalpinen Charakters der Rang eines selbständigen Horizontes beizumessen ist oder ob sie nur als Fremdling inmitten der triasischen Diploporendolomite auftritt und eigentlich in der Serie III oder II als heimatberechtigt anzusehen ist. Solcher zweifelhaften Fremdlinge gibt es noch mehr in den Splügener Kalkbergen. In der Steilwand des Weisshornabsturzes über dem Weisshorngletscher treffen wir in der Höhe von 2650 M. ein grünes Band, das sich als zweifelloser doch stark schiefriger Rofnaporphyr ausweist, mitten zwischen den Diploporendolomiten eingeklemmt, welche hier eine auffällig flache und horizontale Lagerung annehmen. Der Kontakt ist ein rein mechanischer, an eruptive Intrusion ist nicht zu denken. Auch am Grat zwischen Steiler- und Teurihorn in der Nähe der eben erwähnten fremdartigen Rauhwacken treffen wir denselben grünen Porphyr wieder, der hier aber zu einem 20 Cm. dünnen Bande ausgezogen ist. Auch auf dem Grat zwischen Weisshorn und Krache treffen wir zu unserer grossen Ueberraschung wieder auf dieses kristalline Gestein. Auch hier bergen die Rauhwacken Tonschieferfetzen und unwillkürlich drängt sich der Gedanke an ortsfremde Schollen auf. Der Porphyr erweist sich im Dünnschliff als echter Rofnaporphyr, nur erscheinen die dynamometamorphen Veränderungen ins Aeusserste übertrieben. Zu diesen Fremdlingen der Splügener Kalkberge müssen wir auch das Serpentinvorkommen rechnen, das Albert Heim von der Steilenalp beschrieben hat. Ich habe es trotz intensiven Suchens nicht wiederfinden können und bin für den Fall, dass ich es nicht übersehen haben sollte, der Ansicht, dass es sich hier um eine analoge Erscheinung handelt, wie die der Porphyrvorkommnisse, welche uns möglicherweise infolge der grossen Beweglichkeit der Schutthalden augenblicklich nicht sichtbar ist.

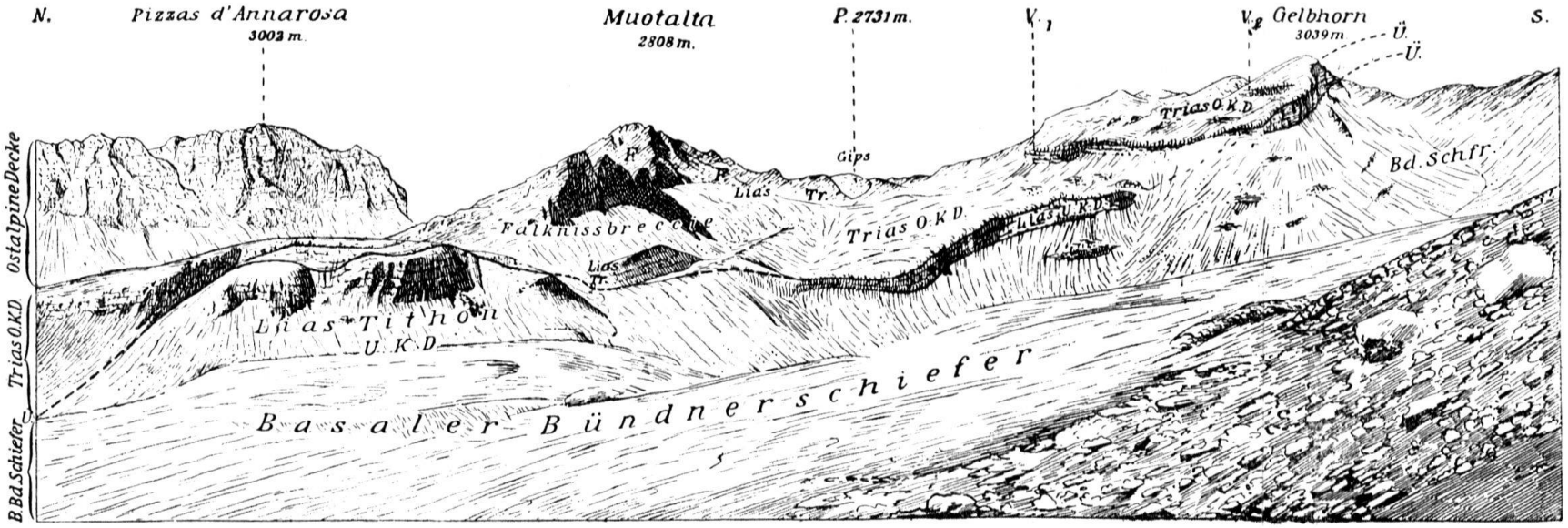


Fig. 1 *a*. — Blick von Curtginatsch gegen Westen.

V_1 = Verwerfung, zirka 50 M. V_2 = Verwerfung, zirka 20 M. F. = Falknisbreccie. Tr. = Trias. Ü. = Ueberschiebung.

(Norden und Süden sind verwechselt.)

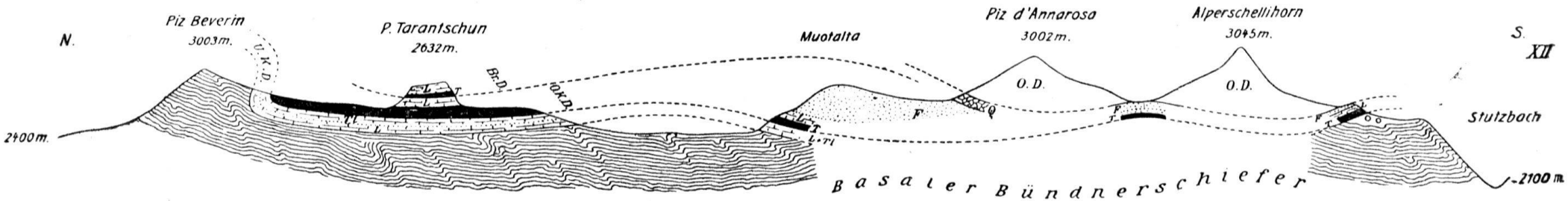


Fig. 1 *b*. — NS Profil 1 : 50000.

T. = Trias. L. = Lias. Ti. = Tithon. F. = Falknissbreccie. Q. = Quetschzone.

Schiefer unbekannten Alters und unbekannter Zugehörigkeit.

Am Piz Calandari treten teils über den Diploporendolomiten, teils sie tragend, Schiefer schwer zu beschreibender Art auf. Es sind sehr weiche, stark verwitterte, graue, schwarze oder grünliche Tonschiefer seltener kalkig, dann aber stets sehr dünnplattig und stark sandig verwittert, wie ich sie nur aus diesem beschränkten Gebiet kenne. Den Curverschiefern der rhätischen Decke des Ost Schams sehen sie ausserordentlich ähnlich, doch fehlen hier vollständig die dort so charakteristischen Radiolarite, Serpentine und Grünschiefer. Es ist mir unmöglich, diese Schiefer, die hier im Bereich der ostalpinen Gesteine liegen, bestimmt irgendwo hinzustellen. Ich kenne sie aus den eigentlichen Splügener Kalkbergen nur in einem unbedeutenden Fetzen vom Grat zwischen Steiler- und Teurihorn, dort aber können sie sehr wohl fremd sein und auf rein tektonischem Wege erklärt werden, ebenso wie am Piz Calandari, denn mir erscheinen sie der ostalpinen Facies so fremd zu sein, dass ich mir nicht erlauben möchte, sie dort einzureihen. Andererseits habe ich nicht die Berechtigung, sie auf Grund einer Aehnlichkeit im ganzen Habitus mit den Piz Cuverschiefern, sie als zur rhätischen Decke gehörig aufzufassen, was tektonisch sehr wohl möglich wäre. Ich lasse also ihre Zugehörigkeit unbestimmt und ziehe sie auf der Karte mit zur ostalpinen Serie. Ihre tektonische Stellung werde ich später erörtern. Nach Fossilien habe ich vergeblich darin gesucht.

Diluvium.

Die Tätigkeit der diluvialen Eismassen hat in hervorragender Weise zur Modellierung des Gesamtreliefs unseres Untersuchungsgebietes beigetragen. Das Tal von Andeer bietet den typischen Anblick einer trogförmigen Wanne, deren Seitenwände im Gebiet der weichen Bündnerschiefer die interstadiäre oder postglaciale Erosion in einzelnen Schluchten bei Donath und Fardün bereits angeschnitten hat. Bis hoch an den Piz Visan, bis hoch über Lohn hinauf lässt sich erratisches Material feststellen. Blöcke weissen Marmors aus den Splügener Kalkbergen, solche von Adulagneis, von Falknissbreccie habe ich lokal angehäuft am Li bi und Li martsch gefunden. Die Glättung und Schrammung der Felsen ist besonders im Gebiet des Rofnaporphyrs stellenweise gut erhalten, wo auch die Felsen die runden Formen der « roches

moutonnées » zeigen. Die Seen der Alpen Durnaun sind glaciale Reliktenseen. Im Lai da Vons sehen wir ein Musterbeispiel eines Hochmoores.

Fluvioglaciale Terrassen sind am besten im Talboden bei Andeer zu beachten, besonders an der linken Seite des Hinterrheins. Bis 1900 M. hinauf ist die Schiefertalseite mit Fels- und Akkumulationsterrassen gedeckt. Ich habe, speziell mit der Tektonik dieses Gebietes beschäftigt, den diluvialen Ablagerungen und der Morphologie nur geringe Aufmerksamkeit zugewendet und die einzelnen Terrassen nicht kartographisch ausgeschieden. Immerhin liessen sich bei Donath leicht sechs Terrassen übereinander erkennen, die ich für diluvial halte. Erst die letzte, in der der Rhein läuft, wäre möglicherweise als recent anzusehen. Bei Sufers habe ich noch 3 Terrassen unterscheiden können, ebenso bei Splügen.

Grundmoränen sind wegen der stellenweise dichten Vegetation meistens unsichtbar. Auf dem Weg von Andeer nach Clugin, hatte ich Gelegenheit, einen guten Aufschluss zu sehen. Seiten- und Endmoränen habe ich nach Möglichkeit auf der Karte ausgeschieden. Von Wergenstein nach Donath zu beiden Seiten der tiefen Schlucht im Bündnerschiefer ziehen Endmoränenwälle herunter und ruhen bei 1050 M. den Terrassen auf. Bei Sufers beobachteten wir dasselbe Bild. Der Steilenbach hat die Erdmoränenwälle eines Gletschers aus dem Steilental durchschnitten, die nun wie zwei riesige Wülste zu beiden Seiten der Schlucht auf den Terrassen liegen (1400 M.), die bei Sufers noch eine gute Gliederung zeigen. Das Tal der Alp Annarosa ist besonders reich an Moränenresten. Bei Cresta treffen wir die erste in einer Höhe von 1975 M., und die am Lai grand vorbeistreichenden Endmoränenzüge schliessen sich bei Kurve 1900 zu einem gutstudierbaren Endwall zusammen. Höher liegende zweifellose Moränen beobachtete ich bei Teuri 2400 M., an den Schieferhängen von Alp Nurdain bei 2600 M. Der Schutt, der in so ausreichendem Masse überall die Aufschlüsse der Alp Annarosa verdeckt, dürfte auch meist glacialen Ursprungs sein. Ich kenne also Endmoränenreste in der Höhe von 1050 M., 1450, 1900, 2400 und 2600 M., die ersten beiden liegen den Rheinterrassen auf.

Dem Kapitel Tektonik möchte ich einige Worte über meine Karte vorausschicken. Gehängeschutt und Schuttkegel, aufgearbeitete Moränen wurden nur dort ausgeschieden, wo sie in störender Weise den Gebirgsbau verhüllten. Wenn irgend angängig, habe ich die Schichten durchgezogen, um meine

tektonische Auffassung prägnant zum Ausdruck zu bringen. 2 kleine Verwerfungen, die auf Fig. 8 angedeutet sind haben auf der Karte, weil zu klein und durchaus nebensächlich, keine Darstellung gefunden. Die Karte ist also schematisch gehalten, insbesondere sind die kleinen Flecken von Trias- und Falknissbreccien in ihrer Ausdehnung beträchtlich übertrieben. Um eine exakte Kartierung mit allen Einzelheiten zu ermöglichen, dürfte der Masstab von 1 : 5000 eben noch ausreichend sein, für das Gebiet der Splügener Kalkberge würde er sich vielleicht aber doch noch als zu klein erweisen. Den Schlüssel zur Stratigraphie und Tektonik bildet das Gebiet zwischen Piz Tuff und Beverin.

