5. Geologische Untersuchungen in den Bergen zwischen Livigno, Bormio und St. Maria im Münstertal.

Von Herrn Otto Schlagintweit aus München.

(Hierzu Tafel XIV und 19 Textfiguren.)

Anschließend an die Untersuchungen von Zoeppritz[1]) zwischen Albulapaß und Livigno hatte ich mir auf Veranlassung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Geheimen Bergrats Prof. Dr. G Steinmann, ein genaueres Studium des Südrandes der Engadiner Dolomitzone in der Gegend von Livigno bis Bormio zur Aufgabe gemacht. Zwei Fragen standen dabei zunächst im Vordergrunde: 1. Wie weit und wie setzt der aus der Val Trupchum über den Monte Motto ziehende breite Streifen von Liasgesteinen nach Osten fort? 2. Wie verhält es sich mit der auf allen Übersichtskarten so scharf markierten, ganz geradlinig verlaufenden Grenze zwischen den kristallinen Gesteinen im Süden und den triadischen Sedimenten? Zwar geben Theobalds Arbeiten Antwort auf diese Fragen. Es war indes vorauszusehen, daß eine modernere und detaillierte Untersuchung wohl zu anderen Resultaten gelangen würde.

Von besonderem Interesse war es dann, ob ein Deckenbau, wie er für das übrige Graubünden nunmehr erkannt ist, sich auch in diesem südlichen Teile nachweisen ließe, ob überhaupt große Überschiebungsdecken dort vorhanden seien, und ob man diese aus einer bestimmten Gegend herleiten könne; eine Frage, die Termier für einen Teil unseres Gebietes im Sinne eines Süd-Nord-Schubes entschieden bejahen zu können glaubt, während dies Zoeppritz für das von ihm untersuchte benachbarte Gebiet ebenso entschieden in Abrede stellt.

Die Grenzen des Gebietes, das im folgenden besprochen werden soll, sind:

---

[1]) Bei Zitaten kann die genaue Angabe der Arbeiten jener Autoren, die in dem alphabetisch geordneten Literaturverzeichnis angeführt sind, im Hinblick auf dieses unterbleiben. Im Zweifelsfalle genügt die Angabe der Jahreszahl.

Im Süden die Grenze zwischen Kristallin und Trias, eine Linie, die ziemlich gerade, ungefähr von Livigno in OSO-Richtung nach Bormio verläuft.

Im Osten von Bormio folgt die Grenze zuerst der Adda, dann ihrem linken Nebenflusse, dem Braulio, aufwärts bis hinauf zum Wormser Joch (Umbrail) mit der IV. Cantoniera der Stilfser Jochstraße, und zieht, von da sich nördlich wendend, die Val Muranza hinunter nach St. Maria.

Im Norden läuft die Grenze von St. Maria zunächst in der Val Vau aufwärts bis Dössradond, wendet sich dann um den Cucler da Jon dad' Ontsch herum, ungefähr die Val da Tea fondata aufwärts, dem Hauptkamme zu, bleibt bis zur Cima della Casina auf diesem, steigt dann hinunter nach S. Giacomo und erreicht dort den Talboden der Valle di Fraele, folgt dann der Adda aufwärts bis zu ihren Quellen auf dem Alpisellapasse und steigt jenseits des Passes hinunter ins Spöltal.

Im Westen bildet der Spöl die Grenze, von Livigno bis zur Einmündung der Valle Torta.

Orographisch stellt das hiermit umschriebene Gebiet keine Einheit dar. Es ist ein Teil der sogenannten **Ofenpaßgruppe**, ein Sammelname, unter dem man gewöhnlich die gesamten Berggruppen zwischen dem Berninapaß, dem Stilfser Joch und dem Engadin begreift. Legen wir HUGO GERBERS Einteilung der Ostalpen zugrunde [Ö. A. Z. 1901; Mitteil. des D. u. Ö. A.V. 1901 usw.[1])], so spielen sich unsere Betrachtungen teils in den **Münstertaler Alpen**, und zwar in der **Umbrailgruppe** ab — von der westlichen Ortlergruppe im Süden geschieden durch das Tal des Braulio mit der zum Stilfser Joch emporführenden Straße — teils in den **Livigno-Alpen**, und zwar in der **Foscagno-** oder **Campogruppe** — von der Umbrail- und westlichen Ortlergruppe durch die Adda getrennt. Doch wird hier weder die Umbrail- noch die Foscagnogruppe vollständig behandelt. Für den Geologen hat die Zuerteilung des Kammstückes Monte Lapare — Monte Pettini — Cime di Plator — Monte delle Scale zur Foscagnogruppe und die Lostrennung von Umbrail- und Ortlergruppe etwas Gewaltsames, die jedoch in den hydrographischen Verhältnissen begründet ist.

Politisch liegt der größere Teil des zu besprechenden Gebietes auf italienischem, der kleinere auf Schweizer Boden.

---

[1]) Dort soll es für den Kulminationspunkt der Umbrailgruppe natürlich heißen Cima della Casina statt „Casanna".

Die topographische Unterlage für die Eintragung im Felde bildeten die entsprechenden Tavolette in 1 : 25000 des Blattes 8 (Bormio) der Carta Topografica del Regno d' Italia sowie Blatt 429 (St. Maria) des Schweizer Siegfriedatlasses 1 : 50000.

Die beigegebene geologische Karte ist dem Maßstabe 1 : 100000 entsprechend mehr oder weniger nur Übersichtskarte. Die kleinen isolierten kristallinen Reste sind der Deutlichkeit halber meist etwas übertrieben. Schutt wurde nur dort ausgeschieden, wo er größere Flächenräume einnimmt und den geologischen Bau verschleiert. Sonst ist er, um das Kartenbild nicht zu unübersichtlich zu gestalten, nicht eigens als solcher hervorgehoben. Die topographische Unterlage für die Karte stammt aus dem Istituto Geografico Militare in Florenz. Bei Namensangaben konnte ich mich nicht auf diese Karte beschränken, sondern mußte mich oft auf die erwähnten topographischen Karten in größerem Maßstabe beziehen.

Die Zeit, die ich auf die Begehung des Gebietes verwendete, erstreckte sich auf den größten Teil der August- und Septembermonate 1904 und 1905 sowie zwei Wochen im August 1906 und einen kurzen Besuch 1907.

Herrn Professor STEINMANN bin ich zu ganz besonderem Danke verpflichtet für seine Anregung, die Untersuchung des vorliegenden Gebietes in Angriff zu nehmen, sowie für sein weiteres stetes Interesse am Fortgange dieser Arbeit.

Die Arbeit hatte seinerzeit der Philosophischen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn zur Erlangung der Doktorwürde vorgelegen. Als Dissertation gedruckt wurde mit Genehmigung der Fakultät nur das Kapitel Tektonik. Dieses gelangt hier im wesentlichen gleich, nur etwas erweitert und wenig abgeändert wieder zur Darstellung.

Rückblick auf die seitherige geologische Erforschung des untersuchten Gebiets.

Schon seit dem Jahre **1843** werden in den neuen Denkschriften der Schweiz. Naturf. Ges. und in LEONHARDs Jahrbuch, in den Reiseberichten von STUDER und ESCHER V. D. LINTH die hier untersuchten Gegenden zum Teil wenigstens im Zusammenhang mit den Graubündner Kalk- und Dolomitgebirgen erwähnt. **1851** hat dann STUDER in seiner Geologie der Schweiz näher darauf hingewiesen, daß diese Gebirge ein den Schweizer

Alpen sonst fremdes Element darstellen und „mehr den Typus des Tirols und der Ostalpen tragen“ (S. 408). „Die Steinart bleibt in diesem weit verbreiteten Gebirgszuge, in Montafun, Engadin und am Stilfser Joch sich ziemlich gleich . . . . Es sind Gebirge, ähnlich denen, welche die N-Seite bei Innsbruck und Hall bilden, ähnlich dem Steinernen Meere und Tännengebirge in Salzburg oder den Dolomitkegeln des Fassa- und Gadertales“ (S. 396). Und wenn er auch die Graubündner Gebirge, bestärkt durch einen angeblichen liassischen Fischfund im Ortlerdolomit (S. 397) ihrer Hauptmasse nach dem Lias zurechnet, so gibt er doch zu, daß „die Ähnlichkeit der Steinart mit dem Unteren Alpenkalk der Ostalpen, ihr Zusammenhang mit dem Kalk von Montafun und des Arlberges und ihre Auflagerung auf rotem Sandstein eher zu der Vermutung geführt haben könnten, daß dieser Kalkstein dem Muschelkalk angehöre, daß sich diese Möglichkeit nicht von vornherein abweisen lasse, daß es leicht möglich sei, daß diese Gebirgsmassen mehrere Formationen repräsentieren“ (S. 398). Interessant ist auch die Notiz bei STUDER, daß „bei Bormio der Kalk unmittelbar den älteren grauen Schiefer bedeckt“ (S. 401). An Profilen finden wir bei ihm eines über den Sasso di Frill (= M. Crapene—Lapare) bei Livigno und eines über den Piz Umbrail (S. 273).

1864 und **1866** hat THEOBALD in den Beiträgen zur geologischen Karte der Schweiz die Resultate seiner Aufnahme der Bündner Gebirge niedergelegt. Aber er hat nicht etwa auf der Landesgrenze Halt gemacht; so fällt auch der italienische Anteil unseres Gebiets noch vollständig in den Rahmen seiner Untersuchungen. THEOBALDs Arbeiten haben — besonders in unserer Gegend — heutzutage freilich nur mehr den Wert einer vorläufigen Übersicht; das darf uns aber nicht bestimmen, die Bedeutung seiner Pionierarbeit zu unterschätzen. Seine Detailbeobachtungen sind auch heute noch wertvoll; man vermag daraus manches zwischen den Zeilen zu lesen; freilich sind sie oft beeinflußt durch den Glauben an allzu einfache Verhältnisse. THEOBALD hat als erster in unserem Kalk- und Dolomitgebirge die modernen alpinen Triasglieder erkannt, den Lias ausgeschieden und den Dolomiten ihren Platz zwischen Verrucano und Rhät angewiesen. Aber da er überall die sonst in Bünden vorhandenen Triasglieder erkennen zu müssen glaubte und in dem noch naiven Glauben seiner Zeit immer eine normale Schichtenfolge annahm, so ward er gezwungen, allzusehr zu schematisieren, besonders auf seiner Karte; im Texte fehlt es nicht an Hin-

weisen auf Unregelmäßigkeiten und Lücken. Seine Tektonik ist von staunenswerter Einfachheit. Zum Teil ist daran auch der Umstand schuld, daß seine Begehungen mehr kursorischer Natur waren, und daß er vieles einfach nicht gesehen hatte, besonders in den Hochregionen. Von Livigno bis Bormio streicht bei ihm eine einheitliche Mulde: Der Südflügel (M. Lapare bis M. delle Scale und Cristallokamm) nordfallend, mit regelmäßiger Schichtenfolge vom Kristallin an, der Nordflügel (M. del Ferro, Cima della Casina usw.) südfallend; der Kern der Mulde besteht aus Rhät und Lias (Alpisellapaß, Valle di Fraele). Befremdend ist dabei nur, daß ihm das allgemeine Nordfallen auch auf dem linken Talgehänge der Valle di Fraele entgangen ist. Die zweimalige Übereinanderfolge von Dolomit und Kristallin in dem Profil von der Bocca di Braulio bis zum Piz Chazfora wurde in ein regelmäßiges Faltenschema gebracht; dabei liegt aber das Kristallin des Piz Lad usw. nicht etwa auf dem Dolomit, sondern es kommt unter ihm heraus, bildet den inneren Kern der Berge, den der Dolomit „mantelartig" umhüllt. Daß der M. Braulio nicht aus Hauptdolomit, sondern aus Kristallin besteht, das hat er nachträglich in den „Bädern von Bormio" richtig dargestellt; auf der THEOBALD-ZIEGLERschen Karte ist es eingetragen. Dies sei ausdrücklich bemerkt, um ihn gegen den Vorwurf ROTHPLETZ' (S. 143) in Schutz zu nehmen. Den Verrucano auf den beiden Terrassen oberhalb Premadio hat schon THEOBALD gekannt und auf seiner Karte verzeichnet; merkwürdigerweise haben sämtliche späteren Beobachter dies vollständig ignoriert; keiner hat sich die Mühe genommen, die THEOBALDschen Angaben nachzuprüfen; und das hätte sich hier wirklich verlohnt! Natürlich treffen wir dort bei THEOBALD zwei kleine Antiklinalen, ebenso regelmäßig gebaut wie seine Triasmulden bei Isolaccia. Als solch kleine Triasmulden faßte er auch die Marmore in den Casannaschiefern auf, nicht so sehr aus modernen dynamo-metamorphischen Vorstellungen heraus, sondern weil er in ihnen nach ganz äußerlichen Merkmalen gewisse Triasglieder zu erkennen glaubte.

Daß THEOBALD viel zu sehr schematisiert hatte, darauf wies dann zuerst GÜMBEL hin. Aber eine brauchbare Stratigraphie konnte er dafür nicht liefern. Die Beschreibung einiger Exkursionen bildet den wesentlichen Inhalt seiner Veröffentlichungen von **1891** und **1893**. Er erwähnt dort zuerst die Kalkbänke am Scalawege mit den zahlreichen Gastropoden und einem großen Reichtum an Foraminiferen im Dünnschliff, ohne sich jedoch über deren stratigraphische Stellung auszusprechen. Die Überlagerung des Ortlerdolomits durch Kristallin

an der Bocca del Braulio erklärte er für eine Verwerfung; also nicht mehr eine überkippte Mulde wie bei THEOBALD, sondern ein anormaler Kontakt, eine tektonische Linie! Vollständig unverständlich bleibt mir seine Schichtenfolge am P. Umbrail; er hat da entschieden zu viel sehen wollen und zu viel hineingedeutet. Die kristallinen Kappen des P. Chazfora liegen bei ihm merkwürdigerweise nicht über dem Dolomit des Umbrail, sondern tauchen unter ihm auf, ebenso wie das Kristallin „am Sattel gegen den Rimssee", womit offenbar der Passo dei Pastori oder die Bocchetta del Lago gemeint ist. So wurde für ihn die Umgebung des Lai da Rims zu einem Einsturzbecken. Auch am M. Lapare bei Livigno sind seine Deutungen nicht glücklich. Das Rhät dieses Berges ist bei ihm Muschelkalk, die Liasschiefer der Valle Torta sind Rhät; es steht mit dem Dolomit des M. del Ferro in normalem Verbande und wird von dem Muschelkalke des M. Lapare durch eine streichende Verwerfung abgeschnitten! Am M. Motto auf der anderen Seite des Spöl hat er die Verhältnisse, die im wesentlichen dieselben sind wie am M. Lapare, richtiger erkannt und wundert sich daher sehr über das auffallende Fehlen des gesamten mittleren Trias. Zum erstenmal wird hierbei des außerordentlichen Reichtums der Liaskalke an Spongiennädelchen Erwähnung getan. Außerdem veröffentlichte GÜMBEL mehrere Analysen von Gesteinen aus den „Casannaschiefern" sowie Analysen der Mineralquellen von Bormio. Seine Erklärung dieser warmen Quellen dürfte indessen kaum befriedigen.