III. Tektonik.

1. Die Serien sind Decken.

Wer von den grossen Zufahrtslinien in das untersuchte Gebiet eindringen will, dem stehen zwei grössere Wege zur Verfügung, dem Hinterrhein entlang durch die Via Mala oder durch das Safiental, das man bei Versam betritt. Der Geologe wird enttäuscht sein, wenn er versuchen wollte, auf dieser langen Route einen Einblick in den Gebirgsbau zu tun; nichts wie Schiefer bietet sich dem Auge, kalkfreie Tonschiefer, kalkige Tonschiefer, Kalkphyllite, sandige Schiefer der Serie Nr. 1 in endloser Wiederholung. Meist sind die sanft gerundeten Berge auf weite Flächen mit Kulturen bedeckt und gestatten nur selten einen Einblick; aber, wenn er den Hinterrhein folgend die Via Mala passiert, sieht er zum ersten Mal das Gebirge tief durch den Rhein in enger Schlucht angeschnitten. Auch hier wird er nur enorme Verfaltung und Verschiebung sehen, die die ganze Masse durchsetzen, neue Gesteinsarten wird er vergeblich suchen, erst wenn er den Talboden von Andeer betritt, verschwinden allmählig die Schiefer unter anderen Ablagerungen. Auch von Versam durch das Safiental ansteigend kann er an der rechten Talseite immer nur den alten monotonen Wechsel von Tonschiefern, Schiefertonen usw. gewahren, der in den Querabrücken des Isoklinaltales gut zu Tage tritt. Im Talabschluss tauchen dann die Schiefer unter die Decke von gelben und weissen Dolomiten unter, die vom Weisshorn helleuchtend herüberschauend, einen seltsamen Kontrast zur dunklen Schieferunterlage bilden. Auch bei der Wanderung über den Löchliberg nach Splügen verfolgt man immer diesen Schieferkomplex, der auch hier immer die tiefsten überhaupt

sichtbaren Schichten bildend, sich über Sufers hinzieht, wo er den Rofnaporphyr unterteuft, der wie eine Kappe über ihm liegt. Von Clugin über Piz Beverin, über die Krachen, von Splügen bis Sufers bildet das Streichen dieser Schiefer einen nach Nordosten offenen Dreiviertelkreis. Es ist ersichtlich, dass dieser fast überall horizontale liegende Schiefer hier unser tiefstes tektonisches Glied darstellt. Steigen wir etwa seine Steilhänge gegen den Piz Tuff hin aufwärts, so sehen wir, wie sich ihm, nach oben hin abschliessend, eine 10 M. hohe Steilwand aus harten Kalken konkordant aufsetzt, die von den Schieferlagen durch eine deutliche Ueberschiebungslinie getrennt, ist und die aus dem Lias, und dem Tithon der Serie II besteht. Ueber den Tithonkalken liegt locker auf, möchte man sagen, in mechanischem Kontakt Triasdolomit, von Röthidolomit nicht zu unterscheiden. Hier halte ich mich berechtigt, eine zweite Ueberschiebungslinie durchzuziehen. Mit dieser Trias kommen wir dann in eine normale ebenfalls horizontal liegende Schichtserie über Rauhwacke, Liaskalkschiefer zur Falknissbreccie. Die Komplikationen haben hier ihr Ende noch nicht erreicht. Noch einmal legt sich auf diese dritte flach sich ausbreitende Schichtserie eine vierte aus Trias und Lias ebenfalls fast horizontal liegend. Diese Uebereinanderfolge von drei Schichtsystemen oder Serien sind dadurch charakterisiert, dass in einer jeden normal übereinander die Sedimente von der Trias bis hoch in den Jura vorhanden sind. Die Annahme eines normalen Faltenbaues erscheint unmöglich, da ich nirgend wo auch nur die Spur eines verkehrt liegenden Mittelschenkels habe finden können ; Umbiegung der Schichten habe ich auch nicht gesehen. Wir haben also ausgezeichnet aufgeschlossen in wenig geneigter Lagerung folgendes System :

Serie IV.	Lias Trias	in lepontinischer Facies
Serie III.	Malm Lias Trias	
Serie II.	Tithon Lias	
Serie I.	Basaler Schiefer	in Bündnerschiefer Facies

Verfolgen wir im Streichen den Malm der Serie III in SW—S Richtung, so treffen wir ihn normal auf seiner Triasunterlage ruhend in der Muotalta wieder. Bemerkenswert ist, dass das Streichen und Fallen der dem Schiefergebirge aufliegenden Serien dem des Schiefergebirges durchaus konform erscheint. Die Serien streichen durchaus parallel den basalen Schiefern und auch ihr Fallen zeigt durchschnittlich auch denselben Winkel. Die Muotalta von Norden nach Süden traversierend, stehen wir plötzlich vor der hohen Mauer der Pizzas d'Annarosa, die von den Malmschichten unterteuft werden, was der direkten Beobachtung durchaus zugänglich ist. Die Pizzas d'Annarosa bestehen aus den Diploporendolomiten der ostalpinen Facies, die tektonisch die höchste hier beobachtbare Serie ist, aus Trias und zweifelhaften jüngeren Horizonten bestehend. Dieser Komplex ostalpiner Facies bildet eine Insel auf dem Schiefergebiet zwischen Safien und Hinterrhein auf einer Fläche von zirka 18 Km². Es ist ausgeschlossen, dass dieser Komplex in der Tiefe wurzeln könnte, von allen Seiten, im Westen im Safien, im Südwesten im Stutztale, im Osten im Tale des Hinterrheins unterteufen ihn die Schiefer des basalen Gebirges, die jüngeren Schiefer die älteren Marmore, und zwingend drängt sich hier die Vorstellung auf von der Klippennatur der Splügener Kalkberge, einer Klippe ortsfremder ostalpiner Facies. Aber die ostalpine Serie ruht doch an der Muotalta auf Falknissbreccie, dort scheint sie ja der Serie II aufzuliegen, die selbst dort auf dem basalen Gebirge ruht. Setzen denn diese Serien unter den Marmoren durch? und haben wir uns also vorzustellen, dass sich ein, wenn auch vielleicht nur dünnes Band dieser Serien sich zwischen ihnen und dem basalen Gebirge einschaltet? Diese Fragen, die sich an der Muotalta unwillkürlich äussern, habe ich vollauf bejahen können. In Fetzen liegen zwischen dem basalen Gebirge und seiner Marmorinsel die verquetschten Reste der Serie II. Am Pörterwald sehen wir Falknissbreccie unterlagert von ihrer zugehörigen Trias; ein paar Schritte weiter südlich unter dem « K » von Kalkberg erscheint sogen. echter Röthidolomit, bei dem es allerdings zweifelhaft ist, ob er der Serie II oder III zuerteilt werden muss, da sein entscheidendes Leitfossil die Falknissbreccie oder der Korallenkalk des Tithon nicht über ihm zu beobachten ist. Um die Flanke des Marmorberges herumbiegend erweist sich die sofort in die Augen fallende dunkle Rippe bei Kurve 2430 M. als typische Falknissbreccie unterlagert von dem Kalkschiefer, in den sie in ihren tiefsten

Lagen übergeht. Nun folgen wir dieser Breccie unserer Serie III bis unter den SW Abhang des Weisshorns, wo südlich des « SS » von Weisshorn der basale Kalkschiefer der Falknissbreccie seinem ihm zukommenden Triasdolomit aufliegt. Hier liegt im Kalkschiefer der alte HEIM'sche Belemnitenfundpunkt, wo ich ausser zahlreichen Belemniten einen allerdings schlecht erhaltenen Ammoniten gesammelt habe. Am Bodenhorn treffen wir dann wieder auf Falknissbreccie mit ihrer liegenden Trias, die sich bis auf die Furka 2596 M. des Steilental verfolgen lässt. Nach Westen, Norden und Süden ist also der Ring geschlossen und das Schwimmen der Marmorberge auf dem basalen Gebirge mit Einschaltung von Resten der Serie II, kann als erwiesen gelten. Im Gebiet der Alp Annarosa steht der Kontakt im Schutt, aber ein Blick auf die Karte zeigt, dass auch hier die Serie II die ostalpine Facies unterlagern muss, bis im Gebiet des Piz Visan die Lagerung einwandfrei erscheint ; hier fällt die Trias der Serie II mit ihrem Malmhorizonte stets unter die Diploporenkalke ein. Nur in der Cufercalalp bedeckt der stets ausgiebige Schutt der Dolomitberge und reichliche Moränenreste die Auflagerung, aber die anderen Aufschlüsse halte ich für so beweisend, dass ich die Ueberschiebungslinie durch den Schutt durchziehe. Bis jetzt haben wir also folgendes Schema konstatiert.

Serie IV.	Lias Trias	lepont. Facies.	Serie V.	Ostalpine Trias Diploporen Dolom.	Ostalp. Facies
	Serie III.	Malm, Falknissbreccie Lias Trias		lepontinische Facies	
	Serie II.	Tithon, Korallenfacies Lias Trias			
	Serie I.	Basaler Schiefer, Bündnerschiefer Lias, Malm, Kreide		Bündnerchiefer Facies	

Serie IV und Serie V liegen der Serie III auf. Das glaube ich einwandfrei gezeigt zu haben. Es wäre noch die gegenseitige Stellung der Serien IV und V zu erörtern. Den Beweis, dass Serie IV zwischen Serie III und V einzuschalten ist, kann ich in meinem Gebiet nicht direkt führen. Die Triasreste führenden Quetschzonen (vergl. S. 835-836) am Lai grand

über der Serie III und unter Serie V lassen diese Vermutungen zwar sehr wahrscheinlich erscheinen, aber exakt beweisend sind die nicht. Die Beweise liegen aber im Gebiet zwischen Hinterrhein und Oberhalbstein (18), wo die Brecciendecke in ihren unteren Horizonten dieselbe ist wie im West Schams und in ihrer analogen Lagerung zur obern Klippendecke die Zulässigkeit der Parallele ausser Zweifel lässt. (Vergl. Tabelle.)

Wir haben also meist flach übereinanderliegende Schichtserien, jede für sich eine normale, abgeschlossene Folge von Trias bis zum Malm repräsentierend und als ganzes dem basalen Gebirge aufgesetzt. Keine Andeutung einer Verfaltung, kein noch so winziger Rest eines verkehrt liegenden Mittelschenkels, keine Schichtumbiegung, sondern dachziegelartig einander überlagert. Ein Bild, wie nur ein Deckengebiet es uns weist, ein Bild so charakteristisch in seiner ungewöhnlichen Struktur, dass der Vergleich mit dem Plessurgebirge und dem Rhätikon nicht unterdrückt werden kann. Für diese Gebiete haben ja Hoek (5) und von Seidlitz (13) einen Deckenbau nachgewiesen und H. Meyer (18), der, gleichzeitig mit meinen Untersuchungen, das Ost Schams bearbeitete, hat auch für sein Gebiet die Richtigkeit der Steinmann'schen Prognose anerkannt und es dürfte zweckmässig sein, der Uebersicht halber die verschiedenen Schichtfolgen mit einander in einer Tabelle zu vergleichen (vergl. Tabelle S. 844). Ein Blick auf die Tabelle zeigt, dass eine Parallelisierung wohl durchgeführt werden kann. Die Andeutung von Steinmann (16, S. 19). « Ob wirklich überall, wo die beiden Zonen der Klippendecke zusammen vorkommen, die nördliche (äussere) Falknissbreccie, unter der südlichen (innere) Tithonkalke, liegt », kann ich durch die im Gegensatz zum Rhätikon umgekehrt übereinander liegenden Serien oder Decken II und III bestätigen [1]. Es wird sich nur schwer gegen den durchgeführten Vergleich vom Hinterrhein bis in die Falkniss etwas sagen lassen ; für mich besteht nicht der geringste Zweifel, dass wir es hier mit Decken zu tun haben, und, dass Serie II und III den Klippendecken, Serie IV der Brecciendecke, Serie V der ostalpinen Decke gleich sind. Ich werde von jetzt an die Bezeichnung Serie fallen lassen und sie durch das Wort Decke ersetzen, was in sich begreift, dass ich die besprochenen Verhältnisse, ihre Uebereinstimmung mit bereits bekannten Gebieten nur verstehen kann, wenn

[1] Eine Erklärung dieser Erscheinung versuche ich auf S. 846 zu geben.

ich annehme, ich habe vor mir dem basalen Gebirge aufgeschoben, vier verschiedene Decken ortsfremder nicht wurzelnder Gesteine, von denen jede höhere über die tiefere hinbewegt, geschoben worden ist.

Deckenschema.

Ostalpine Facies	Ostalpine Decke	Diploporen-Dolomit	Trias
Lepontinische Facies	Brecciendecke	Kalkschiefer { Belemniten, Ammoniten	Lias
		Rauhwacke mit Gips	Trias
		Gelber Dolomit (Röthi-Dolomit ?)	
	Obere Klippendecke	Falknissbreccie (Polygenes Konglomerat) (Taspinit)	Malm
		Kalkschiefer mit Belemniten	Lias
		Rauhwacke	Trias
		Gelber Dolomit (Röthi-Dolomit ?)	
	Untere Klippendecke	Weisser Kalk, hochkristallin mit Korallen	Tithon
		Kalkschiefer mit Belemniten	Lias
		Rauhwacke	Trias
Facies des Bündnerschiefers	Liegendes der lepontinischen Decken	Basaler Bündnerschiefer mit breciösen Zonen, Belemniten, Grünschiefern, triasische Rauhwacken u. Dolomiten, Rofnaporphyr, Perm, Trias, Lias, Malm, Kreide.	

Damit fällt das Gebiet aus dem Rahmen des für die West- und Zentralalpen bewiesenen Deckenbaues nicht mehr heraus, sondern ordnet sich ihm aufs beste ein. Woher die Decken gekommen sein müssen, wird später zu erörtern sein.

2. Sekundäre Begleiterscheinungen der Deckenschübe.

Ich möchte jetzt eine Reihe von Erscheinungen besprechen, die sonst unverständlich, aber im Lichte der Deckentheorie keine Schwierigkeiten bereiten. Das ist besonders das linsenförmige Auftreten der einzelnen Schichtglieder, ein Wechsel der Mächtigkeit, der eigentlich nirgendwo erlaubt, die wahre Mächtigkeit auch nur annähernd zu schätzen. Die Aufschlüsse in der Alp Annarosa lassen dies klar erkennen. Wandern wir von Curtginatsch entlang der tiefen Schlucht im Bündnerschiefer nach Wergenstein und von dort nach Tumpriv, so beobachten wir, wie der Rhötidolomit der O. K. D. stellenweise sich stark reduziert oder fehlt, sodass die hangende Rauhwacke direkt dem Liasschiefer der tieferen Decke aufliegt. Auch an dem Lias der U. K. D. kommt besonders auf dem Profil Nr. III das Auf- und Abschwellen gut zum Ausdruck. Ein Blick auf die Karte lehrt uns, dass nur selten 2 oder 3 Horizonte der normalen Schichtenfolge übereinander ausgebildet sind, gerade soviel ist vorhanden, um die Stratigraphie sicher stellen zu können; nur stellenweise schwillt ein Horizont zu sehr grosser Mächtigkeit an und scheint dann die anderen zu verdrängen, die dafür an anderer Stelle stärker entwickelt sind. So erreicht zum Beispiel die Falkniss-Breccie im Piz Visan und der Muotalta, die Rauhwacke der O. K. D. bei Zons, bei Spondabella, eine ungewöhnliche Mächtigkeit, wodurch diese Punkte ein besonders geeignetes Objekt bilden, den betreffenden Horizont zu studieren.

Aber diese Erscheinung ist keineswegs lokal an die einzelnen Horizonte gebunden. Regional können wir dasselbe beobachten, verfolgen wir nämlich die Decken durch Graubünden hindurch bis zur Falkniss, so werden wir ein ähnliches Auf- und Abschwellen in der regionalen Verbreitung der Decken wieder treffen.

Die untere Klippendecke (U. K. D.) zeigt uns:

Im *Rhätikon*. Nur wenig mächtig.

Im *Plessurgebirge*. Zunahme der Mächtigkeit.

Im *Ost Schams*. Mächtige Entwicklung der U. K. D.

Im *West Schams*. Abschwellen der U. K. D.

Für die obere Klippendecke erhalten wir ein analoges Bild:

Falkniss. In bedeutender Mächtigkeit vorhanden.

Im *Rhätikon*. Abnahme der Mächtigkeit (13 loc. cit. S. 102).

Im *Plessurgebirge*. Nur der oberste Horizont vorhanden. Bedeutende Abnahme der Mächtigkeit.

Im *Ost Schams*. Anschwellen der O. K. D.[1]

Im *West Schams*. Weiter zunehmende Mächtigkeit der O. K. D.

Für die Brecciendecke gilt das gleiche:

Im *Rhätikon*. Gut entwickelt ohne besonders auffallende Mächtigkeit.

Im *Plessurgebirge*. Nur in Spuren (?) vorhanden.

Im *Ost Schams*. Enormes Anschwellen der Br. D.

Im *West Schams*. Abnahme der Mächtigkeit.

Für die rhätische Decke bietet uns wohl das extremste Beispiel:

Im *Rhätikon*. Gut entwickelt ohne besonders auffallende Mächtigkeit.

Im *Plessurgebirge*. Enormes Anschwellen.

Im *Ost Schams*. Beginnende Abnahme der Mächtigkeit.

Im *West Schams*. Verschwunden oder nur unsichere Reste.

Die ostalpine Decke kommt für diese Erscheinung nicht in Betracht, sie scheint vielmehr die Rolle des « traineau écraseur » zu spielen und an dem für die linsenförmige Ausquetschung der lepontinischen Decken erforderlichen Druck in hervorragender Weise beteiligt gewesen zu sein. Was wir also im kleinen beobachten konnten, finden wir im grossen wieder und wir werden nicht fehl gehen, wenn wir diese sonst so abnormen Verhältnisse als eine die Deckenschübe konstant begleitende Erscheinung ansehen und zwar als eine durchaus normale und gesetzmässige, die sich über weite Strecken verfolgen lässt und in einzelnen Schichtgliedern sich wiederspiegelt. Wahrscheinlich sind dies dieselben oder ähnliche Erscheinungen, wie die an den Schweizer randlichen Kreideketten beobachteten Phänomene der Längsstreckung und Längszerreisung, auf die LUGEON[2] zuerst aufmerksam gemacht hat. « Es werden bei den Wanderungen der Decken nach Norden von den höheren, schneller wandernden, die tieferen zu einem immer mehr sich steigernden longitudinalen Bogen gestreckt, der schliesslich in einzelne Fetzen oder Glieder (tronçons) zerreist. Im Nordrand der helvetischen Kreideketten ist das Stadium des noch unvollständigen Zerreissens in einzelne « tronçons » ausgeprägt, der Gogeien ist

[1] Untere Klippendecke = U. K. D., Obere Klippendecke = O. K. D. Brecciendecke = Br. D., Ostalpine Decke = O. D.

[2] LUGEON, *Bull. du Labor. géol. de l'Université de Lausanne*, 1903, pag. 44, 45. (Les nappes de recouvrement de la Tatra et l'origine des Klippes des Carpathes. -

eine solche Klippe, ebenso wie der Mattstock[1] ». Es scheint, als ob in Graubünden die ersten Ansätze zu Längsstrecken in dem beobachteten Auf- und Abschwellen der lepontinischen Decken und ihrer einzelnen Horizonte zu Tage kämen und erst die Klippen der Couches rouges bei Liebenstein und Obersdorf[2], die Spilite von Hindelang den extremen Typus der « tronçons » repräsentierten, aber nur bei Annahme eines Schubes aus Süden. Auf eine andere Regelmässigkeit möchte ich noch aufmerksam machen. Ein Blick auf die vergleichende Stratigraphietabelle zeigt, wie von Norden nach Süden fortschreitend in allen lepontinischen Decken die tieferen Glieder, wie Lias und Trias, sich erst allmählich im Süden einstellen, während doch eine idealisierte Deckenkonstruktion sämtliche Horizonte in allen Decken überall vorsehen würde. Im Sinne eines Deckenschubs aus Süden eine ganz verständliche Erscheinung. Ebenso wie wir annehmen, dass bei einer Anzahl gleichzeitig von Süden noch Norden wandernder Decken die höchste am weitesten nach Norden vorstösst und die tieferen Decken zurückbleiben, eine Erscheinung, die für die Schweiz als bewiesen gelten kann, so werden wir auch für die Zustände innerhalb der einzelnen Decken zur selben Annahme gedrängt. Kommt der Deckenschub aus Süden, so dürfen wir erwarten, die höheren Deckenglieder im Norden am mächtigsten und vollständigsten ausgebildet zu sehen und die tieferen im Süden. Die beiden Klippendecken zeigen uns sehr gut diese Abnormitäten, wie der Alpengeologe alten Stiles sagen würde. Abgesehen von den ausserordentlich spärlichen Triasfetzen am Gleckkamm, an der Wurmhalde in der Falkniss und unter den Kirchlispitzen im Rhätikon haben wir keine Trias an der Basis der beiden Klippendecken nördlich des Oberhalbstein. Erst im Schams tritt eine reichliche Entwicklung der Trias und des Lias ein ; sie sind zurückgeblieben und jene als die höheren nach Norden weiter geglitten, wo sie stellenweise eine Mächtigkeit erreichen, die wir im Schams vergebens suchen[3]. Wenn wir also Trias und

[1] Arnold Heim, Die Erscheinungen der Längszerreisung und Abquetschung am Nord-Schweizerischen Alpenrand. *Zeitschrift der naturforschenden Gesellschaft Zürich*, 51, 1906.

[2] Steinmann (16) S. 12. Seine Auffassung scheint mir auch nach den Untersuchungen Tornquist's immer noch die beste zu sein.

Tornquist, Die Vorarlberger Flyschzone. *Neues Jahrbuch für M. G. P.*, 1908, Bd. I, Heft II.

[3] Der Grund für das Vorhandensein wenn auch nur schwach entwickelter Trias in der Br. D. des Rhätikon, kann vielleicht in der fast vollständigen Ausquetschung der Br. D. im Plessurgebirge gesehen werden.

Lias der O. K. D. und U. K. D. in unserm Untersuchungsgebiet beobachten, sind sie als etwas durchaus Normales und Selbstverständliches anzusehen, aber nur im Sinne eines Schubes aus Süden.

Im Sinne dieser Vorstellung erwarten wir denn auch, wie sonst überall in der Schweiz, auch hier eine Zunahme der Kristallinität in den Gesteinen gegen die Wurzelregionen hin. Aus der groben Struktur der Falknissbreccie können wir verhältnismässig leicht das Ausmass der gebirgsbildenden Kräfte ablesen, die die ± grosse Kristallinität dieser Konglomerate bedingt haben. Im Rhätikon und im Plessurgebirge, d. h. im Norden zeigt sie noch nicht die Verquetschung und Ausdünnung, die vollständige Marmorisierung der Komponenten und der Grundmasse, wie im Süden im Gebiete des Schams. Ferner ist der Gegensatz zwischen der normalen ostalpinen Facies des Rhätikons und des Plessurgebirges und den Splügener Kalkbergen ausserordentlich ausgeprägt. Im Norden sind die ostalpinen Sedimente ohne auffallende Merkmale entwickelt und erst nach Süden fortschreitend stellt sich eine zunehmende Kristallinität ein, die in den Marmoren der Splügener Kalkberge extrem ausgebildet ist. Auch hieraus können wir nur einen Schub aus Süden folgern.

3. *Die Brecciendecke.*

Wie ich oben angab, kann ich die Placierung der Serie IV zwischen O. K. D. und O. D. in meinem Gebiete nur ausserordentlich wahrscheinlich machen, nicht exakt beweisen. Erst der Vergleich mit dem Ost Schams setzt ihre Stellung ausser Zweifel. Auch die Berechtigung, diese Vorkommnisse der Br. D. zuzuerteilen, kann ich nicht im West Schams suchen. Die beweisenden Kreidebreccien des Ost Schams fehlen am Runal und so kann ich die Zuteilung der fraglichen Horizonte zur Br. D. nur auf Grund eines Vergleiches mit dem Ost Schams (vergl. Tabelle) vornehmen. Gibt man grundsätzlich die Berechtigung zu dem auf der Tabelle durchgeführten Vergleiche zu, so dürfte die Selbständigkeit der Br. D. im West Schams bewiesen sein, soweit sich eben dort ein geologischer Beweis führen lässt.

4. *Die ostalpine Decke*[1].