1896 erwähnt zuerst BÖSE die tektonische Störungslinie südlich unter dem M. del Ferro[1]) und ihre westliche Fortsetzung. Dabei übernimmt er jedoch von GÜMBEL die Liasschiefer der Valle Torta wiederum als Rhät. Die stratigraphischen Aufstellungen BÖSEs (1896 und 1898) für die Graubündner Triasprovinz, besonders für die Dolomite, kranken leider an einer allzugroßen Leichtigkeit der Auffassung und an dem Mangel von genügendem Beobachtungsmaterial.

Dies waren seit THEOBALD die spärlichen Nachrichten, die aus unserem Gebiet vorlagen, als ich 1904 mit einer genaueren Durchforschung begann. Eine solche versprach nach allen bisherigen Erfahrungen manches Neue und Interessante zu bringen.

---

[1]) Nach GÜMBEL 1893, S. 35 unten, könnte man vielleicht meinen, daß diesem die Priorität zukomme. Man wird indes leicht aus dem Sinne seiner Darstellung erkennen, daß das „N." dort nur ein Druckfehler ist. Aus S. 40 unten geht dies noch deutlicher hervor.

Inzwischen erschienen zwei neuere Arbeiten, die auch unser Gebiet betreffen. Nach einer vorläufigen kurzen Notiz TERMIERS **1904** „Sur les nappes de la région de l'Ortler", **1905** seine „Les Alpes entre le Brenner et la Valteline" und im Frühjahr **1906** ROTHPLETZ' II. Teil seiner Alpenforschungen, „Die Ausdehnung und Herkunft der rhätischen Schubmasse".

TERMIER hat als erster richtig geschildert, wie das Kristallin des Piz Chazfora-Piz Lad auf dem Dolomit des Umbrail schwimmt, wie dieser Dolomit von Kristallin unterlagert wird und dieses wiederum von Dolomit. Er sah darin drei „nappes", Faltendecken, die nach Norden ins Engadin hinüber fortsetzen, deren Wurzeln aber im Süden liegen, so hoch, daß sie die Erosion bereits vollständig zerstört hat. Seine Auffassung ist großzügig und genial; aber, überzeugt von der Richtigkeit seiner Theorie, ist er kein objektiver und gründlicher Beobachter. So sind seine Profile beinahe so naiv wie die THEOBALDS, nur in anderem Sinne. Die Schenkel seiner Faltendecken zeigen eine überraschend vollständige und regelmäßige Schichtenfolge. Die Kürze der Zeit, auf die sich seine Beobachtungen beschränken, verursachte manche Unrichtigkeiten; so brachte er seine Theorie in Mißkredit, trotzdem sie im Prinzip berechtigt war, und fand (cf. HAMMER) nur wenig Verständnis. Sein Verrucano an der Basis der Umbrail-nappe existiert so wenig wie sein Lias im Brauliotale. Und unrichtig ist es, daß die Trias seiner Bormio-nappe von der kristallinen Unterlage und dem Verrucano in regelmäßigem Verbande unterteuft werde.

ROTHPLETZ hat bei der kurzen Zeit, die er auf unser Gebiet verwenden konnte, eine Fülle von Beobachtungen gemacht, die einen gewaltigen Schritt nach vorwärts bedeuten. Es würde zu weit führen, dies alles einzeln anzuführen; dagegen werde ich im Laufe meiner Ausführungen naturgemäß auf manches eingehen müssen, worin ich ihm nicht zustimmen kann. Bezüglich der Stratigraphie hat ROTHPLETZ zum ersten Male ausdrücklich auf die Zwecklosigkeit aufmerksam gemacht, in den Dolomiten, besonders dem „Ortlerdolomit", eine allzu detaillierte Gliederung vornehmen zu wollen. Und ich muß ihm vollständig zustimmen, daß die zurzeit einzig angebrachte Gliederung die in „obertriadischen" und „untertriadischen" Dolomit ist. Eine Abgrenzung beider hat er wohlweislich nicht gegeben und auch selbst die Unterscheidung nicht immer durchführen können. Er erwähnt als erster die Rhätzone in der Valle del Braulio und bricht mit dem von THEOBALD bis auf TERMIER sich forterbenden Irrtum, daß in der Umgebung

der sogenannten „Fonte del' Adda“ und an der Stilfser Jochstraße Lias vorhanden wäre.

ROTHPLETZ zerlegt unser Gebiet in zwei Teile: Das basale Gebirge im Süden und die nördlich daran anstoßende, in das basale Gebirge eingesenkte „Rhätische Schubmasse“. Dem basalen Gebirge im Süden ist bis zum M. Pettini die „eigentliche Trias ganz fremd“; von Alp Trela an nach Osten jedoch ist den kristallinen Schiefern die Trias aufgelagert. „Dieser Triaszug hat durchweg die Form einer liegenden, von West nach Ost streichenden Mulde und dementsprechend stellen sich die kristallinen Schiefer auch wieder über diesem Triaszug als hangender Muldenflügel ein, nämlich am Pedenollo, M. Braulio und Scorluzzo.“ Hier hat ROTHPLETZ die Überschiebung am M. Braulio usw. mit der kleinen Rhätmulde zusammengeworfen und ist so zu einer großen liegenden Mulde gekommen. Sie stößt im Norden an die rhätische Schubmasse und wird von der rhätischen Randspalte jählings abgeschnitten. Diese läuft von Livigno unter dem M. Pettini durch in die Valle di Fraele, biegt infolge einer Querverwerfung in die Valle Forcola und wendet sich aus dieser wieder östlich zum Stilfser Joch. Es dürfte ROTHPLETZ wohl schwer fallen, diesen Verlauf tatsächlich in der Natur nachzuweisen, besonders in der Valle di Fraele! Hätte er die Südseite seiner großen liegenden Mulde besser gekannt, dann hätte er konsequenterweise die „Randspalte“ vom M. Pettini südlich unter den Cime di Plator weiterführen müssen. Dann hätte sich freilich auch vieles seiner weiteren Ausführungen ändern müssen! Auf Einzelheiten wird später einzugehen sein. Die „Rhätische Schubmasse“ „besteht aus einer Reihe von mindestens drei Triasschuppen“. „Die südliche reicht von M. Crapene bei Livigno her ins Val Fraele. Sie besteht aus Dolomit, Kössenern und Lias.“ Diese Schuppe steht aber nach meinen Beobachtungen mit dem Südflügel der Mulde des „basalen Gebirges“ in innigem direkten Zusammenhang und wird von ROTHPLETZ höchst gewaltsam davon getrennt! In der zweiten Schuppe hat ROTHPLETZ teilweise Sachen vereinigt, die meiner Auffassung nach nicht zusammengehören (M. del Ferro und M. Schumbraida-Umbrail). Bezüglich der dritten und nördlichsten Schuppe, der „des Piz Ett und Lad“ stimme ich mit ihm überein, nur nicht mit der Überfaltung aus Nordosten.

TERMIERs Ansichten werden von ROTHPLETZ entschieden bekämpft. Mit Überfaltungsdecken, die von Süden kommen, kann er, der von Osten nach Westen schiebt, sich natürlich nicht befreunden.

Mehr und mehr hat sich die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß die in den Westalpen gewonnene Anschauung von der Alpenüberfaltung auch auf die Ostalpen übertragen werden müsse, daß die Überfaltungstheorie auch hier die tatsächlichen Verhältnisse am besten erkläre. Freilich verhalten sich fast die meisten ostalpinen Geologen noch ablehnend; zum Teil wohl nur deshalb, weil sie das Wesen dieser Theorie mißverstehen und damit eine allzu einfache und naive Vorstellung verbinden[1]), oder weil sie vor den letzten Folgerungen, die diese Theorie verlangt, zurückschrecken.

Bei diesem Widerstreite der Meinungen sind aber geologische Studien gerade in jenen Gegenden, in denen das von mir untersuchte Gebiet liegt, nur um so interessanter und dankbarer. Liegen hier die Verhältnisse so, daß sie für oder gegen diese oder jene Auffassung sprechen?

Stratigraphischer Teil.

Das Kristallin.

Unter diesem Begriffe fasse ich alles zusammen, was älter ist als die echten Verrucanokonglomerate. Ich vereinige somit Gneis und alles, was unter dem Namen „Casannaschiefer", „Phyllit" und ähnlichem verstanden wird. Sie zu trennen, hat insofern wenig Zweck, als wir bis zum heutigen Tage tatsächlich noch keine sichere Stratigraphie dieser mannigfaltigen Gesteine besitzen, trotz mancher Versuche. Das von mir untersuchte Gebiet eignet sich zu solchen Versuchen gar nicht, da hier die kristallinen Gesteine hauptsächlich als übergeschobene, z. T. stark reduzierte Faltendecken auftreten; dem kristallinen Vorlande im Süden habe ich mein Augenmerk weniger zugewandt. Dies zu durchforschen, ist eine Aufgabe für sich.

Stets wird der Gneis für älter gehalten als der „Phyllit" oder „Casannaschiefer". Nun ist es aber in unserem Gebiete eine sich wiederholende Erscheinung, daß überall dort, wo die roten Verrucanokonglomerate vorhanden sind, eng mit ihnen verknüpft, einen einheitlichen Komplex bildend, als ihr

---

[1]) So wird z. B. verlangt, daß in den nördlichen Kalkalpen die Schichtenserie doppelt übereinander liegen müsse: einmal normal und einmal darüber verkehrt, und daß man am Nordrande, dem Stirnrande, das Umbiegen sehen müsse.

Liegendes ein schöner, heller Augengneis auftritt. Darunter folgen erst die Schiefer. Man sieht, wie wenig positiven Wert eine Trennung hat. Außerdem wäre in den meisten Fällen auch die Grenze zwischen Gneis und Schiefer eine reine Opportunitätsgrenze. So empfiehlt es sich, in unserem Gebiete entschieden die kristallinen Gesteine alle unter einem Begriff zu vereinigen, um so mehr, als für die Tektonik lediglich ihr prätriadisches Alter in Betracht kommt. In den übergeschobenen Schollen, ja selbst in den kleinen abgequetschten, isolierten Resten mitten im Dolomit kommt fast nie Gneis oder Schiefer ausschließlich vor, sondern immer beide zusammen.

Es erscheint mir als sehr wahrscheinlich, daß in den „Casannaschiefern" viele durch den Gebirgsdruck veränderte und geschieferte Eruptivgesteine stecken (vielleicht alle „grünen" Casannaschiefer?). Oft findet man graugrüne Gesteine, die ganz an Diabas oder Diabasporphyrit erinnern. HAMMER erwähnt aus der Laasergruppe zahlreiche Amphibolitvorkommnisse in den Phylliten. Vielleicht handelt es sich auch bei uns großenteils um solche. Herr Dr. HAMMER hatte die Liebenswürdigkeit, einige Gesteine im Schliffe zu untersuchen. Nach seiner freundlichen Mitteilung sind dies teils Grünschiefer, „in Struktur und Zusammensetzung ganz den Grünschiefern des Zebintales und Confinalekammes entsprechend"; teils Diorit (Foscagnopaß); „Struktur übergehend in die porphyritische durch Idiomorphie der Feldspate und Hornblende, ohne daß es aber zur Ausbildung zweier Generationen kommt; Bestandteile: Plagioklas, zonar gebaut, Rand Oligoklas-Andesin, Kern basischer, aber wegen Zersetzung nicht näher bestimmbar (Randzone meist frisch); grüne Hornblende, oft verzwillingt; sehr wenig Biotit. Das Gestein erinnert sehr an die Diorite, die im obersten Ultentale in Begleitung der Porphyrite auftreten". In der Scharte zwischen M. Schumbraida und M. Forcola liegt neben anderen kristallinen Gesteinen — abgequetschte Reste an einer Überschiebungslinie — Diabasporphyrit; „Grundmasse sehr feinkörnig aus Feldspat und ? Quarz, größtenteils zersetzt in Zoisit, Epidot und Glimmer; darin stecken kleine, wenig idiomorphe Einsprenglinge von blaßgrüner Hornblende. Von den Suldeniten unterscheidet sich dieses Gestein durch den Mangel an Feldspateinsprenglingen".

Häufig trifft man in den kristallinen Schiefern Marmore, nicht nur im kristallinen Vorland im Süden, sondern auch in den übergeschobenen Schollen im Norden; doch spielen sie dort nur eine ganz untergeordnete Rolle. Die Marmore sind

weiß, grau, grün, gelblich, seltener fleischfarben, oft hübsch gebändert, z. T. führen sie reichlich Glimmer. Meist enthalten sie mehr oder minder große Tonschmitzen. In der Art und Weise des Auftretens der Marmore konnte ich irgend ein bestimmtes Gesetz nicht erkennen. Die Mächtigkeit der Marmorlager ist sehr schwankend; sie sinkt bis zu Handbreite; Mächtigkeiten von über 100 m, wie sie südlich und östlich von Bormio vorkommen, treten in unserem Gebiete nicht auf. ROTHPLETZ (S. 143) und HAMMER, für die weiter östlich gelegenen Gegenden, vertreten mit Bestimmtheit das paläozoische Alter dieser Marmore. Ich möchte indes die andere Möglichkeit nicht so ganz von der Hand weisen, daß diese Marmore metamorphosierte Triassedimente darstellen. Nachdem wir aus vielen anderen Gegenden Beispiele solcher Metamorphose kennen, müssen wir entschieden vorsichtiger sein und weniger vorschnell im Urteil. Über einen Umstand kommen wir allerdings bei obiger Annahme schwer hinweg, daß nämlich die Marmore keine kohlensaure Magnesia in größerer Menge enthalten, während unter den mesozoischen Sedimenten in der Nähe der Dolomit vorherrscht. Es ist aber entschieden auffallend, daß in dem westlich benachbarten Gebiete, das ZOEPPRITZ bearbeitet hat, solche Marmore ganz fehlen, dafür aber zahlreiche schmale Mulden von unveränderten Triasgesteinen im Kristallin stecken, während bei uns nur eine einzige solche Triasmulde im Süden vorhanden ist (Isolaccia). Es wäre schon aus diesem Grunde wohl möglich, daß die Marmore umgewandelte Triasmulden wären. Ein gelegentliches Vorkommen von etwas Dolomit zusammen mit Marmor am Piano di Vezzola würde sehr dafür sprechen. Nebenbei sei bemerkt, daß man an der Naglerspitze (westliche Ortlergruppe) deutlich sieht, wie aus den dunklen rhätischen Kalkschiefern durch Druck ein gelblicher Kalkglimmerschiefer wird. Würde dieser dort nicht mitten in den Rhätkalken liegen, niemand wäre im Zweifel, einen Marmor aus den kristallinen Schiefern vor sich zu haben!

Verrucano (und Buntsandstein).

Echte Verrucanokonglomerate, wie wir sie auch sonst aus Bünden kennen, und feinkörnige Sandsteine, wohl den Buntsandstein repräsentierend, treffen wir nur im Süden, an der Grenzlinie von Kristallin und Trias.

Die Zusammensetzung ist die allbekannte: Grobe Konglomerate, rot und grün, rot, seltener nur grün oder grau-

bläulich und gelblich, mit Tonfetzen und Milchquarzgeröllen bis zu Hühnereigröße, sowie feinkörnigere Sandsteine, rot und grau; viel Glimmer, wenig Feldspat. Die feinkörnigen Sandsteine liegen — es kommt nur das eine Profil bei Alp Trela in Betracht — über den roten groben Konglomeraten. Sie vertreten wohl sicher den Buntsandstein; eine Abtrennung hat aber wegen der Vereinzeltheit des Vorkommens keinen Zweck. Auch würde es schwer fallen, eine Grenze nach unten anzugeben. Unzutreffend erscheint es mir aber, auch die groben Konglomerate mit dem Namen Buntsandstein zu belegen, wie ROTHPLETZ es tut. Ein derartiges Gestein ist kein typischer Buntsandstein. Freilich, die Begriffe schwanken und werden von den verschiedenen Autoren in verschiedenem Sinne angewandt. Es erscheint mir als das Zweckmäßigste, diesen einheitlichen Konglomerat-Sandsteinkomplex auch einheitlich zu benennen und ihm einen Namen zu geben, der nicht von vornherein ein nur triadisches Alter verlangt wie „Buntsandstein". Mit Recht bemerkt ZOEPPRITZ, „der Name ‚Verrucano' bietet den Vorzug, daß jeder Geologe, der ihn hört, sich sofort eine Bildung wesentlich klastischer Natur darunter vorstellt, die er wenigstens ungefähr an die Schwelle von Paläozoikum und Mesozoikum zu stellen gewohnt ist".

Das Vorkommen des Verrucano beschränkt sich im Süden auf zwei schmale Streifen südlich unter dem M. Lapare-Crapene und dem Ostgrate des M. Crapene, auf ein ganz kleines Vorkommen in einer Rinne unter dem Kamm M. Torracia-M. Pettini, auf Alp Trela und Umgebung sowie auf die beiden Terrassen oberhalb Premadio; alles längs der vorhin erwähnten Linie; dabei mag noch manches unter Schutt begraben sein.

Die Aufschlüsse bei Alp Trela sind vorzüglich dazu geeignet, die nach oben hin zunehmende Feinkörnigkeit zu studieren. Es sind überhaupt die einzig guten Aufschlüsse im Verrucano. Die gesamte Mächtigkeit beträgt dort gut 200 m. Der Verrucano liegt nicht etwa direkt auf den „Casannaschiefern", sondern auf einem hellen Gneis. Dieser Gneis bildet mit dem roten Verrucano einen einheitlichen Komplex; man glaubt zuerst lediglich einen entfärbten Verrucano vor sich zu haben. Der gleiche Gneis tritt mit dem Verrucano zusammen — stets unter ihm, aber über den Casannaschiefern — unter dem M. Lapare, Crapene und dessen SO-Grat auf.

Der echte, sich durch seine Beschaffenheit sofort als solcher zu erkennen gebende Verrucano fehlt an anderen Punkten unseres Gebietes vollständig. Niemals treffen wir den Verrucano in den übergeschobenen Schollen zwischen

Kristallin und Dolomit, so, wie es TERMIER auf seinen Profilen angibt. Nur am Piz Lad, auf seinen bewaldeten Nordhängen oberhalb St. Maria, dort gehen die kristallinen Schiefer nach oben in eine Gesteinsfolge über, die manchesmal auffallend an den Verrucano der Glarner Alpen erinnert. Es ist, besonders bei der starken Waldbedeckung, unmöglich, eine Grenze anzugeben, wo die kristallinen Schiefer aufhören, und wo der fragliche Verrucano beginnen soll. Und oft fragt man sich, ob man das vorliegende Gestein, selbst nahe an der Grenze gegen den Dolomit, nicht besser als kristallinen Schiefer bezeichnen soll. Das herrschende Gestein ist ein sehr feinkörniger, gelblich bis silbergrauer Schiefer mit viel Glimmer, sehr feinschiefrig und außerordentlich zum Abblättern neigend. Seine klastische Natur offenbart sich erst im Schliffe. Manchmal, wie besonders bei Punt Teal an der Umbrailstraße, findet man einen hellgrauen, grobkörnigeren Schiefer mit dunklen, tonigen, länglichen Schiefereinschlüssen. Vermißt wird hier in dem Eck zwischen Val Vau und Val Muranza jenes schöne, grobklastische, meist grüne Gestein, wie es weiter im Westen, von St. Maria talaufwärts zum Ofenpaß, an Verbreitung gewinnt. Es bildet dort auf der rechten Seite des Münstertales die Unterlage des Triasdolomites vom P. Turettas und seinem östlich ausstrahlenden Kamm. Man sollte erwarten, dieses Gestein auch als Unterlage der Piz Lad-Trias[1]) wiederzufinden, so, wie man auf THEOBALDs Karte den Verrucanostreifen sich kontinuierlich über Val Vau hinüber, um den Piz Lad herum und hoch ins Muranzatal hinaufziehen sieht; aber es fehlt hier so gut wie vollständig. Nur ab und zu trifft man in der Val Vau auf der Strecke von Val Mott abwärts ein Gestein, das den Eindruck eines durch Gebirgsdruck stark veränderten grobklastischen grünen Verrucanos macht, wie wir ihn von der Ofenpaßgegend kennen. Sonst aber besteht die Unterlage der Trias des Piz Lad nur aus den oben erwähnten Gesteinen. Sie reichen bis Punt Teal; im oberen Muranzatal, von Punt Teal aufwärts, ist von ihnen oder auch von typischem Verrucano keine Spur vorhanden. Der Dolomit liegt dort direkt auf Gneis oder Phyllit.

---

[1]) Genauer: Des unteren Dolomites am Piz Lad.

Die Triasdolomite.

Weitaus der größte Teil des untersuchten Gebietes besteht aus Triasdolomit. Es ist sehr schwer — auch absehend von einer stratigraphischen Parallelisierung — innerhalb dieser Dolomite eine lokale Gliederung vorzunehmen. Durch die Gleichförmigkeit in der Ausbildung ist dies nur in besonderen Fällen möglich. Fossilien fehlen so gut wie vollständig. Lagerungsverhältnisse aber sind in diesen stark gestörten Gebieten nur mit der allergrößten Vorsicht als Grundlage für die Schichtenfolge zu benutzen. Dabei bin ich mir auch wohl bewußt, daß gerade in dem hier hauptsächlich in Betracht kommenden Teile zwischen Val Vau, Muranza, Braulio und Fraele die Verhältnisse weit komplizierter sein werden, als es — da es sich eben um Dolomitkomplexe handelt — den Anschein hat.

Viel schwieriger noch als eine lokale Gliederung ist die Ausscheidung bestimmter Triashorizonte. Ohne von Fossilfunden unterstützt zu werden, würde man sich hierbei auf petrographische Ähnlichkeiten und Ähnlichkeiten im Habitus mit benachbarten Gebieten verlassen müssen; ein Verfahren, das überhaupt, und besonders wenn es sich um Triasdolomite handelt, nur in Ausnahmsfällen angewandt werden darf und auch dann noch oft ein sehr unsicheres sein wird. Es führt nur allzuleicht zu falschen Resultaten. In anderen Gegenden Bündens ist, auch von neueren Beobachtern, wiederholt der Versuch gemacht worden, die Triasdolomite genauer zu gliedern und bestimmte Altersangaben zu machen. Dort mögen es die Verhältnisse erlauben, doch wird auch da meistens eine große Unsicherheit zugegeben; teilweise sind gewiß viele Fehler dabei untergelaufen. Man braucht nur die verschiedenen, sich so oft widersprechenden Ansichten mehrerer Beobachter über einen und denselben Punkt miteinander zu vergleichen, um sich stets eine gewisse Skepsis zu bewahren.

Theobald hat überall die gesamten Triashorizonte gesehen und ausgeschieden. Fernerstehenden mag unsere Unsicherheit im Vergleich zu seiner Sicherheit als ein Rückschritt erscheinen; wer die Verhältnisse kennt, wird sie begreifen. Und die Erkenntnis von Unzulänglichkeiten unseres Wissens bedeutet doch eher einen Fortschritt als einen Rückschritt! Der Wissenschaft ist jedenfalls mehr damit gedient, wenn man Fragen offen läßt, statt mit einem Anschein von Sicherheit Zweifelhaftes vorzutragen, auf dem dann andere in gutem Glauben weiterbauen.

So unterscheide ich lediglich zwischen untertriadischem Dolomit und obertriadischem Dolomit, ohne jedoch von ersterem eine obere und von letzterem eine untere Grenze angeben zu können. Ein geschlossenes Profil, in dem beide übereinander lägen, gibt es nicht. Ein Raibler Horizont ist nicht nachweisbar.

Untertriadischer Dolomit.

a) Im Süden des Gebietes.

Bei Alp Trela, am Eingange in die Valle Corta, liegt über den letzten grauen Verrucano- (resp. Buntsandstein-) Bänken zunächst eine dünne, tonige, dolomitische Schicht, die noch in großer Menge Quarzkörner enthält; im Bruch ist sie dunkelgrau, auf der Oberfläche fettig, gelb, manchmal mit einem Stich ins Rote und Grüne; die Quarzkörner erscheinen als kleine dunkle Punkte. Verschwinden die Quarzkörner, dann macht das Gestein im Bruche den Eindruck eines dichten, etwas mergeligen Kalkes; mit verdünnter Salzsäure braust es nur wenig.

Darüber folgt eine Dolomitbreccie aus ziemlich gleichartigem Material; dunkel im Bruch. Verwitterungsfarbe bräunlich bis rotbraun. Die Breccienstruktur ist nur auf der Oberfläche deutlich wahrzunehmen. Ob es eine primäre Sedimentationsbreccie ist, wage ich nicht bestimmt zu behaupten; wahrscheinlich ist es mir. Das Aussehen dieses Gesteins ist sehr charakteristisch. Ganz ähnliche Breccien finden sich häufig — auch im Norden —, ob sie aber alle dem gleichen Niveau angehören, ist fraglich. Sie scheinen jedoch nach allem, was ich in unserem und in benachbarten Gebieten beobachten konnte, immer einem untertriadischen Dolomit anzugehören.

Über diesen Breccien folgt eine Bank hellgrauen Dolomits; im Bruch schwarz. Auf der Oberfläche ist er stellenweise übersät mit kleinen, gelblichweißen Pünktchen. Bei näherem Suchen findet man unter ihnen — an der rechten Seite am Eingang von Valle Corta — Diploporen, die jedoch keine Bestimmung zulassen. (Es ist der gleiche Diploporendolomit wie ZOEPPRITZ' „Wetterstein" vom Casannapaß [S. 23].)

Darüber liegt ein dünnbankiger, dunkler, sandig sich anfühlender, im Bruch schwarzer, zuckerkörniger Dolomit.

Dann folgen, durch ihre weiche Beschaffenheit auf beiden Talseiten Veranlassung zur Bildung einer Rinne gebend, graue, mergelige, dünnbankige Dolomite, reich an Ton- und

Bitumen- (Asphalt-) Schmitzen; oft brecciös: die grauen, mergeligen Dolomite liegen als Knollen bis zu Kopfgröße in den dunklen Asphaltschiefern. Eine Verknetung durch Gebirgsdruck hat dabei mit eine große Rolle gespielt. Sehr schön tritt hier auch die Erscheinung zutage, daß das weichere, nachgiebigere Gestein verbogen und gefaltet ist, während der harte Dolomit auf beiden Seiten — fast senkrechte Stellung! — keine Faltung zeigt.

Darüber folgt ein hellgrauer, im Bruch grau bis dunkelgrauer, dichter Dolomit ohne deutliche Bankung. Häufig sind darin organische Reste. Der Erhaltungszustand ist jedoch ein derartiger, daß man manchmal nur gerade noch erkennen kann, daß Zweischaler darunter sind; sonst sind es kaum mehr als weiße Dolomitspatflecken im dunklen Gestein. ROTHPLETZ (S. 145) spricht von „mytilusähnlichen Bivalven und Diploporen". Ich selbst fand keine derartigen Stücke, daß ich mir zu entscheiden getraute, ob die runden Querschnitte wirklich von Diploporen herrühren. Auch ROTHPLETZ fiel es auf, daß „das hellgraue Gestein von weißen Dolomitgängen durchsetzt ist, die zwischen den Dolomitrhomboëdern kleine, pechschwarze, fettglänzende Asphaltmassen einschließen". — Diese grauen Dolomite besitzen eine ziemliche Mächtigkeit. Sie halten an bis zur Vereinigung von Valle Corta und Valle Lunga. Sie fallen steil, fast senkrecht nach Süden und dürfen nicht etwa, wie ROTHPLETZ es getan, als das normale Liegende der nordfallenden Dolomitbänke der Cima di Scopa (westlichster Gipfel der langen Kette der Cime di Plator) betrachtet werden! Man vgl. später im tektonischen Teil!

Im Südhange des Monte Pettini finden wir Quarzausscheidungen und bimssteinartig verwitternde Hornsteine in dem untertriadischen Dolomit, der von Valle Corta nach Westen streicht; die Asphaltschiefer lassen sich nicht weiter nach Westen verfolgen.