Die Splügener Kalkberge bieten ein Bild so eigenartig, so ausser gewöhnlich, das auch dem Laien nicht entgehen dürfte, wenn er vom Splügenpass absteigend inmitten der dunkel gefärbten, umgebenden Gebirgsmasse die weiss schimmernden Marmorberge gewahrt. Alle Geologen, die sie besucht haben, haben ihren komplizierten Aufbau (mit Ausnahme von DIENER) ihre tief ins Innere hereinsetzende Zertrümmerung erkannt. Ich habe im ersten Teile bekennen müssen, dass mein Versuch, auch nur eine angenäherte Stratigraphie aufzustellen, ein vollständiger Misserfolg gewesen ist und es mir in keiner Weise gelungen ist, das mir gestellte Problem zu lösen oder frühere derartige Versuche zu bestätigen. Hand in Hand damit ging ein Nichtverstehen des Bauplanes dieser Berge. Es ergab sich zwar leicht, sie mussten dem basalen Bündnerschiefer aufgeschoben sein, der selbst schon die lepontinischen Decken mehr oder minder vollständig auf sich trug, wobei diese dann durch den Druck der ostalpinen Masse entweder vollkommen ausgequetscht wurden oder doch bis auf einzelne Reste, die jetzt an den Rändern teilweise noch hervorschauen. Aber was die Lokaltektonik der O. D. anbetrifft, so ist sie mir immer unklarer geworden, je länger ich diese unangenehmen Marmorberge beging. Ich habe schon früher erwähnt, dass sich (mitten im Dolomit) echter Rofnaporphyr findet, dessen Vorkommen in den weiter unten zu besprechenden Quetschzonen am Lai grand sein Analogon findet, in der U. K. D. von mir beobachtet wurde (cf. Anm. 2, S. 836), der aber auch im Ost Schams von Dr. MEYER (18) an der Basis seiner O. K. D. und rhätischen Decke konstatiert worden ist. Von SEIDLITZ (13) berichtet von anstehendem Julier Granit an der Basis seiner Sulzfluhkalke und O. D. (loc. cit. S. 79); das Kristallin des Parpaner Rothorns in der oberen O. D. HOEKS (5) ist augenscheinlich auch eine, wenn auch etwas riesige Parallele. SCHILLER[2] schreibt von Granit an der Basis seiner Hauptüberschiebung. Es scheint sich demnach bei allen diesen Mitteilungen über kristalline Schollen an der

[1] *Die geologische Karte der Schweiz*, 1894, von A. HEIM und C. SCHMIDT, 1 : 500,000, kartiert bereits die Splügener Kalkberge als ostalpine Trias. In SCHARDT, *Die modernen Anschauungen über den Bau und die Entstehung des Alpengebirges* (St. Gallen, 1906), findet man bereits die Splügener Kalkberge als ostalpine Decke eingezeichnet. 1908 rechnet SCHMIDT (12) auch diese Berge zur ostalpinen Decke.

[2] Loc. cit.

Basis der Decken, um mitgerissene oder aufgeschürfte Fetzen des kristallinen Untergrundes, um den Rest des antiklinalen kristallinen Kernes der Decke oder Deckfalte zu handeln, den wir für die Auflagerungsfläche der Sedimente in den Zonen der Klippen, Breccien-, rhätischen und ostalpinen Decken annehmen, wenn wir uns die in Deckfalten gelegten Zonen verschiedener Facies wieder in ihren ursprünglichen Zustand vor der Faltung ausgeglättet denken. Dann hat A. Heim (2) eingebacken in die ostalpinen Marmore eine Linse von Serpentin gefunden, die an sich ziemlich überraschend wäre, sich aber als Aufschürfungsprodukt einer sich über die rhätische Decke hinbewegenden Masse eine gute Auslegung findet[1]. Nur wäre die Bewegung der O. D. eine derartig walzenartige gewesen — möchte man sagen —, dass der Serpentin in die Marmore eingewickelt und von seiner ursprünglichen basalen Lage abgeschleppt wurde. Dasselbe gilt für den Rofnaporphyr im Weisshorn und am Teurihorn, die bis zu 800 M. sich von der Basis der O. D. entfernt haben. Dabei liegen die Schichten am Westabhang des Weisshorns so horizontal und anscheinend ungestört, dass man auf diese Stelle das Bertrand'sche Paradoxon für passend halten wird, dass, je ruhiger die Schichten anscheinend liegen, je grösser das Ausmass der Dislokationen anzunehmen ist. An Stellen, wo die Verknetung ihren Höhepunkt erreicht, treten wieder Rauhwacken auf mit den ihnen eigentümlichen Tonschieferfetzen und vergesellschaftet mit dem Rofnaporphyr, der einen passenden Akkord zum allgemeinen Durcheinander liefert.

Ich habe mir ernsthaft die Frage vorgelegt, ob teilweise die Rauhwacken der Splügener Kalkberge der O. D. überhaupt als eigentümlich anzuerkennen sind, ob nicht die Annahme wahrscheinlich ist, sie seien nur Aufschürfungsprodukte aus den lepontinischen Decken und ein nomadisierender Bestandteil der Marmorberge. Wie mir Herr Geheimrat Steinmann mitteilte, sind den ostalpinen Rauhwacken, die hier so reichlich vertretenen Tonschieferfetzen nicht eigentümlich, was zu meiner Vermutung stimmen würde. Doch möchte ich dieses Problem hier nur angedeutet haben, ein späterer Geologe wird vielleicht einmal die Splügener Kalkberge zum Gegenstand eines mehrjährigen Studiums machen; eine Entwirrung wird hier zu den allerschwierigsten Aufgaben zählen. Ich habe mich bescheiden müssen und vor den Komplikatio-

[1] Seidlitz (13) verwendet hierfür den Ausdruck « Ueberschiebungsapophyse ».

nen kapituliert. Ich habe nicht herausbekommen, was bei den Splügener Kalkbergen oben oder unten, hinten oder vorne ist.

5. *Die Quetschzonen.*

Zwischen Muotalta und Pizas d'Annarosa schaltet sich eine Zone ein, die eine eingehende Besprechung verdient.

Wie das Profil zeigt, liegen über Falknissbreccie und unter der O. D. am Lai grand sonderbare Quetschzonen. Die Horizonte, die in ihrer Aufeinanderfolge nicht konstant sind, wechseln mehrfach und verschwinden teilweise gegen die

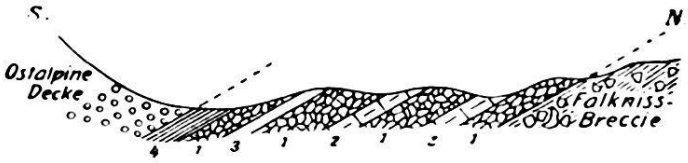


Fig. 2. — Quetschzone des Lai grand. (Kurve 2660 M.)

1 = Rauhwacke. 2 = Weisser Marmor, gelb anwitternd. 3 = Grüner Quarzit. 4 = Kalkphyllit.

Furka hinauf. Der Gneis ist ein zertrümmerter dynamometamorphyr Porphyr von grauer, schwach grünlicher Farbe, den ich mit einem gewissen Vorbehalt als Rofnaporphyr bezeichnen kann. Wie Figur 3 zeigt, hat sich das Profil an der Furka gegenüber dem unteren schon bedeutend verändert, der Gneis ist verschwunden und ein grüner chloritischer Quarzit an seine Stelle getreten. Genau westlich von der Muotalta treffen wir am Rand des Absturzes zum Safiental wieder eine grössere Komplikation. Hier sind Rauhwacke und Rhötidolomit mit Kalkschiefer in mehrfacher Wechsellagerung verschuppt und auf der Karte als Quetschzone aufgezeichnet. Ueberlagert wird die Zone von Falknissbreccien, die in die Konglomerate des Bodenhorns sich fortsetzt. Das ganze Paket fällt zirka 20° SO, in seiner Fortsetzung die Grauhörner unterteufend, was leider der Schutt der direkten Beobachtung entzieht.

Was die Deutung der Quetschzonen am Lai grand angeht, so fasse ich sie als Reste höherer Decken auf, die über der obern Klippendecke gelagert haben müssen und durch den Druck der ostalpinen Masse zerstört und zerquetscht worden sind. Als Ursprungsort kommt in Betracht die rhätische Decke und Br. D. für den Rofnaporphyr (vergl. Tabelle Ost Schams), für die Rauhwacken die Trias der Br. D. und

rhätischen Decke. Bei dem Gneis könnte man auch an Reste des kristallinen Untergrundes der O. D. denken, die dann von den wandernden Kalkbergen selbst mitgebracht und den Quetschzonen einverleibt wären. Wie dem auch sei, ist ihre stratigraphische Stellung auch unsicher, tektonisch bieten sie keine Schwierigkeiten. Sie steigern nur unsere Vorstellung von dem gewaltigen Ausmasse der Kräfte, die ganze Schichtkomplexe ausquetschen konnten.

Unter diesem Gesichtspunkt erscheinen auch zwei sekundäre kleine von SW—NO streichende Antiklinalen in der

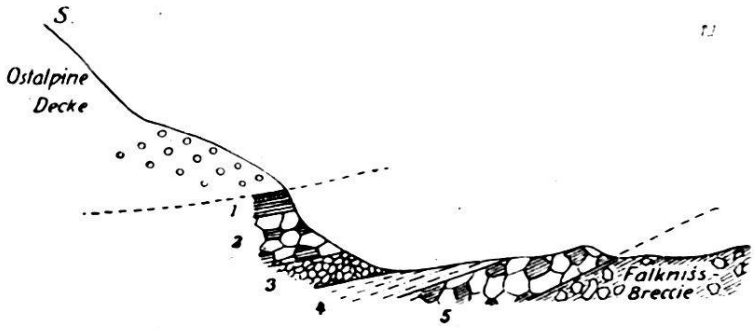
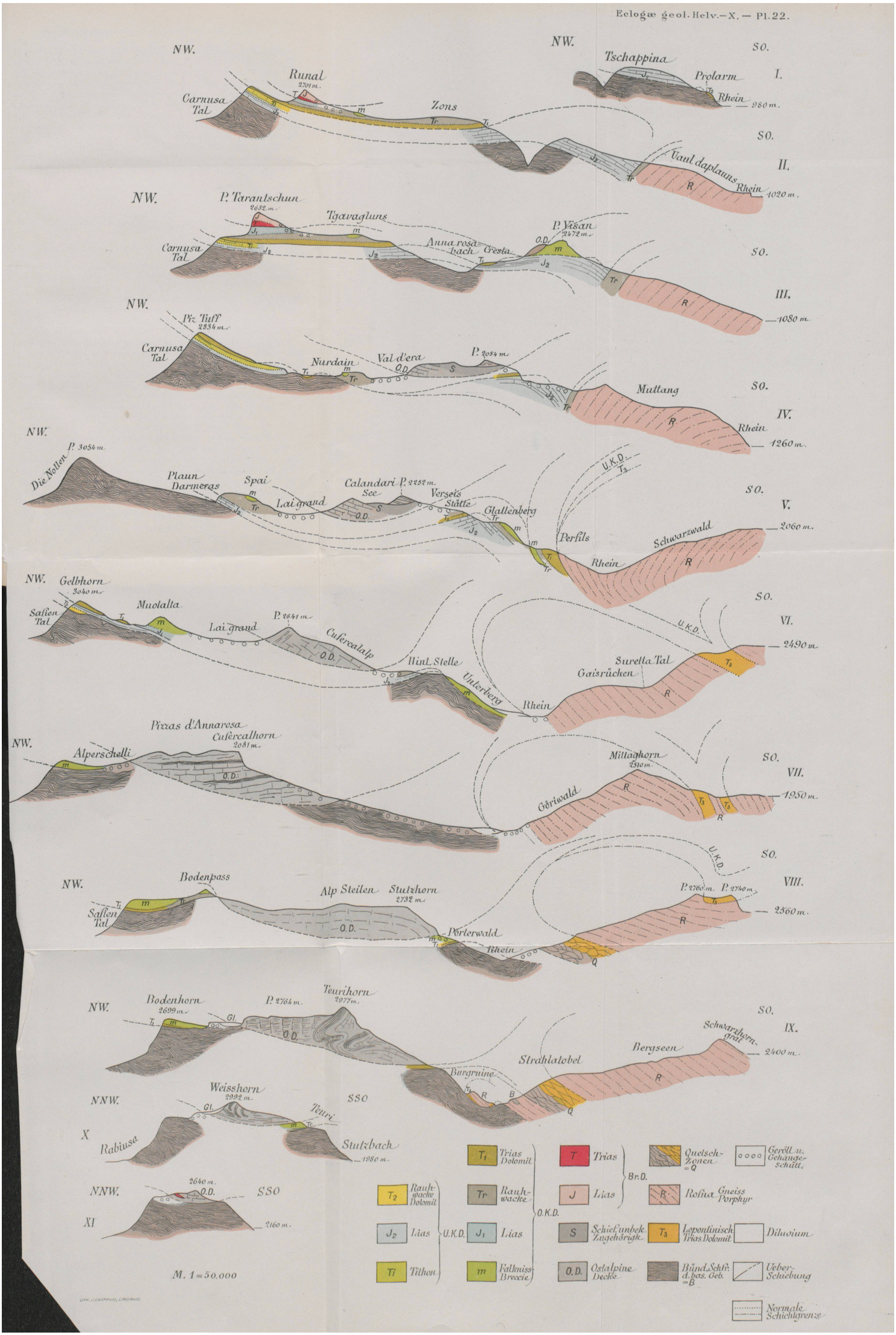


Fig. 3. — Quetschzone des Lai grand. (Kurve 2490 M.)

1 = Kalkphyllit, in den obersten Lagen brecciös. 2 = Verquetschung von grauem Kalk mit schwarzem Marmor. 3 = Rauhwacke. 4 = Gneiss (Rofna). 5 = Verquetschung von graublauem Marmor mit Röthidolomit.

Falknissbreccie der Muotalta nichts Merkwürdiges mehr zu besitzen; meine Auffassung als Stauchungserscheinung, dürfte bei den Komplikationen, die den Deckenschub begleiteten, nichts Ueberraschendes haben.