Zieht man den normalen Verband mit dem Buntsandstein in Betracht, dann wird man wenigstens den unteren Teil des Dolomits von Valle Corta in den Muschelkalk stellen. Wie weit man dies aber nach oben ausdehnen darf, ob auch die grauen Dolomite über den Asphaltschiefern noch dazuzurechnen sind, darüber fehlt jeder sichere Anhaltspunkt.

Über die Zusammengehörigkeit des Dolomits, der unter dem M. Lapare-Crapene, auf der Seite von Livigno sowohl wie von Trepalle, den Verrucano überlagert, mit dem südlich unter dem Monte Pettini und dem von Valle Corta, dem des Pfeilers unter den Punkten 2931 und 2944, des Sasso di Prada

und der Terrassen oberhalb Premadio vergleiche man im tektonischen Teil; ebenso über die Triaswand von Isolaccia.

Was mich bestimmt, alle diese eben genannten Dolomitvorkommnisse für untertriadisch zu halten, ist, abgesehen von dem ja leicht trügenden Habitus, der Verband mit Verrucano und das Auftreten der gleichen tonig-bituminösen-brecciösen Schichten wie in der Valle Corta (Sano di Prado, Terrassen oberhalb Premadio, Isolaccia). In der ersten Terrasse oberhalb Premadio kommt im Verein mit diesen eben erwähnten Schichten Gips vor.

Eine untere Rauhwacke fehlt hier im Süden überall!

b) Im Norden des Gebietes.

Lediglich zum Unterschied von dem obertriadischen, und ohne ihnen damit eine bestimmte stratigrapische Stellung in der Trias geben zu wollen, nenne ich alle Dolomite in dem Stücke zwischen Val Vau, Val Muranza und Valle di Fraele, soweit sie sich vom obertriadischen unterscheiden, ebenfalls untertriadischen Dolomit. Kristallin und Dolomit bauen die dortigen Berge auf. Es sind Faltendecken — Schuppen, wenn man will —, die Schichtenfolge ist sehr unregelmäßig; ein Gebiet der Ausquetschung. Verrucano fehlt fast immer zwischen Kristallin und Dolomit. Somit ist es beinahe unmöglich, sich dort über die Dolomite, über Lagerung, ob verkehrt oder normal, ein klares Bild zu machen. Der Schlüssel zum Verständnis liegt am Piz Lad.

Auf die fraglichen Verrucano-Schichten in der Nordseite des Piz Lad (siehe oben) lagern sich zunächst graue, dünnbankige, mürbe, brüchige Dolomite in einer maximalen Mächtigkeit von ca 100 m. Die unteren Partien sind durch gelbliche bis rotbraune Verwitterungsfarbe ausgezeichnet; zuweilen mit braunen Tonflecken auf der Schichtfläche. Stellenweise liegen schmale Gipslager in diesen Dolomiten. Zuweilen nimmt das Gestein eine rauhwackige Beschaffenheit an; es wird löcherig und porös, ohne daß es jedoch zu einer durchgehenden Rauhwackenbildung kommt.

Über diesen Dolomiten liegt ein grünes, zum Teil geschiefertes Gestein. Überlagert von Rauhwacke, nur einige 10 m durchschnittlich mächtig, macht es den Eindruck einer normal in der Trias liegenden Schicht, zumal man es immer von der gelben Rauhwacke begleitet durch den ganzen Nordhang des Piz Lad sich hinziehen sieht. Schon THEOBALD meint, daß

diese Schichten zum Teil „fast wie Spilit aussehen; da man aber diese Schichten über eine Stunde fortstreichen sieht, so ist wohl an kein Eruptivgestein zu denken“. Doch kann man bei näherer Betrachtung dieses Gesteins — auch ohne Schliff — über seine eruptive Natur kaum in Zweifel bleiben. Man wird sich anfänglich vielleicht zu der Annahme verführen lassen, als habe man es hier mit Eruptivdecken in der Trias zu tun, ähnlich südalpinen Verhältnissen. In Wirklichkeit aber liegt hier ein Gestein aus dem kristallinen Grundgebirge vor; sein Auftreten bezeichnet eine Störungslinie; die Nordseite des Piz Lad besteht aus zwei Schuppen — abgesehen von der kristallinen Kappe des Gipfels. Der untere gipsführende Dolomit darf mit dem höherliegenden nicht kombiniert werden.

Die Rauhwacke über dem grünen Gestein dürfen wir wohl mit ziemlicher Sicherheit als untere Rauhwacke ansprechen. Sie ist hauptsächlich gelb, seltener grau, löcherig und zellig, enthält oft große Dolomitbrocken und weichen Dolomitstaub. Es paßt auf sie genau die Beschreibung, die ZOEPPRITZ von seiner unteren Rauhwacke gibt; Tonschiefereinschlüsse fehlen zwar, dagegen enthält sie kristalline Gesteinsbrocken. Am Piz Lad selbst freilich nicht, sondern erst dort, wo sie beinahe die Talsohle der Val Muranza erreicht hat, und weiter dann im Osten auf der anderen Talseite. Als Baustein findet diese Rauhwacke vielfach Verwendung; an den Häusern von St. Maria hat man Gelegenheit, die kristallinen Einschlüsse zu studieren.

Schon vom Tale aus auffallend, durchzieht das gelbe Rauhwackenband in ca 2300 m Höhe ziemlich horizontal die Nordwand des Piz Lad, sinkt dann auf seiner Ostseite erst allmählich, dann ziemlich steil und unvermittelt in die Val Muranza hinab und setzt jenseits des Tales weiter. Auch im Westen zieht es, der Val da Plaun della Fracha folgend, plötzlich steil in die Tiefe. In ca 2100 m Höhe übersetzt es den Tobel und ist jenseits noch ein kleines Stück sichtbar; dann aber hindern Schutt und Legföhren an weiterer Beobachtung. Ich glaube auch nicht, daß es noch weit am Westfuße des P. Mezdi hinzieht. Die Rauhwacke muß ungefähr in der Gegend, wo Val Madonna einmündet, vielleicht auch etwas unterhalb, die Val Vau überqueren, um dann unterhalb von P. 2612 — die Gegend von „Joet“ der Schweizer Karte — und weiterhin gegen den Piz Turettas ihre Fortsetzung zu finden. Auch da ist die gelbe Rauhwacke schon vom Tale aus gut verfolgbar.

Eine ähnliche Rauhwacke wie am Piz Lad treffen wir im

ganzen Gebiete nur noch im Hintergrunde der Valle Forcola, in ihrem linken Talast, als schmalen Streifen.

In der Folge von Dolomiten, die über der Rauhwacke liegen und die Berge rings um den Lai da Rims und weiter bis zum P. Schumbraida fast ausschließlich zusammensetzen — soweit nicht übergeschobenes Kristallin in Betracht kommt — lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: ein „gelber Dolomit“ und ein „grauer Dolomit“, die jedoch nicht immer auseinanderzuhalten sind.

Die „gelben Dolomite“ sind vorwiegend verhältnismäßig dünnbankig; die Verwitterungsfarbe ist hellgrau und gelblich; auf den Schichtflächen finden sich oft Tonbezüge. Häufig sind Tonschieferlagen, zum Teil auch Mergelkalke zwischen den Dolomitbänken eingeschaltet. Wir treffen solche im Dolomit des Pizett, Piz Lad, P. Mezdi, unter der Steilstufe des Lai da Rims und in den untersten Wänden des M. Pravedir. Ferner oberhalb der Casa Forcola zwischen den beiden Talästen der Valle di Forcola. Mit ähnlichen Tonschieferbänken an der Basis des Rhät dürfen diese hier nicht verwechselt werden! Sie verwittern oft ganz ähnlich, sind im Bruch aber niemals so dunkel wie die rhätischen.

Im Gegensatze zu dem „gelben“ ist der „graue Dolomit“ klotziger, die Bänke sind mächtiger oder die Bankung tritt fast ganz zurück; die Felsen, die er bildet, sind wilder, zerhackter — jedoch nicht immer. Farbe grau bis bräunlichrot. Am linken Talgehänge von Rims pitschen sehen wir ihn den gelben Dolomit überlagern, bei dem Felskopf nördlich des Wortes „Rims“ der Schweizer Karte. Östlich von diesem, zum Pizett hinüber, besteht alles aus „gelbem“ Dolomit. Die Hänge sind glatt, gleichförmig, wenn auch steil, während mit dem grauen Dolomit die Schrofen beginnen. Dieser zieht als steiler Wandgürtel unter Piz da Rims und Piz Chazfora hinüber zum Umbrail. Der Umbrail, die Punta di Rims[1]), P. 2860, Piz del Lai, P. 2817 und zum Teil der Monte Schumbraida bestehen aus dem gleichen „grauen“ Dolomit. Am Monte Schumbraida liegt zu oberst auf dem Gipfel ein sehr heller Dolomit, regelmäßiger gebankt, voll weißer Punkte. ? organischer Reste. Der Monte Solena besteht auf seiner Nordseite aus gelbem Dolomit.

Im Dolomit des Umbrail stellt sich eine Breccie ein. die aus größeren und kleineren eckigen Dolomitbrocken besteht. Unter diesen fällt besonders ein dunkler, sandiger, dünngestreifter

[1]) Piz da Rims und Punta di Rims sind nicht zu verwechseln!

Dolomit auf, wie ich ihn als Bänke im „grauen Dolomit“ kenne. HAMMER hält die Umbrailbreccie für eine primäre Sedimentationsbreccie, „die dann noch ein zweites Mal durch tektonische Vorgänge brecciös geworden“. Ich möchte sie eher nur für eine Reibungsbreccie halten. GÜMBEL vergleicht sie mit der der Radstätter Tauern. Nach neueren Untersuchungen soll deren Natur als Reibungsbreccie sicher sein. Für die Annahme, daß die Umbrailbreccie eine reguläre Sedimentationsbreccie wäre und einem bestimmten Horizonte angehöre, spräche der Umstand, daß genau die gleiche Breccie sich auch im Plessurgebirge findet, z. B. beim Abstieg von der Maienfelder Furka nach Arosa. Sie liegt dort in HOEKS[1]) „Wetterstein“. Auch dort fallen unter den Komponenten die feingestreiften Dolomite auf.

Der ganze Dolomit des Umbrail und überhaupt der ganze Kamm bis zur Cima della Casina zeichnet sich durch weitgehende Zerrüttung und Zertrümmerung aus. Mit Recht hat TERMIER (S. 248) für den Umbrail dies hervorgehoben; wenn er aber an der gleichen Stelle behauptet: „Les calcaires triassiques de l'Umbrail ne diffèrent en rien, quant au facies, des calcaires de la nappe Bormio-Ortler“, so muß ich dem ganz entschieden widersprechen. Der Dolomit des Cristallokammes, den er meint, den man auf der Stilfser Joch-Straße von den alten Bädern bei Bormio an zu studieren reichlich Gelegenheit hat, ist wohl verschieden von dem des Umbrail.

Nach früheren Autoren liegt der Dolomit des Umbrail regelmäßig auf dem Kristallinen. Was THEOBALD und GÜMBEL alles an der Grenze zwischen beiden gesehen haben wollen, davon konnte ich mit dem besten Willen absolut nichts beobachten. Zwar ist der Kontakt selbst mit Schutt überdeckt, aber soviel läßt sich doch sagen, daß jegliche „Zwischenschichten“ fehlen, und der Dolomit direkt auf den kristallinen Schiefern liegt. Der „gelbe Dolomit“, den wir weiter nördlich am Pizett noch unter dem „grauen“ beobachten konnten, ist schon längst verschwunden, wir treffen ihn erst wieder drüben in der V. di Forcola. Will man nicht an eine tektonische Ausquetschung des liegenden „gelben“ Dolomits glauben, so muß man annehmen, daß der „graue“ am Umbrail transgrediere. Die Breccie etwa als Beweis für eine Transgression anzuführen, ist nicht angängig, denn niemals finden wir in ihr kristalline Komponenten, sondern nur Dolomit aufgearbeitet. Wenn wir sie als Sedimentationsbreccie gelten lassen wollen, dann muß

[1]) Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. B., Bd. XIII und XVI.

sie Niveauschwankungen während des Absatzes der Dolomite selbst ihre Entstehung verdanken. Sie muß jünger sein als gewisse Bänke des grauen Dolomits, da diese in ihr aufgearbeitet sind.

Am Südfuße der Punta di Rims, die ganz aus „grauem“ Dolomit, ohne „gelben“ darunter, besteht, liegt ein Gipslager. THEOBALD hält ihn für Raibler Gips und zeichnet darunter die gesamten Triasglieder ein. Daß dies den Tatsachen absolut nicht entspricht, darauf hat bereits ROTHPLETZ hingewiesen. GÜMBEL benützt dieses Gipslager zur Stütze seiner Auffassung, nach welcher der Dolomit des Umbrail dem Muschelkalk angehören soll. Ein klares Bild von den Lagerungsverhältnissen dieses Gipses zu bekommen, ist wegen der Schuttbedeckung leider unmöglich. Auf dem Rücken jedoch, der von der Bocchetta di Forcola zur Punta di Rims hinaufzieht, sehen wir, daß der Gips direkt den kristallinen Schiefern — und zwar hier Gneis! — aufliegt. Und über dem Gips folgt nicht etwa sofort der Dolomit der Punta di Rims, sondern nochmals etwas Gneis! Ich erblicke in diesen Lagerungsverhältnissen die Wirkung tektonischer Vorgänge (siehe auch im tektonischen Teil). Für die Altersbestimmung des Dolomits von Punta di Rims und P. Umbrail ist dieses Gipslager nicht brauchbar, schon weil es mit dem Dolomit nicht in direktem Verbande steht. Nachdem HAMMER wiederholt und von verschiedenen Stellen Gipse aus den Phylliten erwähnt, muß auch die Möglichkeit berücksichtigt werden, daß der Gips unter der Punta di Rims gar nicht in die Trias gehöre. Ich kann mich indes noch nicht entschließen, die HAMMERsche Auffassung über das prätriadische Alter fraglicher Gipse anzunehmen, und möchte die Möglichkeit nicht von vornherein von der Hand weisen, daß die Gipslager in den Ultentaler Alpen, der Laaser und der südlichen Ortlergruppe im Verein mit den Marmoren Triasreste darstellen zwischen übereinandergeschobenen Schollen.

Wenn ich nun über das Alter der „gelben“ und „grauen“ Dolomite eine Meinung äußern soll, so tue ich dies mit dem vollen Bewußtsein, mich dabei auf höchst unsicherem Boden zu bewegen. Fossilien fehlen volständig; aber es fehlt auch an einer hangenden Schicht, die uns erlauben würde, das Alter dieser Dolomite nach oben abzugrenzen. Der von Rhät überlagerte Hauptdolomit gehört einer tieferen Scholle an; und nirgends traf ich unter ihm als sein normales Liegendes Schichten, die ich sicher als „grauen“ oder „gelben“ Dolomit wiedererkannt hätte.