Das Profil des Calandrigrates bietet die kompliziertesten Erscheinungen, weil hier Schichten in Betracht kommen, über deren Natur ich nicht ins Klare gekommen bin. Es sind dies die Schiefer unbekannter Zugehörigkeit, die auf der Karte mit hell violetter Farbe angelegt sind. Sie sehen den Schiefern des Piz Curver, den Schiefern der rhätischen Decke des Ost Schams ausserordentlich ähnlich, führen jedoch nicht die für diese Decke so charakteristischen Ophiolithe. Immerhin würde ihre tektonische Stellung nicht gegen eine solche Plazierung sprechen; da ich jedoch sie nicht direkt identifizieren kann, möchte ich ihre Stellung zweifelhaft lassen. Was am Calandarigrat sofort auffällt (vergl. Textfigur 4), sind die dem Schiefer aufgesetzten Marmorkappen ostalpiner Diploporendolomite. Auf dem Grat gegen Westen fortschreitend sehen wir die Schiefer den ostalpinen Dolomiten aufruhen.


NW.
SO.
I.
Runal
2701 m.
Carnusa Tal
Zons
Tschappina
Prolarm
Rhein
980 m.
II.
Vaul daplauns
Rhein
1020 m.
NW.
P. Tarantschun
2632 m.
Tgavagluns
Carnusa Tal
Anna rosa bach
Cresta
P. Visan
2472 m.
O.D.
III.
1080 m.
NW.
Piz Tuff
2834 m.
Carnusa Tal
Nurdain
Val d'era
P. 3054 m.
Muttang
IV.
Rhein
1260 m.
NW.
Die Nollen
P. 3054 m.
Plaun Darmeras
Spai
Lai grand
Calandari See
P. 2252 m.
Verseis Stätte
Glallenberg
Perfils
Schwarzwald
Rhein
U.K.D.
V.
2060 m.
NW.
Gelbhorn
3040 m.
Saflen Tal
Muotalta
Lai grand
P. 2641 m.
Cuferealp
Wind Stelle
Unterberg
Rhein
Surella Tal
Gaisrücken
U.K.D.
VI.
2490 m.
NW.
Alperschelli
Pizzas d'Annarosa
Cuferealhorn
2081 m.
Mittaghorn
2510 m.
Göriwald
VII.
1950 m.
NW.
Bodenpass
Saflen Tal
Alp Steilen
Stutzhorn
2732 m.
Pörterwald
Rhein
P. 2760 m.
P. 2740 m.
U.K.D.
VIII.
2560 m.
NW.
Bodenhorn
2699 m.
P. 2764 m.
Teurihorn
2977 m.
Gl.
Burgruine
Strahlatobel
Bergseen
Schwarzhorngrat
IX.
2400 m.
NNW.
Weisshorn
2992 m.
Gl.
Teuri
SSO
X
Rabiusa
Stutzbach
1980 m.
NNW.
2640 m.
O.D.
SSO
XI
2160 m.
M. 1 = 50.000
T1 Trias Dolomit
Tr Rauhwacke
J1 Lias
m Falkniss-Breccie
O.K.D.
T2 Rauhwacke Dolomit
J2 Lias
Tl Tithon
U.K.D.
T Trias
J Lias
Br.D.
S Schief. unbek. Zugehörigk.
O.D. Ostalpine Decke
Quelsch-Zonen = Q
R Rofna Gneiss Porphyr
T3 Lepontinisch Trias Dolomit
Bünd. Schif. d. bas. Geb. = B
Geröll u. Gehange-schütt.
Diluvium
Ueber-Schiebung
Normale Schichtgrenze

Dasselbe beobachten wir nördlich des Calandarisees. Zwischen Punkt 2510 M. und dem Piz Visan überlagern die Schiefer mit ihren Marmorkappen die Rauhwacken der O. K. D. Die ostalpinen Marmorkappen, die hier einen ungewöhnlichen Grad der Zertrümmerung zeigen, lassen doch noch an etwas undeutlichen Diploporenresten ihre Zugehörigkeit zur ostalpinen Decke erkennen, weisen aber Gesteins-Varietäten auf, die ich im Gebiete der Splügener Kalkberge sonst nicht getroffen habe. Am Piz Calandari befindet sich ein dünnblattiger weisser Dolomit, der auf den Schichtflächen zahlreiche Pyritkristalle führt, gelbe Anwitterung zeigt und talkartige, papierdünne Lagen auf den Spaltungsflächen aufweist. Fer-

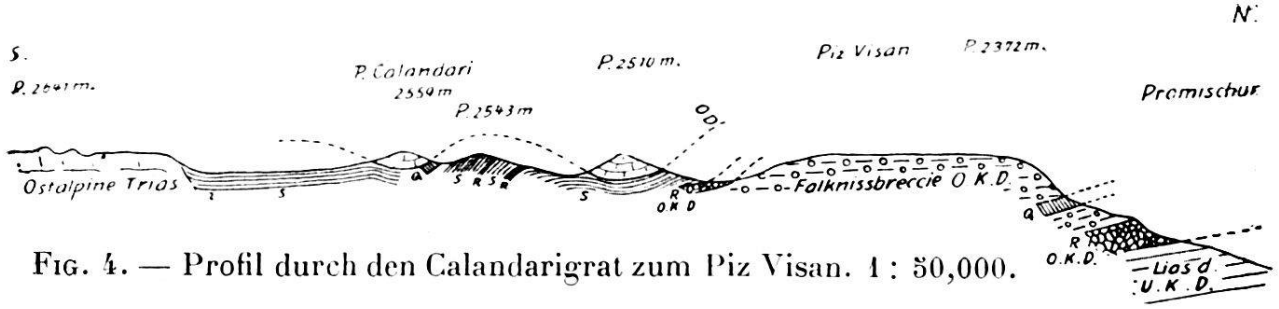


FIG. 4. — Profil durch den Calandarigrat zum Piz Visan. 1 : 50,000.

S = Schiefer, unbekannter Zugehörigkeit. Q = Quetschzone. R = Rauhwacke. U. K. D. = Untere Klippendecke. O. K. D. = Obere Klippendecke. O. D. = Ostalpine Decke.

ner beobachtete ich einen Breccienmarmor, in welchem eibis birngrosse Knollen eines weissen Marmors mit gerundeten Umgrenzungen, von gelben Tonhäuten umflossen, ein Mosaik bilden, das in seiner Struktur an Cyklopenmauern erinnert. Der Schiefer unbekannten Alters bietet stellenweise durch Einschaltung von weissen Marmorbändern, Röthidolomiten, Rauhwacken das Bild einer Schuppenstruktur im Profil als Quetschzone angegeben. Endlich erscheinen (NO des Punktes 2510 M.) dunkelgrüne Quarzite, deren Färbung durch reichliche Chloritmengen bedingt ist, und die Magnetit in beträchtlichen Mengen in sich schliessen, nur ein grosser Block dieses nur von dieser Stelle bekannten Gesteins liegt an der tiefsten Stelle zwischen Punkt 2510 M. und dem Piz Visan eingebacken in die erwähnten Schiefer. Diesen Grat fasse ich als eine grosse Quetschzone auf; hier hat die O. D. als ein wahrer « traineau écraseur », über die lepontinischen Decken sich hinbewegend, die Schiefer zusammengestaucht, sie überlagert und die Rauhwacke der O. K. D. auf geringe Entfernung auf ihrem Malmhorizont aufgeschoben, und ist schliesslich selbst noch in einen Fetzen bis auf die Breccien des Piz Visan vorgedrungen. Diesen Erscheinungen entspricht es nur

zu gut, dass wir analoge Schuppenstrukturen NO des Piz Visan wieder treffen. Hier wird der Kalkschiefer des Lias der U. K. D. überlagert von mächtigen Rauhwacken, darüber liegt Falknissbreccie und zum Schluss eine Folge von Rauhwacken und feinschiefrigen mürben Kalkschiefern (der U. K. D. ?, Schiefer unbekannten Alters?) auf der Karte als Quetschzone aufgezeichnet. Die Wirkungen des ostalpinen Schubes machen sich also in Erscheinungen lokaler Natur noch nördlich des Piz Visan bemerkbar.

6. *Das Verhältnis zwischen lepontinischen Decken und Rofnamassiv.*

Von Andeer in gerader Linie westlich aufwärts gegen Burgias zieht sich über Molas und Pasciaglias hin die nur an einigen schlechten Aufschlüssen studierbare Grenze zwischen Rofnaporphyr und den Liaskalken der U. K. D. Gegen dieses Rofnamassiv stossen fast horizontal oder nur flach südost fallend die Kalkschiefer. Ungefähr bei 1600 M. beobachten wir einen Fetzen steilstehender Rauhwacke eingeklemmt zwischen das Kristallin und die Kalkschiefer. Zwischen Burgias und Pasciaglias[1] sind infolge Moränenbedeckung keine Aufschlüsse vorhanden, nur die Rauhwacke mit Gips verrät sich durch die Einsturztrichter. Punkt 927 M. zeigt einen OSO fallenden sogen. Kalkschiefer, den ich dem Liasschiefer der U. K. D. zurechne[2]. Von Punkt 2079 M. an werden die Aufschlüsse etwas zahlreicher; wir beobachten, wie verschiedene Rippen dieser kalkigen Schiefer OSO zirka 15—20° gegen den Rofna einfallen, der bereits fast senkrecht zu stehen scheint und bis Perfils in zirka 60° SO fallende Schichten übergeht. Damit geht parallel ein Steilerwerden der sedimentären Schichten, bis sie bei Perfils dem Rofna sich anschmiegend, in dem nach Sufers sich herabziehenden Bach eine bereits überkippte Stellung angenommen haben (vergl. Profil Nr. 5).

Im Görriwald, zum Mittaghorn hinauf fällt der Gneis gegen die Surettahörner in nicht sehr steiler Lagerung ein (SSO).

[1] Die Karte ist an dieser Stelle sehr schematisch gehalten.

[2] SSW von Pasciaglias liegt eine Scholle von Rofnaporphyr in diesen Schiefern. Ich halte dieses Kristallin für eine Scholle, die eigentlich an die Basis der U. K. D. gehört, für ein Aufschürfungsprodukt dieser Decke, für einen Rest des kristallinen antiklinalen Kernes. Hier zeigt uns der Porphyr, dass die Lokaltektonik in dem Lias der U. K. D. wahrscheinlich noch viel komplizierter ist, als die Profile es darstellen. Die Aufschlüsse sind aber zu schlecht und erlauben keinen tieferen Einblick.

Die ihn unterteufenden Schiefer des basalen Gebirges zeigen ein konformes Fallen, zwischen ihnen und dem Rofna befinden sich die Triasreste der ursprünglichen normalen Auflagerung auf den Rofna und eventuell Reste der lepontinischen Decken, für den Fall, dass ihre bei Sufers-Perfils begonnene Einfaltung unter den Rofna bis auf die andere Rheinseite fortsetzen sollte, was wahrscheinlich ist, aber nicht bewiesen werden kann. Bei der Brücke am Rossälplibach[1] sehen wir noch Tithonbreccie des basalen Bündnerschiefers eine kleine Strecke lang gut kartierbar, in westlicher Richtung stellt sich dann Rofnagneiss ein, am südlichen Waldrand gut sichtbar, wie er bald auf bald unter dieser Breccie liegt und sich weiter westlich bis zu dem Pfad zwischen den je zwei Häusern hinzieht. Dort findet er den Anschluss an den Burgruinengneis, der also nach Osten sich in einer Quetschzone mit dieser Breccie auflöst. Beabsichtigt man hier das normale Hangende zum Rofna bis unter das lastende Rofnamassiv senkrecht zum Streichen zu queren, so kommen für einen solchen Versuch nur die verschiedenen vom Räzünersee und der Mittagspitze herunterziehenden Tobel in Betracht, da die zwischen ihnen liegende urwaldähnliche Vegetation jeden Einblick vereitelt. Ich habe auf der Karte die Tobel mit Quetschzonen eingezeichnet, den Versuch schematische Detailprofile zu geben, halte ich für unmöglich. An den Quetschzonen beteiligen sich Rauhwacken, Breccien, schwarze Tonschiefer, gelbe Dolomite, graue Kalkschiefer, weisse Marmore usw. Eine Entwirrung ist hier unmöglich. Am leichtesten wird man in Häusernbach bei Splügen einen Einblick gewinnen und sofort beim Eintritt in die Schlucht die Verschiedenheit der beiden Bachseiten bemerken. Dieser Tobel zeichnet sich durch eine wunderliche Verquetschung, besonders von Rauhwacken, Röthidolomit, Phylitten und Breccien aus, doch ist die Trias vorherrschend.

Wir stellen also im ganzen das Resultat fest, dass der Rofnaporphyr von Sufers an weiter südlich sich in verkehrter Lagerung befindet, dass seine Hangendschichten dabei verdrückt und verquetscht werden und sich in einer Quetschzone über Strahlatobel, Kistentobel bis zum Splügenpass verfolgen lassen, wo am Kontakt von Rofna- und Tambogneis nur noch ein schmales Marmorband vorhanden ist. Diese Grenze ist auf der Karte nicht als Ueberschiebungslinie gezeichnet, obwohl an keiner Stelle das ursprüngliche Verhältnis zwi-

[1] Cf. Steinmann (15) S. 42.

schen Rofna und Trias noch vorhanden ist und sich wahrscheinlich auch noch Fetzen lepontinischer Decken in den Quetschzonen finden. Die ganze Trias der Karte des Blattes 19 der *Geologischen Karte der Schweiz* 1 : 100,000 auf der rechten Seite des Splügenbaches bis auf die Passhöhe ist also als eine einzige Quetschzone auszuzeichnen. Der Burgruinengneis kann vielleicht?[1] als eine zufällig lokal gut kartierbare Riesenkomponente aufgefasst werden. Für seine Identität mit dem Rofnaporphyr besteht für mich

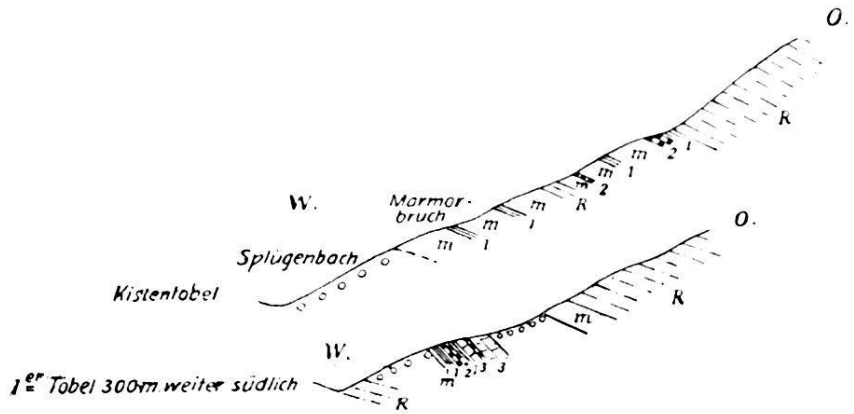


Fig. 5. — Die Quetschzone der Kistentobel. Zirka 1 : 25,000.

1 = Kalkschiefer. 2 = Rauhwacke. 3 = Röthidolomit.
m = Marmor. R = Rofnagneiss.

kein Zweifel; er wird von Triasdolomit und Rauhwacke unterlagert, was schon Heim richtig erkannt hat. Er setzt dann SSO über den Rhein, wo in einer Höhe von zirka 20 M. über dem Fluss basaler Bündnerschiefer ihn unterteuft, der dann an den obersten Hütten der Rütiwiese sich noch einmal repetiert, bis schliesslich der Gneis SO im Schutt verschwindet. Ich habe diese Verhältnisse versucht im Profil Nr. IX zur Geltung zu bringen. Im Kistentobel und in dem südlich auf ihn folgenden Bach kann man noch einmal die Quetschzonen studieren. Das abgebildete Profil erspart eine weitere Diskussion. Die zwischen den Marmorbändern erscheinenden kristallinen Schollen von Rofnaporphyr bilden ein beredtes Zeichen für die Höhe der Komplikationen, die nur in ausserordentlich schematischer Weise im Profil zur Geltung gekommen sind.

[1] Einer freundlichen Mitteilung von Herrn Prof. Schmidt, Basel, zufolge, hat er bei seiner Kartierung des Tambomassives eine andere Auffassung des Burgruinengneisses gewonnen, die ich meiner eigenen vorziehen möchte. An meinen Profilen wird sich dadurch nichts ändern.

Dem von mir kartierten Gebiet des Rofnaporphyrs müssen die Decken früher vollständig aufgelegen haben. Sie sind heutzutage nur noch weiter im Norden, im Gebiet des Piz Curver und La Tschera in vollständiger Ausbildung zu finden (18). Im West Schams wechseln die Beziehungen zwischen Rofna und den Decken plötzlich, die, wie beschrieben, bei Perfils vom Rofna in einer spitzen Synklinale unter sich gezogen werden, das Rofnamassiv muss also einen antiklinalen Bau besitzen.

Aber da seine tektonische Stellung für die Gesamttektonik mit entscheidend ist, dürften die eigenartigen Verhältnisse am

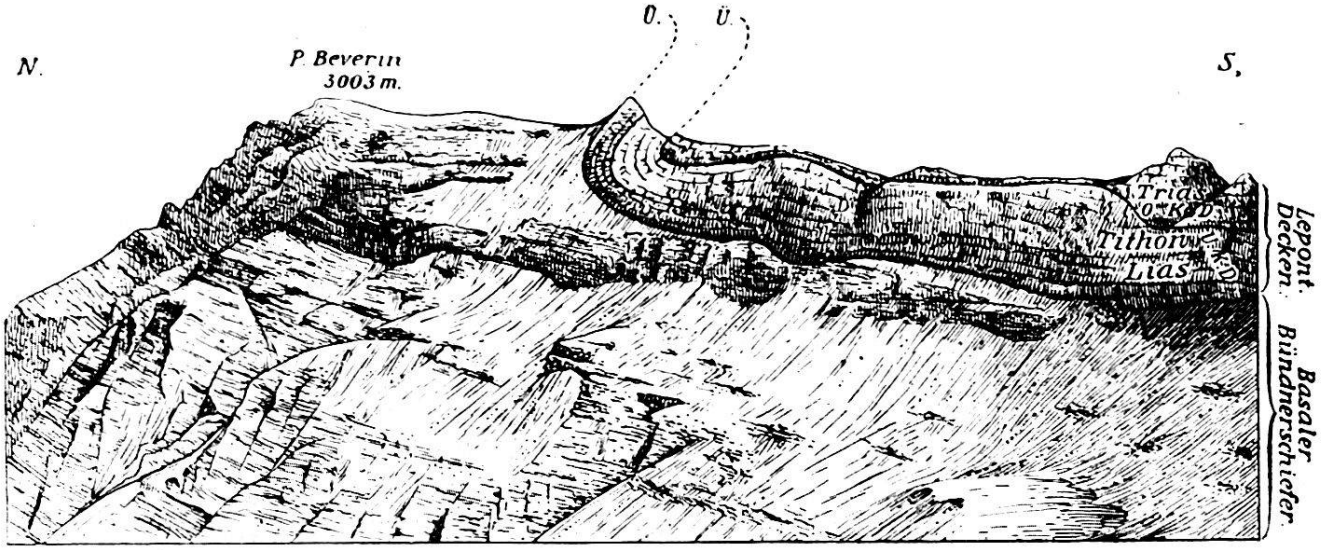


Fig. 6. — West-Wand des Piz Beverin.

Nordrande des Massivs eine eingehende Besprechung verdienen. Wie erklärt sich das horizontale Anstossen der Surobikalke an das Kristallin? Läuft hier eine Verwerfung durch? Für das Verständnis dieser Stelle ist für mich die Ueberschiebungsfläche der Decken am Beverin auf dem basalen Bündnerschiefer von grosser Bedeutung gewesen.

Der Sockel des Piz Beverin besteht aus den Bündnerschiefern des basalen Gebirges und die deutlich sichtbare Ueberschiebungsscholle aus den Lias- und Tithonschichten der U. K. D. Wir bermerken, dass die Schichten der basalen Schiefer horizontal gegen die Wölbung der Decken abstossen, deren Bewegung, wenn auch vielleicht nur lokal, hier einen Widerstand fanden. Wäre durch Vegetation z. B. der untere Teil des Bildes bis gerade über die Ueberschiebungslinie verdeckt, so würde man sagen, hier liegt eine Verwerfung vor und die sie begleitende Schichtschleppung der abgerutschten Masse ist vorzüglich zu sehen. Wir müssen uns

also mit der Annahme einer Verwerfung vorsehen, besonders im Gebiet des Schams, wo ausser ROTHPLETZ noch niemand eine Verwerfung gesehen hat. Vielmehr bin ich der Ansicht, dass die nach Norden vordringende Masse des Rofna an dem Surobistock zum Stillstand gekommen ist, ähnlich, wie die U. K. D. lokal an den Schollen des Beverin. Ein Fetzen Rauhwacke, ein Rest der auf dem Rofna liegenden Decken, oder ein Rest seines normalen Hangenden wurde dabei an den Surobikalk gepresst. Ob bei der Bewegung des Rofna an die Surobikalke sein Hangendes partiell abgequetscht wurde, oder ob es infolge von Längszerreisung nur noch unvollkommen vorhanden war, kann man natürlich nicht entscheiden, möglich ist beides. Am Lai da Vons ist es zweifelsohne zu einer Längezerreisung gekommen. Die linsenförmigen Fetzen von Falknissbreccie, die auf der Karte gut zum Ausdruck kommen, bieten ein schönes Beispiel für die Zerreissung der O. K. D. in einzelne « tronçons ». Auf jeden Fall kann ich auf die beobachteten Tatsachen hin nicht gezwungen werden, hier eine Verwerfung anzunehmen, besonders da wir einen Uebergang von normaler horizontaler Lagerung zur synclinalen Einfaltung konstatieren können.

Ich fasse also den Rofnaporphyr als eine grosse nach Norden übergelegte Antiklinale auf, die gleichzeitig mit den auf ihr lastenden Decken nach Norden gewandert ist und an der Linie Pignieu, Burgias, Pagciaglias zum Stillstand kam, was wir an dem sonst nicht erklärbaren Abstossen der Surobikalke gegen den Rofna erkennen.

Aus den Gipfeln des Surettamassives leuchtet uns von Punkt 2740 M. ein heller, gelber Dolomit entgegen (Fig. 3 der Karte und der Profile), dessen Identität mit dem sogenannten Röthidolomit schon HEIM (2, S. 265) richtig erkannt hat. Ich halte ihn ebenfalls für einen lepontinischen Triasdolomit ; er ist in dem Gelbhorn ob den Räzünser Seen von dem Triasdolomit des Tschingelmellen petrographisch nicht zu unterscheiden. Das Gelbhorn (auf der Karte des Siegfriedatlasses Bl. Splügen ist der Name nicht verzeichnet, es ist Punkt 2740 M. Im Volksmund heisst dieser Punkt das Gelbhorn) ist ein noch erhaltener Muldenkern der sich gegen die Alp Suretta tiefer in das Kristallin einsenkt und weiter über den Hirli, Ausser Ferrera sich hinzieht, wobei der gelbe Dolomit allmählich zu einem weissen Dolomitmarmor wird. Ich hatte früher angenommen, er würde mit dem tiefsten Horizont einer der Klippendecken zu identifizieren sein. Ich erfahre jetzt von Dr. MEYER, Giessen, dass nach seinen in Gemeinschaft mit Prof. C. SCHMIDT, Basel, gemachten Beobachtungen im Averser Tale diese lepontinischen

Triasdolomite mit den normal auf ihnen liegenden jüngeren Schiefern (vergl. Profil 13, MEYER loc. cit.) von der U. K. D. überlagert werden. Da diese Gebiete ausserhalb seines und meines engeren Arbeitsfeldes liegen, beabsichtigen wir demnächst diese Verhältnisse gemeinsam darzustellen und zu erörtern. Ich gehe also hier nicht weiter darauf ein. An meinen Profilen hat sich dadurch nichts geändert, nur in Profil N 6, 7 u. 8 habe ich in den Luftlinien die theoretische Ueberlagerung dieser lepontinischen Triasdolomite durch die U. K. D. angedeutet. Die Deckenschübe begannen zur Eocän- oder Oligocänzeit, so nehmen wir bis jetzt an, die lepontinischen Decken schürften Teile des kristallinen Untergrundes ab und wanderten gegen Norden. Gleichzeitig bewegte sich unter ihnen, langsamer, der Rofnaporphyr in der gleichen Richtung mit seinen jüngeren Schichten, dem Triasdolomit und dem Bündnerschiefer; lokale Einfaltungen fanden dabei statt, deren synklinale Triasreste uns in dem Hirli und Gelbhorn noch erhalten sind[1]. Wo heute Andeer liegt, kam die Bewegung des Rofna zum Stillstand, an den schon weiter vorgelegten Decken, die er nicht weiter überwalzen konnte. Wenn ich soeben gesagt habe, dass ich den Rofna für eine liegende Antiklinale halte, so spreche ich dadurch aus, dass er in dem untersuchten Gebiet schwimmt, d. h. eine auf Punkt 2750 M. der Seehorngruppe niedergebrachte Bohrung würde nach dem Durchfahren der Triasdolomite das Kristallin passieren und dann wieder in Schichten lepontinischer Provenienz eintreten und zwar in solche von flacher Lagerung. Die Frage, ob man den Rofna als Decke oder Deckfalte ansprechen muss, kann aus unseren Beobachtungen nicht beantwortet werden, vielleicht geben spätere Untersuchungen in einem weiter südlich gelegenen Gebiet einmal darüber Aufschluss. Es wäre noch zu erörtern, ob die O. D. an der synklinalen Faltung der lepontinischen Decken teilgenommen hat. Ich möchte diese Frage verneinen. Sollten sich die mächtigen Diploporenkalke daran beteiligen, so würden wir sie in den Quetschzonen von Sufers entlang den Hinterrhein nach dem Splügenpass vermuten müssen. Marmore oder kristalline Kalke sind ja häufig genug dort zu finden (Kistentobel), aber sie sind immer frei von den so charakteristischen Diploporendurchschnitten, die sich in den Splügener Kalkbergen so reichlich gefunden haben. Die alles vernichtende Umkristallisation kann in diesem Falle nicht ins Feld geführt werden, denn die Splügener Kalkberge sind schon selbst in einem

[1] Oder aber die Einfaltungen können als die Folgen der späteren miocänen Alpenfaltung angesehen werden.

derartigen Zustand, dass, wenn sich in ihnen Diploporen halten konnten, wir keinen Grund haben, sie als vernichtet in den Marmoren des Kistentobels anzunehmen. Vielmehr lassen sich diese Marmore sehr gut als die dynamometamorphen Produkte der Kalkschiefer und Dolomite der normalen Hangendschichten des Rofnaporphyrs auffassen.