Die gelbe Rauhwacke ist ja sehr wahrscheinlich untere Rauhwacke. Es wäre aber immerhin möglich, daß die Trias hier erst mit einem höheren Niveau beginnt. Denn ob die Rauhwackenbildung wirklich nur an die beiden Horizonte der unteren Rauhwacke und der Raibler Rauhwacke gebunden ist, das wissen wir doch nicht so ganz bestimmt, als es gewöhnlich angenommen wird. Ich glaube indes doch, daß hier die gelbe Rauhwacke wirklich untere Rauhwacke ist, und daß demnach der „gelbe" Dolomit zum mindesten den Muschelkalk vertritt. Bestärkt werde ich in dieser Auffassung dadurch, daß unter dem Lai da Rims unmittelbar über den Tonschieferbänken, die ja im „gelben" Dolomit häufig, die gleichen tonig-bituminösen-brecciösen Schichten auftreten, wie wir sie von der Südseite des Gebietes aus der Untertrias kennen. Tonschieferbänke werden übrigens von SCHILLER und PAULCKE aus dem Muschelkalke oder -Dolomit erwähnt, nicht nur aus dem Raibler Niveau, und scheinen nach HAMMER in der Ortlergruppe ebenfalls ein ziemlich tiefes Niveau einzunehmen.

Ob nun die „grauen" Dolomite noch dem Muschelkalke oder bereits der ladinischen Stufe[1]) angehören, oder ob diese

---

[1]) Absichtlich vermeide ich die Bezeichnung „Wetterstein". ROTHPLETZ hat meines Erachtens nach ganz recht, daß man nicht, wie dies in Graubünden bereits üblich geworden, einen Dolomit „Wetterstein" nennen soll, nur um ein postuliertes Alter auszudrücken; aus demselben Grunde, warum man z. B. den Schlerndolomit und den Esinokalk, beide ja auch zwischen Muschelkalk und Raiblern gelagert, nicht Wetterstein nennt. „Muschelkalk" und „Raibler" hat man sich gewöhnt als Altersnamen anzuwenden; „Wetterstein" aber ist ein Faciesbegriff. Es ist ja eigentlich nur ein Streit um Worte und Namen, und ROTHPLETZ übertreibt und mißversteht SCHILLER, wenn er meint, letzterer wolle im Rhätikon die Existenz von echtem Wettersteinkalk behaupten und die durch v. RICHTHOFEN nachgewiesene Vertretung des echten Wettersteinkalkes durch die Arlbergschichten „kurzerhand aus der Welt schaffen" (S. 131). Nachdem aber seit v. RICHTHOFEN sich für das faciell verschiedene Äquivalent des echten Wettersteinkalkes der Name Arlbergkalk resp. -dolomit eingebürgert hat, ist es in der Tat nicht angängig, wieder den Namen Wetterstein als Altersnamen anzuwenden für eine Schichtserie, die petrographisch von ihm verschieden und in dieser Beziehung eher noch dem Arlbergdolomit nahesteht. — Nicht übereinstimmen kann ich aber mit ROTHPLETZ, wenn er (S. 73) auch den Namen „Hauptdolomit" auf faciell gleichartige Schichten beschränkt wissen will. Man hat noch überall einen Dolomit, der zwischen Raiblern und Rhät liegt, so genannt. So werde auch ich den obersten Teil des obertriadischen Dolomits der Kürze halber und um auszudrücken, daß es sich um keinen älteren Dolomit handelt, sondern um einen nahe am Rhät, im Texte öfter Hauptdolomit nennen. Übrigens hat es ROTHPLETZ selbst so gemacht! Dabei bin ich mir recht wohl bewußt, daß mein Hauptdolomit von dem der Bayerischen Alpen petrographisch verschieden

schon tiefer beginnt oder erst höher, oder ob eine Lücke in der Schichtenfolge vorliegt (wie FRECH, freilich ohne dies irgendwie beweisen zu können, für die Ortlergruppe annimmt), ob ferner die karnische Stufe fehlt oder nur nicht als solche erkennbar ist, über alle diese Möglichkeiten lassen sich zwar eine Menge Vermutungen anstellen; um diese aber irgendwie zu stützen, dazu eignen sich die Verhältnisse in diesem Gebiete gar nicht. Eine Kombination mit dem Hauptdolomit des Cristallokammes und seiner westlichen Fortsetzung ist, wie oben schon erwähnt, unzulässig.

Erwähnt muß noch werden, daß die Tonschieferbänke unseres untertriadischen Dolomits eine große Ähnlichkeit mit den „Raiblern" am benachbarten Ofenpasse besitzen. Auch dort liegen Tonschieferbänke im Dolomit; und eine solche Bank wird besonders mächtig durch Einschaltung von Sandsteinen und Mergelkalken, die ziemlich viele, aber sehr schlechte Fossilien enthalten. Ob wir es aber am Ofenpaß wirklich mit Raiblern zu tun haben, das ist eine andere Frage. So sicher, wie GÜMBEL und BÖSE dies darstellen, ist es nicht. Die Fossilien gestatten eine genaue Altersbestimmung keineswegs. ? *Gonodon* und ? *Corbis* beweisen natürlich nichts. Ich selbst fand an bestimmbaren Fossilien nur Stielglieder von *Pentracinus tyrolensis* oder *Fuchsii*, die beide ja bereits tiefer als Raibler, nämlich in den Cassianern vorkommen. Warum sollte nicht hier ein tieferer Horizont als gerade Raibler einmal fossilführend sein? warum ausgerechnet Raibler? So viel ich weiß, kommt auch in den echten Arlbergschichten ein ähnlicher solcher Horizont vor, älter als Raibler. Es erscheint mir auch nicht sehr wahrscheinlich, daß die „Raibler" vom Ofenpasse als abgesunkene Scholle, wie BÖSE annimmt, im Muschelkalkdolomit liegen; ich glaube eher an normale Lagerungsverhältnisse. Die Gegend des Ofenpasses harrt noch einer genaueren Untersuchung. — Wären aber die Tonschieferdolomite wirklich Raibler Schichten, dann gibt es nur zwei Möglichkeiten: 1. Die gelbe Rauhwacke ist Raibler Rauhwacke, die Trias beginnt erst mit der karnischen Stufe, der „graue" Dolomit ist norisch. Dem widerspricht aber der sonst allgemein gültige Erfahrungssatz, daß die Rauhwacke sonst die Raibler Schichtenfolge nach oben abschließt. 2. Es liegt alles verkehrt, der „graue" Dolomit ist ladinisch.

---

ist. Wohl aber gleicht er dem von Vorarlberg, den noch niemand trotz seiner petrograghischen Verschiedenheit von dem der Bayerischen Alpen anders als „Hauptdolomit" genannt hat.

Dem widerspräche die anscheinend normale Auflagerung der Rauhwacke auf dem kristallinen Streifen im Piz Lad. Aus all dem erscheint mir doch ein Raibler Alter von Rauhwacke und Tonschieferdolomit unwahrscheinlich.

Neuerdings hält SPITZ auf Grund von Pentacrinusfunden und petrographischer Ähnlichkeit mit anderen Vorkommen die fraglichen Schichten am Ofenpaß für Rhät. Seine abschließenden Untersuchungen darüber sind noch abzuwarten. Nach dem, was ich von Rhät kenne, kann ich mich seiner Meinung noch nicht anschließen. Sollte sich aber seine Auffassung in der Folge bestätigen, so würde in unserem Gebiete die Stratigraphie noch unsicherer und die Tektonik viel komplizierter werden; denn daß unsere Tonschiefer und Mergelkalke aus dem untertriadischen Dolomit, zum mindesten die unter dem Lai da Rims, mit denen vom Ofenpaß ident sind, scheint mir ziemlich sicher.

Obertriadischer Dolomit.

(Zum Teil Hauptdolomit.)

Charakteristisch für den obertriadischen Dolomit, vor allem für die oberen Partien, ist: ausgezeichnete Schichtung und auffallender Wechsel von hellen und dunklen Bänken. Im Bruch sind die Dolomite fast stets schwarz, bald dicht, bald sandig und zuckerkörnig. Die Bankung wird besonders deutlich dadurch, daß häufig zwischen den dickeren Bänken, deren Schichtflächen dann meist korrodiert sind, weiche, mürbe, dünnplattige, tonige, wohl auch etwas bituminöse, dolomitische Lagen auftreten. Sie sind stets dunkel, schwarz und braunschwarz. Häufig sind Streifendolomite, dichte dunkle Dolomite mit hellen Streifen auf der angewitterten Oberfläche. Sie erinnern in der ganzen Erscheinung an Vorkommnisse in den Seefelder Schiefern und anderwärts im Hauptdolomit der Nordalpen.

Häufig auch — anscheinend nicht an einen bestimmten Horizont gebunden — sind ? Lithodendronbänke! Ungefähr parallele, wohl auch etwas geschwungene, zuweilen verzweigte hellere Äste durchziehen einen dunklen sandigen Dolomit; es ist ganz das Bild eines Lithodendronstockes. Eine Korallenstruktur ist jedoch nicht mehr zu erkennen, da alles in Dolomit umgewandelt. LORENZ[1]) und SCHILLER er-

[1]) Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. B., Bd. XII.

wähnen derartige Gebilde aus ihrem Hauptdolomit, HOEK[1]) aus seinem „Wettersteindolomit". Für die Stratigraphie besitzen sie keinen Wert, auch nicht für eine lokale Gliederung, da sie anscheinend an keinen bestimmten Horizont gebunden sind.

Zuweilen treffen wir eine Breccie, hier zweifellos eine primäre Sedimentationsbreccie, nur aus Dolomitkomponenten bestehend. In einer homogenen, oberflächlich graublau verwitternden Grundmasse liegen hellere und dunklere, stets abgerundete Brocken. Diese Breccie ist wohl verschieden von der des Umbrail! Die Brecciennatur tritt nur auf der angewitterten Oberfläche deutlich hervor.

Wiederholt sind Kalkbänke im Dolomit eingeschaltet. Besonders auffallend ist ein Horizont von dünnplattigen, kalkigen, mit verdünnter Salzsäure lebhaft aufbrausenden, etwas tonigen Schiefern. Im Bruch sind sie intensiv schwarz, verwittern grau, gelblich und rötlich; die rauhe Oberfläche erscheint oft dunkel punktiert. Über die Natur dieser Punkte gibt auch der Dünnschliff keine Auskunft. Nur in einem Schliff vom Gipfel des Cassa del Ferro glaube ich einen Globigerinendurchschnitt erkennen zu können. Diese Schiefer sind sehr charakteristisch und fallen stets auf. Man trifft sie westlich vom Wege auf dem Scalapasse zwischen dem alten Turm und der Kapelle und findet sie wieder auf der Ostseite des Monte delle Scale, wo sie Veranlassung zur Bildung einer großen Rinne geben. Man trifft sie — außerhalb der Grenzen des untersuchten Gebietes — im Nordhang des Monte del Ferro und auf dem Gipfel der Cassa del Ferro. Wo immer sie auftreten, da beobachten wir in ihrem Hangenden dunkle, gleichmäßig dicke, ungefähr handbreite, Kalkbänke von wechselnder Mächtigkeit im Dolomit eingeschaltet und z. T. mit ihm wechsellagernd. Besondere Mächtigkeit und Verbreitung erlangen diese, im Bruche stets schwarzen, oft blutrot verwitternden Kalke an der Cassa del Ferro.

Die kalkigen und tonigen Lagen, die am Zusammenflusse von Braulio und Adda den Quellhorizont der sogenannten Fonte dell' Adda bilden, halte ich ebenfalls für eine normale Einlagerung im Dolomit. Es ist THEOBALDs Lias von der Stilfser Joch-Straße. Zum Teile könnten diese Kalke freilich auch dem Rhät, angehören, und es mögen tektonische Störungen eine Rolle spielen, die sich auf den schutt- und waldbedeckten Hängen der linken Bachseite nicht verfolgen lassen.

---

[1]) a. a. O.

Kieselausscheidungen scheinen im obertriadischen Dolomit sehr selten zu sein. Ich fand solche von unbedeutender Größe nur ein einziges Mal am Südende des Lago delle Scale.

Ursprünglich ist der obertriadische Dolomit reich an Fossilien. Das meiste ist gänzlich in Kalk und Dolomitspat umgewandelt, und wir können nur noch gelegentlich Durchschnitte von Schnecken und Brachiopoden erkennen. Bei den Türmen auf dem Scalapasse ist der Dolomit voll von weißen Pünktchen und länglichen, schmalen, spitzen Stäbchen. (SCHILLER erwähnt solche aus seinem Wetterstein.) Es sind Seeigelstacheln. An einem erkennt man deutlich den Gelenksring.

An der obersten Grenze stellen sich schwarze Kalkbänke ein, feinkristallinisch im Bruch. Sie enthalten in Menge Schnecken und Brachiopodendurchschnitte. *Rissoa alpina* tritt stellenweise massenhaft auf. Am Wege, der sich vom Scalapasse in die Valle di Fraele senkt, sind diese Schichten besonders schön zu sehen. GÜMBEL hat sie dort zuerst beobachtet. Sie sollen nach ihm außerordentlich reich an Foraminiferen aus der Gruppe der *Trochamina* oder *Endothyra* sein. Ich selbst konnte nur hin und wieder ein Foraminiferengehäuse im Schliffe entdecken. Dagegen fand ich am Scalawege, leicht verkieselt, unter der Humusdecke herausgewittert 5 gut bestimmbare Exemplare von *Turbo* (*Wortheinia*) *solitarius* BEN. Diese Kalke sind ein sehr charakterisches Gestein und sind stets leicht wiederzuerkennen, auch wenn die Fossilführung sich auf kaum etwas mehr als weiße Punkte beschränkt. Wir treffen sie fast überall an der oberen Grenze des Dolomits. Aber nicht immer werden sie direkt von Rhät überlagert. So schiebt sich am Scalawege in die Valle di Fraele nochmals ein grauer, wenig mächtiger Dolomit dazwischen, auf dem die unterste Rhätschicht, die Schieferletten, liegen; darüber die Rhätkalke. (Auch bei Casa Penso grenzen grauer Dolomit und Rhätkalke direkt aneinander.) In der Regel aber bilden sie das unmittelbar Liegende des Rhät. Ihr westlichstes Vorkommen ist am M. Pettini (Ostseite), ihr östlichstes, soweit sich meine Untersuchungen erstrecken, an der Stilfser Jochstraße oberhalb Spondalunga. (Sie streichen von da in die Ortlergruppe hinein. In der Valli dei Vitelle und an der Naglerspitze sind sie gut entwickelt, vgl. HAMMER. Der Beschreibung nach glaube ich sie in ROTHPLETZ' Kössnern von der Tabarettaspitze (S. 159/160) und GÜMBELs Geröllen auf

dem Marlt- und Ende der Welt-Ferner (1891, S. 102) wiederzuerkennen.)