7. *Wo liegen die Wurzeln der lepontinischen Decken.*

Wenn wir die Frage nach den Wurzeln der Decken hier anschneiden wollen, so müssen wir jedenfalls antworten, in dem untersuchten Gebiet ist von einem Wurzeln der lepontinischen, geschweige der ostalpinen Decke noch nichts zu sehen. Die Decken, soweit entwickelt lassen sich in ungestörter Auflagerung aufeinander in West Schams konstatieren; eine nur untergeordnete Komplikation wird durch die tieferliegende Gneisscholle (Decke? Deckfalte?) des Rofnaporphyrs hereingebracht, die mit ihrem nördlichen Stirnrand an das Südende der Via Mala nicht heranzureichen scheint. Die Wurzeln müssen also weiter im Süden liegen, bei Annahme eines Schubes aus dieser Richtung. Um dies Problem zu entscheiden, reicht das heute vorliegende Kartenmaterial nicht aus; bescheiden wir uns also, bis wir auch über die südlicheren Gegenden etwas Genaueres wissen.

Die Berechtigung der Parallele mit dem Ost Schams, dem Plessurgebirge, das rückenlose Fortsetzen der Decken bis in die Falkniss scheint mir aber doch der Beweis für die Unmöglichkeit zu sein, dass wir im Rheintal die Wurzeln oder Narben der lepontinischen Decken zu erblicken hätten. Denn damit ist unvereinbar, dass sie südlich dieser Rheintalwurzel oder Narbe sich einer ungestörten Lagerung von der U. K. D. bis zur rhätischen Decke inkl. erfreuen können, wenn wir einen Schub aus Süden voraussetzen. Ueber das Rhonetal als Wurzel der lepontinischen Decken steht mir kein Urteil zu, es scheint mir nach den vorhandenen Karten jedenfalls nicht unmöglich zu sein. Bemerkenswert ist aber doch, dass LUGEON[1] bei seiner Untersuchung der Walliser Kalkalpen zu damit unvereinbaren Resultaten gekommen ist.

IV. Ueber die lepontinische Facies.

Denken wir uns die Deckfalten oder Decken ausgeglättet und rekonstruieren wir uns die Zonen verschiedener Facies,

[1] LUGEON, Quelques faits nouveaux concernant la structure des Haut-Alpes calcaires berno-vallaisannes. *Eclogæ geol. helv.*, 1908, vol. X, Nr. 1.

deren Sedimente vor der tertiären Faltung in wagerechter Lage auf dem kristallinen Untergrunde abgesetzt sein müssen, so folgt südlich der Bündnerschieferzone nacheinander die Facies der unteren (nördlichen) Klippenzone, der obern (südlichen) Klippenzone, der Breccienzone, der ophiolitischen und der ostalpinen Zone. Es ist nun sehr interessant, dass in den unteren nördlichen und oberen südlichen Klippenzonen, in der Breccienzone und der Ophiolit-Radiolaritzone — in den heutigen Klippendecken und in der Br. D. und der rhätischen Decke — die Ausbildung der Trias ganz an das helvetische Faciesgebiet anklingt. Hier wie dort beobachten wir den sogen. Röthidolomit, mit den Quartenschiefern und Rauhwacken mit lokalem Gipsvorkommen. Diese Verhältnisse ändern sich mit Beginn der Liaszeit, die Beziehungen zum helvetischen Faciesgebiet scheinen dann gelöst, und die Ablagerungen in der Bündnerschieferzone bis zur Brecciendecke inklusive weisen auf ein gleichartiges Meer hin, indem eine reiche Fauna von Belemniten, Ammoniten, Zweischalern und Brachiopoden gelebt haben muss. Die Liasschiefer aus den verschiedenen Decken und aus dem basalen Gebirge kann ich sowohl ihrer Fossilführung nach als auch nach petrographischen Merkmalen nicht unterscheiden. Nur der Tonschiefergehalt der lokal gesteigert dem Bündnerschiefer so eigentümlich ist, findet sich in begrenztem Masse nur noch in der U. K. D. Die O. K. D. und die Br. D. zeigen diese Ausbildungsweise nicht mehr. Wir können also in dem Meer der nördlichen Klippenzone zur Liaszeit eine tonige Facies rekonstruieren, die in dem nördlicher gelegenen Meer der Bündnerschieferzone diesen Charakter in stärker ausgeprägter Form aufgewiesen haben muss.

Erst zur Tithonzeit tritt eine Differenzierung der Facies in den Sedimenten der verschiedenen lepontinischen Zonen Meeresablagerungen ein.

Wie ich schon (S. 29) hervorgehoben habe, besteht ein nicht unwichtiger Gegensatz zwischen dem Rhätikon und dem Schams darin, dass in dem nördlichen Gebiet zu oberst die Decke der Tithonkalke und zu unterst die Decke der Falknissbreccie liegt, während im Schams das umgekehrte der Fall ist. Diese scheinbaren Widersprüche lösen sich aber, wenn man folgenden Erklärungsversuch gelten lassen will. (Vergl. Fig. 7, S. 846.)

Prinzipiell dürfte dem nichts entgegenstehen, dass wir einen Wechsel von koralligener Facies mit Breccienfacies voraussetzen, da auch sonst ein plötzlicher Facieswechsel nicht zu den ungewohnten Erscheinungen zu rechnen ist. Es ist

vielleicht in den Dioritkomponenten und Hornsteinbrocken in der Falknissbreccie des Gafiertales im Rhätikon (13, S. 38) ein facieller Unterschied in den zwei durch die koralligene Facies getrennten Breccienzonen angedeutet, denn im Gebiete Schams finden wir nur Rofnaporphyr und sogen. Taspinit als kristalline Komponente in der Breccie.

Denken wir uns nun die abgebildeten Zonen von Süden übereinandergeschoben, so liegt im Norden (Rhätikon) die Decke mit koralligener Facies über der Decke mit Breccienfacies und das Gegenteil findet dann im Süden statt (Schams), wir könnten also hier konstatieren, dass Faciesgrenzen und tektonische Grenzen nicht zusammenfallen, sondern sich ± spitzwinklig schneiden. Ich habe diesen Erklärungsversuch hier angegeben, um zu zeigen, dass die Deckentheorie solche scheinbaren Widersprüche bewältigen kann, wenn ich auch mir bewusst bin, mit dieser Erklärung nur einen Versuch zu

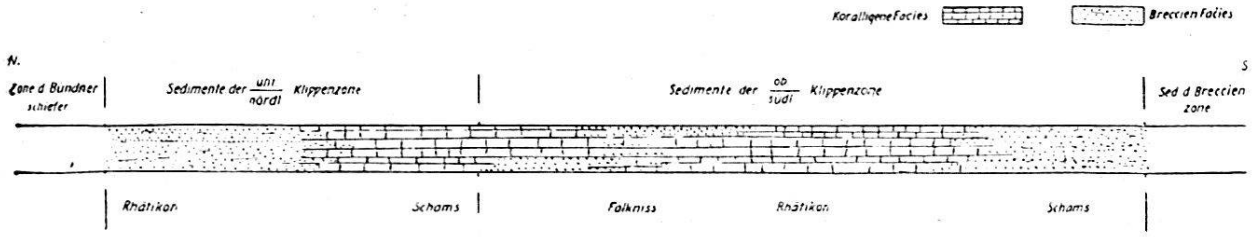


Fig. 7. — Rekonstruktion der faciellen Verhältnisse zur Tithonzeit.

geben und keine endgültige Lösung. Ich will darauf hinweisen, dass in der Falkniss (6) nach den Profilen von Lorenz einmal Falknissbreccie über den Tithonkalken und einmal unter den Tithonkalken erscheint und möchte die Möglichkeit andeuten, dass bis zu diesem Gebiet nur eine der beiden Klippendecken (welche ?, die obere ?) vorgestossen ist, die in ihrem Tithonhorizont eine Wechsellagerung von brecciöser und koralligener Facies aufweisen würde. Erst weiter südwärts im Rhätikon sind zwei Klippendecken sicher zu unterscheiden. Im Plessurgebirge ist leider an keiner Stelle eine Ueberlagerung von Pretschkalk und Falknissbreccie zu beobachten, weshalb dieses Gebiet auf die Frage nach dem Verhältnis zwischen diesen Decken keine Antwort geben kann.

Es müssen also zur Tithonzeit in wechselnden Verhältnissen Korallenkalke, Breccien (Falknissbreccie), Detritus naher Gneisberge (Taspinit) zum Absatz gelangt sein in den Meeren der nördlichen und südlichen Klippenzone (Fig. 7); Marmore und feine Breccien in dem Meer der Breccienzone (Ost Schams, 18).

Wie Textfigur 7 zeigt, ist der nördliche Teil der nördlichen Klippenzone von Falknissbreccie eingenommen und man

könnte ein Fortsetzen dieser Ausbildungsweise in das Meer der Bündnerschieferzone hinein erwarten. Man müsste also im basalen Bündnerschiefer Breccien vermuten, welche der Falknissbreccie ähnlich sein und kristalline Komponenten führen sollten. Tatsächlich habe ich (vergl. S. 812, Anm. 1) solche Breccien im basalen Bündnerschiefer gefunden und schreibe ihnen ein Tithonalter zu.

Aus diesen Erwägungen heraus ist es zweifelhaft, ob die Falknissbreccie des Rossalplibaches und des Rüti wirklich Falknissbreccie oder die Tithonfacies des basalen Bündnerschiefers ist. Das Aussehen beider ist gleich, nur die Lagerungsverhältnisse sind entscheidend. Da nun die Tektonik hier sehr kompliziert ist und die U. K. D. hier zwischen der angeblichen Falknissbreccie und dem basalen Bündnerschiefer fehlt, so ist es unmöglich, sich für eine der beiden Möglichkeiten zu entscheiden. Ich habe auf meiner Karte diese Punkte als basalen Bündnerschiefer eingetragen, da sich eine Grenze zwischen ihm und der Breccie nicht auffinden liess.

Die Unterlage für die Sedimente sowohl der lepontinischen Zonen, wie der ostalpinen Zonen bildete der Rofnagneis[1]. Den Beweis sehen wir in den Fetzen dieses kristallinen Gesteins, die an der Basis der U. K. D., der O. K. D. (Ost Schams), der Br. D. und der rhätischen Decke (Ost Schams) und in der ostalpinen Decke der Splügener Kalkberge liegen. Der Rofnagneis gehört also zur lepontinischen und ostalpinen Facies und da Trias das älteste auf ihm abgelagerte Sediment darstellt, so dürfen wir sagen, er ist sicher älter als die Trias des Röthidolomits. Im Plessurgebirge beteiligt sich auch noch Verrucano an der O. D., als deren ältestes Glied, es ist also wahrscheinlich, dass der Rofnaporphyr noch älter als Verrucano anzusetzen ist.

[1] Wie ich aus dem Kartenmaterial und den Publikationen über das Ober-Engadin ersehe, tritt dort Juliergranit in der O. D. auf. Von Seidlitz konstatierte anstehenden Juliergranit an der Basis seiner Sulzfluhkalke und an der Basis der O. D. in der Mittagspitzenmulde bei Plasseggen. Es scheint also, dass der Juliergranit dort dieselbe Rolle gespielt hat, wie im Schams der Rofnaporphyr, er wäre zugleich der lepontinischen und ostalpinen Facies zuzurechnen und die Möglichkeit des tektonischen und stratigraphischen Aequivalentes zum Rofnaporphyr sehr wahrscheinlich. Bemerkenswert ist, dass G. von Rath porphyrische Varietäten des Juliergranits (*Zeitschr. d. deutschen geol. Ges.*, IX, 1857, S. 227) beschrieben hat, sodass der ursprüngliche Zusammenhang zwischen diesen beiden kristallinen Gesteinen noch viel enger zu denken ist. Das heutige Rofnamassiv hat unter dem Bündnerschiefermeer gelegen und stellt das älteste Schichtglied dieser Serie dar. Der Rofnaporphyr gehört also auch zur Bündnerschieferfacies, die von unten nach oben aus Rofnaporphyr, Rothidolomit, Rauhwacke und Bündnerschiefer besteht.