Diese Kalke nehmen ungefähr die gleiche Stellung ein wie die Plattenkalke der bayrischen Alpen, mit denen sie in der Fauna große Übereinstimmung zeigen[1]). Auch dort sind einzelne Bänke gespickt voll von *Rissoa alpina*. HAMMER hat sie in der westlichen Ortlergruppe zum Rhät gezogen. Ich möchte sie wegen ihrer innigen Verknüpfung mit dem Hauptdolomit nicht von diesem trennen. Um sie als eigene Schichtgruppe auszuscheiden, dazu fehlt ihnen die Bedeutung. Um mich kurz auszudrücken und sofort angeben zu können, was ich meine, werde ich sie im Texte einfach „Plattenkalke" nennen, weil sie die gleiche Rolle spielen wie die Plattenkalke der bayerischen Alpen.

Durch das Auftreten dieser Kalke und die Überlagerung durch Rhät ist es sichergestellt, daß zum mindesten der oberste Teil dessen, was ich obertriadischen Dolomit nenne, dem Hauptdolomit angehört; aber es ist mir nicht möglich anzugeben, wie weit dieser nach unten reicht, ob z. B. der Dolomit der Cime di Plator und des Monte delle Scale in seiner ganzen Mächtigkeit ihm angehört. Vielleicht, daß die oben erwähnte Breccie die Raibler Zeit andeutet. Auf dem Scalapasse treffen wir sie in der Nähe des kleinen, meist trockenen Sees. Tiefer als sie liegen die Kalkschiefer, noch tiefer, bei den Türmen, eine ? Lithodendronbank und Schichten mit den Seeigelstacheln.

Auffallend ist die Ähnlichkeit des obersten Teiles (Hauptdolomit), speziell am Scalapasse vom Südende des Sees an, mit dem Hauptdolomit Vorarlbergs und des Rhätikon. An der Dalaaser Staffel fiel mir derselbe Wechsel von hellen und dunklen, dichten und zuckerkörnigen Schichten und dieselben ? Lithodendronbänke auf. Auffallend ist aber auch die Ähnlichkeit mit dem von Buntsandstein unterlagerten Muschelkalkdolomit im Spöltale! Auch hier gute Bankung, weiche, tonige Zwischenlagen. korrodierte Oberflächen, Streifendolomite und ? Lithodendronbänke. Nicht daß ich deshalb für diesen Dolomit ein obertriadisches Alter in Anspruch nehmen möchte! Ich wollte nur darauf hinweisen, wie unsicher in diesen Gebieten auf äußere Ähnlichkeit gegründete Altersbestimmungen sind!

Den obertriadischen Dolomit verfolgen wir vom Südosthange des Monte Pettini über die lange Kette der Cime di

[1]) Man vergl. darüber v. AMMON: Die Gastropoden des Hauptdolomits und Plattenkalkes der Alpen. Abh. d. zool.-mineral. Vereines in Regensburg. München 1878, Heft 11.

Plator und des Monte delle Scale hinweg in den Cristallokamm der Ortlergruppe hinein. Der Unterlauf des Braulio (von Spondalunga an) und die beiden Adda-Schluchten sind in ihn eingeschnitten. Er beteiligt sich auch an der Zusammensetzung der Südhänge des Braulio- und Fraele-Tales und gewinnt dann am Monte und Cassa del Ferro eine große Verbreitung. Nördlich des schweizer-italienischen Grenzkammes ist seine Verbreitung gering.

Rhät.

Schieferletten, Mergel und Kalke bilden auch bei uns wie anderswo die Schichtenfolge des Rhät. Im allgemeinen nehmen die Mergel ein tieferes, die Kalke ein höheres Niveau ein. Häufig wechsellagern sie miteinander. Ungefähr vom Monte Pettini an nach Osten treten die Mergel zurück. Dafür stellt sich ein dichter, splittriger, dunkler Tonschiefer ein, oberflächlich bunt, metallfarben, rostbraun und bläulich, ein auffallendes, sehr charakteristisches Gestein — „herbstlaubfarben" hat es PAULCKE an anderer Stelle sehr bezeichnend genannt. — Diese Schieferletten liegen entweder direkt auf Dolomit oder als Bänke in den untersten Rhätkalken (z. B. bei Baitello della Radisca). Daß sie nicht mit ähnlich anwitternden Bänken aus dem untertriadischen Dolomit verwechselt werden dürfen, habe ich schon erwähnt.

Mit dem Zurücktreten der mergeligen Entwicklung ändert sich auch die Beschaffenheit der Kalke; sie werden — natürlich nur ganz allgemein gesprochen — dünnbankiger, härter; kompakte dicke Bänke fehlen. Niemals findet man in ihnen Fossilien, während die dickbankigeren Kalke oft reich an Schalendurchschnitten und Lithodendronstöcken sind. Die Mergel führen fast stets Fossilien, oft freilich bis zur Unkenntlichkeit verdrückt. Bestimmbare Fossilien lieferten die Mergel vom M. Lapare und Crapene, nämlich.

Lithodendron sp.
Pentacrinus - Stielglieder.
Dimyopsis Emerichi v. BISTR. (*Plicatula intusstriata* E.)
Avicula contorta PORTL.
Lima cf. *punctata* SOW.
Terebratula gregaria SUESS.

Im Dünnschliff zeigen die Rhätkalke vielfach Echinodermenreste, stellenweise oolithische Struktur und zuweilen unbestimmbare Foraminiferendurchschnitte.

Die rhätischen Schichten lassen sich kontinuierlich vom M. Lapare bei Livigno über den M. Pettini in die Valle di Fraele hinüber, weiterhin in den rechtsseitigen Steilwänden des Brauliotales und, das Tal und die Stilfser Jochstraße überquerend, in die Ortlergruppe hinein verfolgen und gestatten uns somit, eine obere Altersgrenze des „Ortlerdolomits" festzulegen. Rhätischen Dolomit, wie ihn HAMMER von der Naglerspitze erwähnt, kenne ich nicht. Ich glaube, auch dort handelt es sich nur um tektonische Erscheinungen.

ROTHPLETZ (S. 150) hält die Kalke in der Valle di Forcola für Muschelkalk. Petrographisch besitzen sie zwar eine ziemliche Ähnlichkeit mit gewissen Muschelkalkvorkommen, z. B. in der Lischannagruppe, von den Schichten an der Basis des Ortlerdolomits im Suldentale nicht zu reden, weil mir dort die Lagerungsverhältnisse noch ziemlich unaufgeklärt scheinen. Andererseits aber gleichen sie doch durchaus den Kalken der Valle di Fraele, denen an der Stilfser Jochstraße, an der Naglerspitze usw. Sie lassen sich auch im Streichen ununterbrochen bis zu denen der Valle die Fraele verfolgen, und außerdem treffen wir auf der linken Talseite von Valle di Forcola die charakteristischen rhätischen Mergelbänke in ihnen.

Häufig lassen die Rhätkalke die Wirkungen großen Druckes erkennen. Schon makroskopisch, besonders aber im Dünnschliff, erscheinen sie ausgewalzt und zeigen ausgesprochene Parallelstruktur. Die Faserzüge weichen dabei größeren und kleineren hellen Kalkspatkörnern aus, die offenbar widerstandfähiger waren (vielleicht ursprünglich Fossilien?). So erhalten wir vollständig das Strukturbild eines Augengneises.

Lias.

Nur im westlichsten Drittel unseres Gebietes liegt über dem Rhät noch Lias. Drei verschiedene Typen lassen sich unterscheiden: 1. Hornsteinkalke, 2. Konglomerate, Crinoidenbreccien und Kieselkalke, 3. Algäuschichten.

1. Hornsteinkalke. Die Grenze gegen die Rhätkalke bildet manchmal eine auffallende dickere Kalkbank. Wo diese aber fehlt, da gehen sie unmerklich in solche über, in denen Kieselknollen häufiger werden. Nur wegen der Kieselknollen ziehe ich diese Kalke, dem bisherigen Brauche folgend, zum Lias. Wir können sie vom M. Lapare an nach Osten noch etwas über den M. Pettini hinaus verfolgen. Ihre Schichtflächen bilden die steilen nördlichen Plattenwände dieses Berges.

Auch östlich der Einmündung von Valle Pisella in die Valle di Fraele findet sich noch ab und zu ein Hornstein in den Kalken des Talbodens. Es entsteht die Frage, ob sie nicht vielleicht noch dem Rhät angehören könnten, denn sie liegen oft sehr nahe, bei Casa Penso — übrigens der östlichste Punkt, an dem ich noch einen Hornstein fand — fast unmittelbar auf dem Dolomit. Warum sollten nicht auch im Rhät Hornsteine vorkommen können? Möglich wäre aber auch, daß das Rhät lokal stark oder völlig ausgedünnt ist. Die Grenze dieser Hornsteinkalke im Osten, in der Valle di Fraele, ist so wie sie auf der Karte dargestellt ist, lediglich ein Kompromiß. In Wirklichkeit ist es schwer anzugeben, wo nun eigentlich die Liaskalke aufhören.

2. Konglomerate und Kieselkalk. Am Nordhange des M. Lapare und Crapene, aber nur auf dieser kurzen Strecke und sonst nirgends, treffen wir die aus Bünden wohlbekannten Liaskonglomerate. Komponenten sind Dolomit und Rhätkalke, letztere überwiegen; sie erreichen manchmal Kindskopfgröße. An einer Lokalität, etwas westlich unterhalb des tiefsten Punktes zwischen M. Lapare und Crapene, also näher am M. Lapare, verliert sich die Konglomeratstruktur; das Gestein wird homogener; die Hauptmasse ist ein grauer Kalk. Er ist außerordentlich reich z. T. an Crinoidenstielgliedern — richtige Crinoidenbreccien — z. T. an Spongienkieselnadeln, die oft große Klumpen bilden, jedoch keine primäre Schwammstruktur mehr zeigen. Es ist ein regelloses Kieselgewebe, das oft bimssteinartig herauswittert. Ich fand in diesen Kalken außer unbestimmbaren Brachiopoden oder Zweischalerresten 1 *Spongites porosissimus* GÜMBEL und 2 *Rhynchonella gryphitica* QU. Durch Ätzen gewann ich hexaktinellide Schwammnadeln und Bruchstücke einer kleinen *Spiriferina*. Im Dünnschliff zeigen sich Schwammnadeln, Echinodermenreste (Crinoidenstielglieder) und eine *Textularia*.

Am benachbarten M. Motto auf der anderen Seite des Spöl fand ZOEPPRITZ (S. 27) in den gleichen Schichten „Bruchstücke einer Anzahl von Exemplaren von *Schlotheimia angulata* SCHLOTH.“ Somit dürfen wir wohl auch in den Ablagerungen des M. Lapare und Crapene, bestärkt durch die *Rhynchonella gryphitica* einen sehr tiefen Liashorizont erblicken.

Wo die Konglomerate und Kieselkalke auftreten, da liegen unter ihnen nur sehr wenig Hornsteinkalke; am M. Pettini, wo die ersteren fehlen, sind die letzteren in größerer Mächtig-

keit entwickelt. Es mag somit sein, daß Konglomerate und Kieselkalke einerseits und Hornsteinkalke anderseits sich gegenseitig vertreten.

Bemerkenswert ist die vollständige Übereinstimmung des Lias-Konglomerates mit der „Hornfluhbreccie“ der Freiburger Alpen. Wir kennen diese nunmehr ja so ziemlich aus ganz Graubünden. Hier ist ihr östlichstes und südlichstes Vorkommen!

3. Algäuschichten. Die typische Gesteinsfolge: Eine Serie von gelblichen, grauen, schwarzen, schiefrigen Mergeln, wechsellagernd mit ca. handdicken, graublauen — gelblich verwitternden — Mergelkalken mit den charakteristischen Flecken von Fucoiden. An einer Stelle in der Valle Torta enthalten diese massenhaft Arieten, allerdings in sehr schlechter Erhaltung; darunter *Arietes* cfr. *obtusus* und *Arietes* cfr. *raricostatus*. Auch zwei Belemnitenbruchstücke fanden sich.

Die Algäuschichten beschränken sich auf die Nordhänge des M. Lapare, M. Crapene und M. Toraccia, sowie die Taleinschnitte von Valle Torta und Valle Alpisella. Sie reichen ungefähr bis zum Alpisellapasse und fehlen weiter im Osten vollständig. Sehr richtig bemerkt ROTHPLETZ von der Valle Torta: „Man möchte sich in die nördlichen Kalkalpen Bayerns versetzt glauben“ (S. 140). Und es wundert einen wirklich, daß GÜMBEL und BÖSE an der Ponte delle Capre Kößner Schichten zu sehen glaubten „mit verdrückten Exemplaren von *Terebratula gregaria*“.

Tektonischer Teil.

Überblick.

Tektonisch zerfällt das untersuchte Gebiet in drei verschiedene Teile.

I. Von Livigno bis in die Ortlergruppe hinein streicht ein einheitlich gebauter Zug, der durch seine Zusammensetzung aus wesentlich oberer Trias und sein konstantes nördliches Fallen charakterisiert ist. Da in ihm die Quellen der Adda liegen, will ich diesen Zug **die Addascholle** nennen.

II. Südlich davon, an sie angelehnt, diskordant auf sie übergeschoben, steil nach Süden einfallend, liegen die Reste einer Zone von untertriadischem Dolomit und Verrucano: **die Überschiebungsreste im Süden.**

Daran grenzt unmittelbar das **kristalline Vorland im Süden** mit einem kleinen **Triasrest bei Isolaccia.**

III. Im Norden liegt auf der Addascholle, diese überdeckend, ein übergeschobenes[1]) Gebirge: **Die Deckschollen im Norden.** Wie wir sehen werden, liegen **zwei** solche Schollen übereinander.

I. Die Addascholle.

Die Zone von Rhät-Lias-Gesteinen, die vom Piz Blaisum bis zum Spöl streicht, findet in unserem Gebiete am M. Lapare nördlich von Livigno ihre unmittelbare Fortsetzung. Diese Zone erstreckt sich nach Osten hin zunächst vom M. Lapare bis zum M. Pettini; dann verschwindet der Lias allmählich, das Rhät aber können wir kontinuierlich bis in die Ortlergruppe weiterverfolgen. Schon auf THEOBALDS Karte ist dies im allgemeinen richtig dargestellt; nur erstreckt sich dort der Lias viel zu weit nach Osten, während umgekehrt das Rhät viel weiter reicht, als er es gewußt.

Betrachten wir zunächst das Stück vom Spöl bis zum M. Pettini. Steil sehen wir auf der Westseite des M. Lapare die Kössener nach Norden fallen. Über sie legt sich, den Nordhang des Berges bildend, der Lias. Gehen wir von Ponte delle Capre, in der Nähe der Einmündung von Valle Torta in den Spöl, dem Bache entlang aufwärts, so haben wir hier in den Liasschiefern[2]) das gleiche Bild einer weitgehenden Faltung und Fältelung vor uns, wie es ZOEPPRITZ weiter im Westen beschreibt. Auf der rechten Bachseite reicht der Lias noch eine Strecke weit den Südhang des M. del Ferro hinauf; dann aber legt sich, in sich selbst wohl mehrfach geschuppt, direkt der obertriadische Dolomit dieses Berges darüber. Es ist dies die gleiche Überschiebung wie in der Val Trupchum und Valle Viera. Diese Verhältnisse lassen sich, im wesentlichen stets die gleichen bleibend, vom M. Lapare über den M. Crapene, M. Toraccia bis zum M. Pettini verfolgen. Anfangs nimmt das Rhät die Kammlinie ein und bildet den Südabfall dieses Bergzuges. Dann aber wird es von der Scharte 2718 an ganz auf die Südseite gedrängt, während der Lias bis zum Gipfel des M. Pettini und auch noch auf dem

---

[1]) Ich unterscheide nach ZOEPPRITZ' Vorgang zwischen übergeschoben, d. i. eine Masse, die über eine andere hinübergeschoben worden ist, und überschoben, d. i. eine Masse, über die eine andere hinübergeschoben worden ist.

[2]) Nicht Rhät, wie GÜMBEL und BÖSE angeben!

von ihm nordöstlich ausstrahlenden Kamme die Grathöhe behauptet. Die Nordhänge dieser Berge bestehen aus Lias; Valle Alpisella, der Alpisellapaß mit seinen Seen, den Quellen der Adda, und Valle Bisella sind darin eingeschnitten. Im Norden aber liegt stets darüber der Dolomit des M. del Ferro und seines östlichen Ausläufers.

Ein Wechsel vollzieht sich nur insofern, als das Liaskonglomerat und die Algäuschichten nach Osten zu verschwinden.

Fig. 1.
Blick vom M. Lapare auf die Falten des M. Toraccia.

Auf den westlichen steilen Abhängen des M. Toraccia sind die Schichten in großartiger Weise in mehrere eng aneinander gepreßte Falten gelegt; das allgemeine Fallen bleibt dabei Nord. Eine dicke, hell anwitternde Rhätbank macht die Erscheinung besonders deutlich. (Fig. 1.) Diese großartige Zusammenstauchung erkennt man schon auf der Ostseite des M. Crapene, wo die rhätischen Kalkbänke unregelmäßig bald nach Norden fallen, bald nach Süden herunterbiegen; in ihrem vollen Maße beschränkt sie sich aber auf den M. Toraccia und das unmittelbar östlich daran anschließende Kammstück; so begegnen wir in der Umgebung des P. 2779 einem regel-

losen Wechsel von Rhät und Lias, bald nördlich, bald südlich fallend, als Umbiegungsstelle eng gepreßter Antiklinalen. Weiter im Osten dann, auf der Südostseite des vom M. Pettini nordöstlich ausstrahlenden Kammes, sehen wir als Fortsetzung jener weitgehenden Faltung am M. Toraccia nur mehr eine kurze, enggepreßte, nach Süden übergelegte antiklinale Auf-

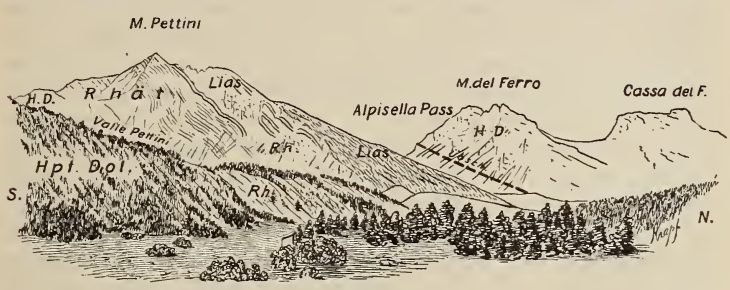


Fig. 2.
Blick aus der Valle di Fraele auf M. Pettini und die Überschiebung des M. del Ferro.

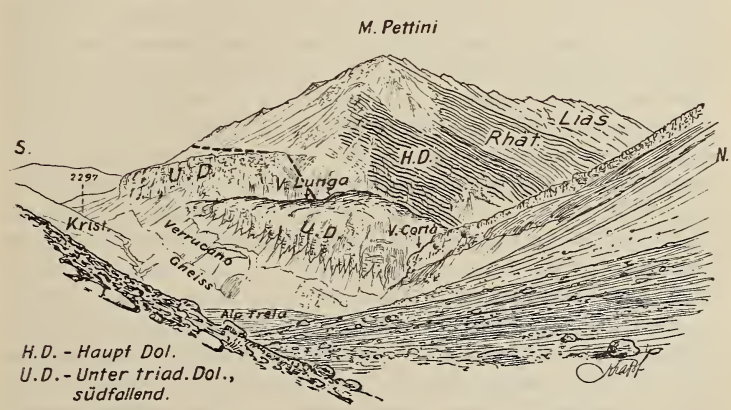


Fig. 3.
Blick von SO auf M. Pettini mit den südlich vor der Addascholle liegenden Überschiebungsresten.

wölbung. (Fig. 2.) Auch hier tritt diese Erscheinung durch die sich vorzüglich abhebende oberste Rhätbank schon aus weiter Ferne deutlich hervor.

Man sollte erwarten, unter den rhätischen Schichten des Bergzuges M. Lapare bis M. Pettini den liegenden obertriadischen

Dolomit hervortreten zu sehen. Statt dessen treffen wir nur an wenigen Stellen einen schmalen Streifen Verrucano und Muschelkalk-Dolomit zwischen Rhät und Kristallin, in anormalem Verbande, wie wir später sehen werden. Erst am M. Pettini selbst taucht ziemlich plötzlich unter dem Rhät Hauptdolomit auf. (Fig. 2 u. 3.) Er bildet die linke Talseite von Valle Lunga; seine direkte Überlagerung durch Rhät ist längs der ganzen Grenze, die sich dem Fallen entsprechend ziemlich schnell gegen die Valle Pettini hinuntersenkt, gut und vollständig einwandfrei zu beobachten. Am SO-Grat des M. Pettini enthält er noch 2 kleine sekundäre Rhätmulden. Dieser Dolomit findet jenseits der Valle Pettini seine direkte Fortsetzung, baut — stets nach Nord fallend — den langen vielgipfligen Zug der Cime di Plator und des M. delle Scale auf und zieht sich weiterhin, nur durch den Addadurchbruch getrennt, mit dem Cristallokamme beginnend, in die Ortlergruppe hinein. Überlagert wird dieser Dolomit fort und fort — auch in der Ortlergruppe — von rhätischen Kalken, während das höhere Glied, der Lias, östlich von der Valle Pettini (soweit wir ihn dort überhaupt noch als vorhanden annehmen dürfen) sehr bald völlig verschwindet. Die Rhätkalke bleiben zunächst unten in der Valle di Fraele und steigen nur wenig die beiderseitigen Hänge hinauf. Sie stehen — wie auch der unterlagernde Dolomit — in unmittelbarem Zusammenhange mit dem von Lias überlagerten Rhät des M. Pettini. Dieser Zusammenhang ist in der Natur so klar und selbstverständlich, daß er nur darum noch einer besonderen Betonung bedarf, weil er von Rothpletz in Abrede gestellt wird (S. 146). In der Valle Pettini ist der kontinuierliche Zusammenhang nur durch Schutt unterbrochen — im Bachbette selbst treffen wir Anstehendes. Westlich des Tälchens und östlich, in den Osthängen des M. Pettini und am Nordfuße der Cima di Scopa, beobachten wir die unmittelbare Auflagerung auf dem Dolomit; auf beiden Seiten liegen sofort über dem Dolomit die „herbstlaubfarbenen“ Schieferletten. Und ununterbrochen vermögen wir, immer am untersten Nordgehänge der Cime di Plator, der Grenze nach Osten zu folgen, wobei die „herbstlaubfarbenen“ Schieferletten bald fehlen, bald sich wieder einstellen. Auch die Rhätkalke der Talsohle lassen sich unter den Alluvionen des weiten grünen Talbodens von Fraele, rings um die Einmündungsstelle des Pettinibaches in die Adda hier und dort zum Vorschein kommend, bis an die Hänge des M. Pettini verfolgen. Und wenn es noch eines weiteren Dokumentes für den Zusammenhang bedarf, so ist es die Tatsache,

daß auch die Hornsteinkalke der Nordhänge des M. Pettini noch ein Stück weit in die Valle di Fraele hineinreichen.

ROTHPLETZ (S. 146) trennt Hauptdolomit und Rhät des M. Pettini von dem der Cima di Scopa (Cime di Plator) und der Valle di Fraele durch eine tektonische Linie, seine „südliche Randspalte"; denn er verbindet die Störungslinie an dem Fuße des M. Pettini ganz unmotivierterweise mit dem kristallinen Rest unter dem M. Solena. In Wirklichkeit aber streichen auf dieser ganzen Strecke die Gesteine über die angenommene Verwerfung hinweg; die Störungslinie am M. Pettini nimmt, wie wir später sehen werden, weiterhin einen ganz anderen Verlauf; sie geht südlich, nicht nördlich, unter den Cime di Plator hindurch, ohne den Zusammenhang von M. Pettini und Cima di Scopa, bzw. Cime di Plator, auch nur im geringsten zu stören.

Die Rhätkalke der Valle di Fraele reichen am nördlichen Talgehänge ein Stück in die Höhe. Darüber liegt, ebenfalls nördlich fallend, Dolomit — die Fortsetzung des Dolomits vom M. del Ferro. Während er aber dort über den Lias übergeschoben ist, liegt er hier bereits normal — oder annähernd normal — auf dem Rhät. Mag er auch oberhalb Presure noch etwas auf die Hornsteinkalke hinaufgeschoben sein, so stellen sich doch schon östlich vom Lago Cornacchia zwischen den Kalken und dem Dolomit die „herbstlaubfarbenen" Schieferletten ein, die wir von der Basis des Rhät kennen. Freilich sehen wir auch hier — die Stelle liegt am Fuße der ersten westlichen, großen, wilden Rinne, die den Sockel des M. Cornacchia durchfurcht — den Dolomit noch etwas über das Rhät hinübergeglitten; die untersten Dolomitbänke biegen nach Süden herunter und erscheinen geschleppt; aber diese Bewegung ist doch nur mehr von ganz untergeordneter Bedeutung. In der Gegend der Valle Cancano ist der Muldenbau ganz regelmäßig. Über den letzten obersten Rhätbänken liegen dort die gleichen „Plattenkalke" wie am Wege aus dem Valle di Fraele hinauf zum Scalapasse; darüber folgt Dolomit.

Es liegt hier also eine nach Südwest übergelegte, zusammengeklappte normale Mulde vor, während noch am M. del Ferro der hangende Schenkel über den Lias übergeschoben ist. Dieser Lias verschwindet in der Valle di Fraele; der Muldenkern besteht nur mehr aus Rhät.

Bis zu den Häusern von Cancano di fuori oder ungefähr bis dorthin, wo der Weg zum Scalapasse nach Süden abbiegt, folgt die Adda dieser Mulde; dann gräbt sie ihr Bett in tiefer, enger, unzugänglicher Schlucht in den darunterliegenden

Dolomit ein. Aber oben am linksseitigen Gehänge folgen wir der Zone rhätischer Gesteine ununterbrochen weiter nach Osten. Der Bau wird komplizierter, die Mulde ist keine einheitliche mehr. Im allgemeinen sind es zwei, durch eine Dolomitaufwölbung mehr oder weniger getrennte Mulden. (Vgl. zu folgendem Fig. 7.)

Die untere verläuft über Grasso di Solena und hebt dann ein Stück weit aus. Aber unten an der Brücke über den Bach der Valle Forcola (1814 m) stehen wieder rhätische Kalke und Mergel an, und diesen vermögen wir unter den Steilabstürzen der Corne di Pedenollo und mitten in den aus dem Brauliotale nördlich aufsteigenden Wänden zu folgen, bis der Braulio und mit ihm die zum Stilfser Joch führende Straße so weit emporgestiegen sind, daß die rhätischen Kalke wieder die Talsohle erreichen. Sie bilden in den wilden, sonst unbegehbaren, steilen Wänden eine begrünte Terrasse, auf der die kleinen Hüttchen des Campo dei Fiori und Baitello Radisca liegen. Ein schlechter exponierter Steig durchzieht auf ihr die hohen Wände.

Die obere Rhätzone zieht aus der Valle di Fraele über Gli Al im Bogen unten um den M. Solena herum. Im Taleinschnitt der Valle Forcola, der eine weitgehende Zusammenstauchung besonders des liegenden Dolomits aufschließt, sehen wir sie in die Tiefe setzen. Sie überqueren das Tal — auch im Bachbett stehen sie an — und setzen auf der anderen Talseite fort. Sie erreichen knapp die Kante des Piano di Pedenollo, oben auf dem Plateau selbst sind sie zunächst verschwunden: die Mulde hebt aus. Aber am Südende des Plateaus treffen wir sie wieder[1]). Es mag vielleicht wunderbar erscheinen, daß gerade im tiefen Einschnitt der Valle Forcola

---

[1]) Rothpletz (S. 150) hält die Kalke in der Valle di Forcola und auf dem Piano di Pedenollo für Muschelkalk, eine Auffassung, der ich mich nicht anschließen kann. Petrographisch besitzen sie zwar eine ziemliche Ähnlichkeit mit gewissen Muschelkalkvorkommnissen, z. B. in der Lischanna-Gruppe (um von den Schichten an der Basis des Ortlerdolomits im Suldentale nicht zu reden, weil mir dort die Lagerungsverhältnisse noch ziemlich unaufgeklärt scheinen). Ebensogroß ist aber auch die äußere Ähnlichkeit mit gewissen Thitonkalken der Lischanna-Gruppe! Man sieht, wie vorsichtig man in der Verwertung solch äußerlicher Ähnlichkeiten sein muß. Andererseits aber gleichen sie doch durchaus den Kalken der Valle di Fraele, denen an der Stilfser Jochstraße, an der Naglerspitze und an anderen Orten. Sie lassen sich auch, das sei ausdrücklich betont, im Streichen ununterbrochen in die Rhätzone der Valle di Fraele verfolgen. Außerdem treffen wir auf der linken Talseite der Valle Forcola die charakteristischen rhätischen Mergelbänke in ihnen.

die Mulde erhalten geblieben und auf den bedeutend höher gelegenen Piano di Pedenollo aushebt. Wir können uns aber sehr wohl ein schnell sich änderndes Heben und Senken der Muldenachse vorstellen; ja wir müssen dies in so gestörten Gebieten a priori stets gewärtigen; besonders hier an dieser Stelle, wo uns durch den Einschnitt der Valle Forcola die weitgehendste Schichtenzusammenstauchung entblößt wird.