V. Zusammenfassung.

1. Es wurde zum ersten Male durch Fossilfunde von Diploporen vom Typus der « annulatæ » die Zugehörigkeit der Splügener Kalkberge zur ostalpinen Trias festgestellt.

2. In den paläozoischen Bündnerschiefern des Untersuchungsgebietes im Sinne von ROTHPLETZ fanden sich zahlreiche Belemniten.

3. Die STEINMANN'sche Gliederung der Decken in Graubünden trifft auch für das untersuchte Gebiet zu, für das folgendes Schema [1] gilt:

Deckenschema.

Ostalpine Facies	Ostalpine Decke	Diploporen-Dolomit	Trias	Splügener Kalkberge
Lepontinische Facies	Breccien-decke	Kalk- / schiefer) mit Belemniten	Lias	Runal. Piz Tarantschun
		Rauhwacke mit Gips	Trias	Runal
		Gelber Dolomit (Röthidolomit ?)		Piz Taranschun
	Obere Klippen-decke	Falknissbreccie (Polygen. Konglom.) (Taspinit)	Malm	Piz Visan. Muotalta. Bodenhorn
		Kalkschiefer mit Belemniten	Lias	Piz Tarantschun
		Rauhwacke	Trias	Piz Tuff
		Gelber Dolomit (Röthidolomit ?)		Gelbhorn
	Untere Klippen-decke	Weisser Kalk, hochkristallin mit Korallen	Tithon	P. Beverin, Alp Curtginatsch
		Kalkschiefer mit Belemniten	Lias	Piz Tuff, Dumeins
		Gelber Dolomit Rauhwacke	Trias	Gelbhorn, Clugin
Bündner-schiefer Facies	Liegendes der lepontin. Decken	Basaler Bündnerschiefer mit brecciösen Zonen Belemniten, Grünschiefern, Trias und Rofnaporphyr		Beverin, Safien Schams

[1] In meiner vorläufigen Mitteilung (*Zentralblatt f. M.*, 1908, Nr. 23) ist die Zeile « Obere Breccie » zu streichen. Der « Kalkschiefer » der O. K. D. ist in Liasschiefer umzuändern.

Deckenschema in Graubünden

Nach Seidlitz, Hoek, Meyer, Welter.

	West Schams		Ost Schams			Plessurgebirge			Rhätikon		
Serie V	Diploporendolomite Rofnaporphyr	Trias	Ostalpine Decke	Diploporendolomite Rofnaporphyr	Trias	Ostalpine Decke	Reichgegliederte ostalpine Facies Granitische Porphyre Gneise	Lias ↑ Perm.	Ostalpine Decke	Reichgegliederte ostalpine Facies Krystalline Gesteine (Silvretta)	Lia ↑ Trias Perm
	nicht entwickelt		Rhätische Decke	Dunkle Schiefer mit Ophioliten Grüne Schiefer Rauhwacke Rofnaporphyr	? Trias	Rhätische Decke	Cenomanbreccie Basische Euptiva Radiolarite	Kreide	Rhätische Decke	Mandelschiefer Basische Eruptiva Radiolarite	Kreide Jura
Serie IV	Kalkschiefer mit Belemniten Rauhwacke, Dolom. Rofnaporphyr	Lias Trias	Brecciendecke	Obere Breccien Weisser Marmor Schiefer, Sandsteine, feine Breccien Kalkschiefer mit Belemniten Dunkle Kalke Rauhwacke, Dolom.	Kreide Tithon Lias Rhät. Trias	Brecciendecke	nicht entwickelt (Breccie ?)	Lias	Brecciendecke	Feine Breccie Dachschiefer Grobe Breccie Streifenschiefer Rauhwacke, Dolom.	Untere Kreide ? Lias Rhät. Trias
Serie III	Falknissbreccie Kalkschiefer mit Belemniten Rauhwacke, Dolom.	Tithon Lias Trias	Obere Klippendecke	Plattige Kalke Falknissbreccie Rofnaporphyr	Unt.? Kreide Tithon	Klippendecken	Pretschkalk Falknissbreccie	Tithon	Obere Klippendecke	Couches rouges Sulzfluhkalk Juliergranit	Obere Kreide Tithon T s
Serie II	Korallenkalke Kalkschiefer mit Belemniten Rauhwacke Rofnaporphyr	Tithon Lias Trias	Untere Klippendecke	Feine Breccien Weisse Marmore und Breccien Schiefer, Kalke Quarzite Rauhwacke	Untere Kreide Tithon Trias				Untere Klippendecke	Flysch ? Falknissbreccie Muschelkalk ? Quarzite Rauhwacke	Kreide ? Tithon Trias
Serie I	Bündnerschiefer	Tert.? Kreide Malm Lias		Via Mala-Schiefer	Tert.? Kreide Lias ?		Prättigauschiefer	Tert.? Kreide ? Lias ?		Prättigauschiefer	Tert.? Ob. Kreide U. Kreide Lias

4. Der Rofnagneis bildet im Schams die Stirn einer unter den lepontinischen Decken nach Norden gewanderten kristallinen Decke oder Deckfalte.

5. Da der Rofnaporphyr an der Basis des Bündnerschiefers, der lepontinischen und ostalpinen Decke liegt, so muss es auch die Unterlage ihrer Sedimente in den entsprechenden Meeren gebildet haben. Er ist also zugleich Bündnerschiefer-, lepontinischer und ostalpiner Facies und sicher älter als die Trias des Röthidolomits.

6. Bei Annahme eines Schubes aus Süden, können die Wurzeln der lepontinischen Decken nicht nördlich unseres Gebietes im Rheintal (12, S. 572, 573, 576) liegen, sondern müssen noch weiter südlich davon gesucht werden.

7. Vom Bündnerschiefer des Bl. 14 der *Geologischen Karte der Schweiz* 1 : 100,000 wurden die beiden Klippendecken und die Brecciendecke abgetrennt und dadurch dieser Begriff auf das basale Gebirge beschränkt.

Damit ist natürlich die Bündnerschieferfrage für mein Gebiet nicht erledigt, sondern ist aufs Neue gestellt, denn wir wissen von ihm eigentlich tektonisch und stratigraphisch noch ebensowenig wie früher.

Wir können heute nur sagen, dass er wahrscheinlich nicht paläozoisch ist, sondern zur Hauptsache dem Lias, dem Malm, der Kreide und dem Tertiär zugerechnet werden muss.

Aber das ungefähr wusste man auch schon vor 20 Jahren und 1891 hat A. Heim (loc. cit.) in seinen Erläuterungen zu Bl. 14 diesen Standpunkt für ein mesozoisches Alter dieser Bildungen präzisiert. Was das West Schams anbetrifft, muss seine Arbeit sehr hoch eingeschätzt werden. Es ist erstaunlich, was bei einem Masstab von 1 : 100,000 alles der Karte zu entnehmen ist. Selbstverständlich hat dieser Masstab eine weitgehende Schematisierung verlangt und wenn z. B. die Dolomite und Rauhwackenzüge des Bl. 14 am Rande der Splügener Marmorberge nur zum Teil berechtigt sind, so geben sie doch theoretisch ein vollständig richtiges Bild[1]. Ich habe diese Karte mit erheblichem Nutzen bei meiner Neukartierung verwendet und ohne sie dürften meine Resultate bedeutend verzögert worden sein. Sein ausführlicher historischer Teil

[1] Demgegenüber erscheint auf der Rothpletz'schen Karte (8, loc. cit.) ein unterer und ein oberer paläozoischer Bündnerschiefer, in dem zahlreiche Fundstellen von Belemniten liegen. Die Trias wird in eine untere und obere Trias eingeteilt, doch habe ich seine so bestechend einfache Stratigraphie nirgends wo bestätigt gefunden. Neu und richtig ist der Nachweis von « polygenem Konglomerat » (Falknissbreccie) bei Teuri. Sonst dürfte für unser Gebiet durch diese Arbeit der Wert der älteren Heim'schen Untersuchungen in keiner Weise herabgemindert sein.

mit seiner eingehenden Würdigung der Arbeiten seiner Vorgänger enthebt mich einer zwecklosen Wiederholung, zumal seine Ansichten über die Natur der Bündnerschiefer sich fast durchweg bestätigt haben[1] und seine Wertung der Beobachtungen von VACEK, DIENER, GÜMBEL zwar scharf, aber berechtigt erscheint.

In seiner *Geologischen Nachlese* Nr. 17 (3, loc. cit.) entrollt schliesslich dieser Forscher uns seine heutige Auffassung von den nordöstlichen Lappen des Tessiner Massives, seine alten Resultate in neuer theoretischer Beleuchtung. Eindringlich illustrieren sie den Wert seiner früheren Beobachtungen in meinem Gebiet dadurch, dass zwischen seinen schematisierenden Profilen und meinen Detailaufnahmen eine prinzipielle Differenz nicht besteht.

Meine Arbeit habe ich auf Veranlassung meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Geh. Bergrat Prof. STEINMANN unternommen und sage ihm dafür meinen aufrichtigen Dank, sowie für seine stete Unterstützung mit Rat und Tat. Während der Zeit meiner Aufnahme, Herbst 1908, 1907, 1906, stand ich mit Herrn Dr. MEYER, der zu dieser Zeit das Ost Schams bearbeitete, in regem Austausch unserer Resultate, wodurch das Verständnis dieser schwierigen Gebiete nicht unwesentlich gefördert wurde. Seine Arbeit ist bereits erschienen (18).

BONN, Dezember 1908.

Literatur-Verzeichnis.

1. DIENER. Geologische Studien im S. W. Graubünden. *Sitzungsberichte der k.-k. Akad. der Wiss. in Wien.* Bd. XX Kap. VII Abt. I, 1888.

2. HEIM, Albert. Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Text zur geol. Karte der Schweiz Blatt XIV, 1 : 100,000. *Beiträge zur geol. Karte der Schweiz.* Lief. 25, 1891.

3. HEIM, Albert. Ueber die nordöstlichen Lappen des Tessiner Massivs. *Geologische Nachlese,* Nr. 17. Naturf. Gesellschaft Zürich, 1906.

4. HOEK, Henry. Geologische Untersuchungen um Arosa. *Bericht der naturforschenden Gesellschaft Freiburg.* Bd. XIII, 1903.

5. HOEK, Henry. Das zentrale Plessurgebirge. *Bericht der naturforschenden Gesellschaft Freiburg.* Bd. XIV, 1906.

[1] Abgesehen von den Splügener Kalkbergen ; doch geben A. HEIM und SCHMIDT schon 1894, drei Jahre später, auf der *Geol. Uebersichtskarte der Schweiz* (1 : 500,000) diese Berge richtig als ostalpine Trias an (loc. cit.).

6. Lorenz. Geologische Studien im Grenzgebiet zwischen helvetischer und ostalpiner Facies. *Bericht der naturforschenden Gesellschaft Freiburg*. Bd. XII, 1901.

7. Rothpletz. Das geotekton. Problem der Glarner Alpen. München, 1898.

8. Rothpletz. Das Alter der Bündnerschiefer. *Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft*, 1894.

9. Rothpletz. Geologische Alpenforschungen. Bd. I. München, 1900.

10. Rothpletz. Geologische Alpenforschungen. Bd. II. München, 1902.

11. Rütschi. Zur Kenntnis des Rofnagesteins. *Eclog. Geol. Helv.*, Bd. VII, fasc. 1, 1903.

12. Schmidt, C. Geologie des Simplongebietes. *Eclog. Geol. Helv.* Bd IX, Nr. 4, 1908.

13. v. Seidlitz. Geologische Untersuchungen im östlichen Rhätikon. *Bericht der naturf. Gesellschaft Freiburg*. Bd. XVI, 1906.

14. Steinmann, G. Geologische Beobachtungen in den Alpen. I. Teil. Das Alter der Bündnerschiefer. *Idem*. Bd. IX, 1895.

15. Steinmann, G. Geologische Beobachtungen in den Alpen (Forts. u. Schluss.) *Idem*. Bd. X, 1898.

16. Steinmann, G. Geologische Beobachtungen in den Alpen. II. Teil. *Idem*. Bd. XIII, 1905.

17. Otto A. Welter. Vorläufige Mitteilung über Stratigraphie und Bau der Alpen zwischen Hinterrhein und Safiental. *Zentralblatt für Mineralogie*. Nr. 23, 1908.

18. Meyer, Herm. Geologische Untersuchungen am NO Rande des Surettamassivs. *Ber. der naturf. Gesellsch. in Freiburg i. B.*, S. 130—176, 1909.