Von der Südwestecke des Piano di Pedenollo steigen wir auf den Rhätkalken auf dem alten zu den verlassenen Eisenminen führenden Wege nach Osten die Wiese empor; die Kalke bilden auch den obersten Teil der steilen Südwände. Später bleiben sie unter dem Wege und vereinigen sich unter den Corne di Radisca mit der unteren Rhätzone. Der Dolomit, der in der steilen Wand die beiden Zonen trennt, ist sehr zerrüttet, stark gefaltet und von wechselnder Mächtigkeit, ebenso wie die Rhätkalke auch. Diese schwellen stellenweise zu großer Mächtigkeit an. Die Wände selbst sind unbegehbar; man vermag aber die dünnbankigen Rhätkalke, die von weitem als einheitliche, geschlossene, klotzige, glatte Wandpartien erscheinen und durch dunkle und gelbliche Verwitterungsfarbe auffallen, wenn man es einmal weiß, ganz gut von dem Dolomit zu unterscheiden. Schon von der Stilfser Jochstraße aus kann man diese Verhältnisse trotz der großen Verkürzung ganz gut erkennen; besser natürlich von einem höher gelegenen und weiter entfernten Standpunkte aus.

Oberhalb der Talstufe von Spondalunga erreichen die Rhätkalke den Boden des Brauliotales. Hier wölbt sich wieder ein Sattel von Dolomit empor, so daß die Mulde wieder gedoppelt erscheint. Prächtig ist dies am nördlichen Talgehänge, oberhalb der neuen II. Cantoniera, aufgeschlossen. (Fig. 7 und Fig. 19, Prof. X.) Die untere dieser Mulden hebt aus, die obere überquert Bach und Straße und setzt unter Filone Mout in den Südabfall der Naglerspitze fort. Freilich verdecken Schutt, Straße und Moränenmaterial den unmittelbaren Zusammenhang fast vollständig.

Die Fortsetzung dieser Rhätkalke jenseits des Braulio fällt nicht mehr in den Rahmen unserer Untersuchungen und wird von Dr. Hammer dargestellt werden, soweit es nicht schon in seiner vorläufigen Mitteilung über die Neuaufnahme der Ortlergruppe geschehen. Erwähnt sei nur, daß sie sich weit in die Ortlergruppe hinein verfolgen lassen.

Unterhalb jener Rhätzone ist das Tal des Braulio bis zu seiner Vereinigung mit der Adda in den darunterliegenden obertriadischen Dolomit eingeschnitten, der

ununterbrochen steil nach Norden fällt. Dort, wo die Straße aus der NO—SW- in die N—S-Richtung, aus dem Braulio- in das Addatal umbiegt, sind, durch den Straßenbau aufgeschlossen, kleine Partien von dunklen, bläulichen, dünnbankigen Kalken in den Dolomit eingequetscht. Sechsmal wechseln auf kurzer Strecke Kalk und Dolomit, jedesmal durch Rutschflächen voneinander getrennt. Ihrem ganzen Habitus nach können es nur Rhätkalke sein, keine normalen Kalklagen, wie sie ja auch häufig in der Obertrias auftreten. Solch eine Einlagerung durchzieht in ʔ-Krümmung den ganzen Osthang des M. delle Scale. Sie bildet den Quellhorizont für die sogenannte „Addaquelle". Unten an der Adda selbst, nahe dem Vereinigungspunkt mit dem Braulio, schwellen sie zu ziemlicher Mächtigkeit an; griffelige Mergel und dünnplattige Kalke, wie Rhätkalke aussehend, stellen sich ein. Es ist schwer zu entscheiden, ob hier außer der normalen Einschaltung auch noch eine Einfaltung von Rhät vorliegt.

Nach der Vereinigung mit dem Braulio durchbricht die Adda in nordsüdlichem Laufe die mächtigen Dolomitmassen. Auch der Boden der tiefen Schlucht liegt nur in Dolomit.

Fassen wir die bisherigen Beobachtungen zusammen: Vom Spöl bei Livigno bis hinein in die westlichen Berge der Ortlergruppe verfolgen wir eine einheitlich gebaute Zone, deren Schichten stets nach Norden fallen, die „Addascholle". In ihrem westlichen Teil besteht sie aus Rhät und Lias, über dem im Norden obertriadischer Dolomit übergeschoben liegt. In ihrem östlichen Teil — und zwar ist dies die größere Hälfte — stellt sich südlich unter dem Rhät als normales Liegendes obertriadischer Dolomit ein. Gleichzeitig verschwindet der Lias, der im Westen noch über dem Rhät liegt; der obertriadische Dolomit im Norden kommt als normaler hangender Muldenschenkel isoklinal über das Rhät zu liegen. Die Mulde ist nicht mehr einheitlich, sondern, im allgemeinen, gedoppelt durch eine Dolomitaufwölbung.

Dieser regelmäßige Faltenbau wird, wie wir später sehen werden, im Norden abgeschnitten durch eine Überschiebung.

Von den Stellen, wo unter dieser Überschiebung die Addascholle auch auf der Nordseite des schweizer-italienischen Grenzkammes zutage kommt, soll später die Rede sein.

II. Die Überschiebungsreste im Süden.

Im Süden sollte man unter der Obertrias der Addascholle zwischen ihr und den „Casannaschiefern“ die ältere Trias inkl. Verrucano erwarten, so wie es THEOBALD, der es gar nicht anders für möglich hielt, auch auf seiner Karte dargestellt hat. In Wirklichkeit aber reichen die obertriadischen Gesteine — was schon STUDER wußte — auffallend nahe an das Kristalline heran, und nur an wenigen Stellen finden wir dazwischen schmale Zonen von älterer Trias. Diese bildet aber keineswegs das Liegende des jüngeren Dolomits; niemals unterteuft sie diesen; sie stößt vielmehr mit steilem südlichen Fallen diskordant an den nordfallenden obertriadischen Dolomit oder sogar direkt an die rhätischen Schichten. Es ist der Rest eines stark verdrückten, nach Norden übergeschobenen Mittelschenkels, des Südschenkels einer Synklinale, oder, was das gleiche ist, des Nordschenkels einer Antiklinale. Denn auf diesem südfallenden Dolomit treffen wir noch Reste von Verrucano und Kristallin.

Den klarsten Einblick in diese Verhältnisse gewähren die Aufschlüsse südlich unter dem M. Pettini und der Cima di Scopa. Hier liegt, steil nach Süden fallend, stellenweise senkrecht stehend, Gneis (nicht Quarzitschiefer, ROTHPLETZ), Verrucano (+ Buntsandstein) und untertriadischer Dolomit. Dieser Dolomit stößt scharf an dem nordfallenden obertriadischen ab, wie im Einschnitt der Valle Corta deutlich zu sehen (Fig. 4 und Fig. 7, Prof. IV); die Grenze verläuft östlich von dieser Schlucht in einer Rinne, westlich trennt Valle Lunga den nord- und den südfallenden Dolomit. Unter dem Gratstück zwischen den Punkten 2991 und 2944 springt eine Felsbastion spornartig nach Süden vor. Auch sie besteht aus südfallendem untertriadischen Dolomit, der sich, von weitem gesehen, sehr gut von dem obertriadischen Dolomit abhebt. Oberhalb dieses Pfeilers liegt eine Terrasse. Auf ihr treffen wir Reste von kristallinen Schiefern und Verrucano. Dieses Kristallin und der Verrucano liegen also auf dem Dolomit; sie setzen nicht in die Tiefe, trennen nicht etwa die beiden Dolomite; wenn dies der Fall wäre, so müßte es seitlich irgendwo zu sehen sein; wir können sie nur mit dem Verrucano und dem Kristallin, das südlich vor der unteren Terrasse liegt, in Verbindung bringen (Fig. 4 und Fig. 8, Prof. V). Westlich von diesem Sporn, gegen Valle Corta zu, unter den Wänden

der Cima di Scopa liegt eine mächtige Schutthalde. Aber wir vermögen trotzdem einen schmalen Verrucanostreifen unter der Südwand der Cima di Scopa wahrzunehmen; der untertriadische Dolomit bleibt größtenteils in der Tiefe und kommt kaum zutage.

Westlich von Alp Trela setzt dieser Zug von steil südfallendem Dolomit, Verrucano und Gneis in gleicher Weise in den Südhang des M. Pettini fort (Fig. 3 und Fig. 6, Prof. II und III). Der südfallende Dolomit bildet den Rücken, der Valle Lunga von Alp Trela trennt, über den die Bocchetta Valle Lunga führt.

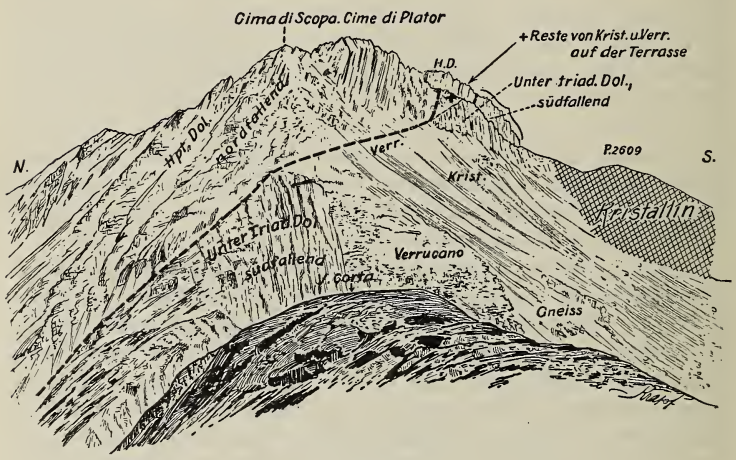


Fig. 4.

Blick von W auf Cima di Scopa und die südlichen Überschiebungsreste. Der nordfallende Hauptdolomit und der darangelehnte südfallende untertriadische Dolomit sind scharf voneinander geschieden.

Der südfallende untertriadische Dolomit reicht viel weiter nach Westen als der unter dem Rhät herauskommende, nordfallende obertriadische; dieser verschwindet nach Westen hin und fehlt schließlich vollständig zwischen Rhät und Untertrias. Am M. Pettini, wo der obertriadische Dolomit zu verschwinden beginnt, liegt über den steilen Wänden des untertriadischen eine ziemlich ebene und breite Terrasse. Ich erkläre mir ihre Bildung durch den großen Unterschied in der Verwitterbarkeit von Rhät und Dolomit, begünstigt durch das Einfallen der Schichten. ROTHPLETZ erwähnt auf dieser

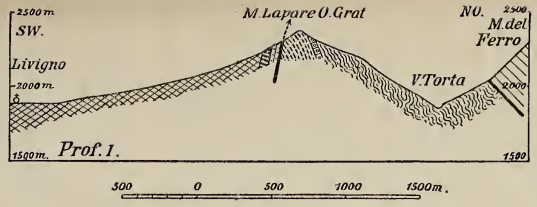


Fig. 5.

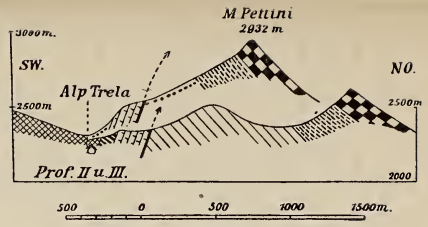


Fig. 6.

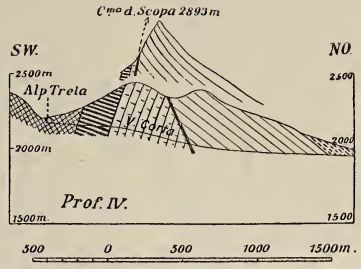


Fig. 7.

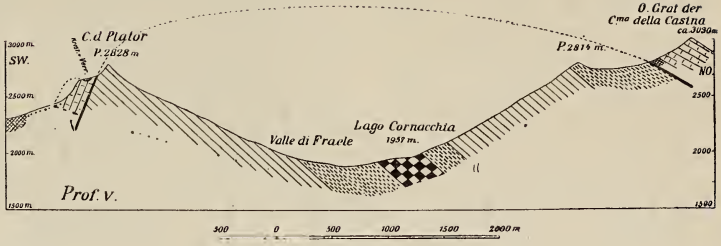
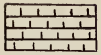
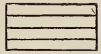


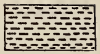
Fig. 8.

Kristallin

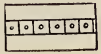
Verrucano


Untertriadischer Dolomit, bzw. Triasdolomit allgemein

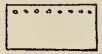

Obertriadischer Dolomit


Rhät

Algäuschichten


Liasbreccie

Hornsteinkalk des Lias


Schutt

Überschiebungslinien

Terrasse anstehenden Buntsandstein. Ich habe seit der ROTHPLETZschen Veröffentlichung diese Stelle nicht mehr besucht, habe seinerzeit aber keinen anstehenden Buntsandstein (oder Verrucano) gesehen, und habe die Blöcke, die man davon dort oben findet, für erratisch gehalten. Möglich wäre es indes sehr wohl, daß er dort ansteht. Wir hätten dann ein vollständiges Analogon zu der Terrasse im Südhang der Platorkette. Doch möchte ich mich ausdrücklich dagegen wenden, daß ROTHPLETZ, lediglich seiner postulierten Verwerfung zuliebe, diesen Buntsandstein in die Tiefe fortsetzen läßt (vgl. ROTHPLETZ, Fig. 66). Wenn dies der Fall wäre, dann würde der Buntsandstein auf dem Hange, der sich von der Terrasse in die Valle Lunga senkt, oder sonstwo am Gehänge zu beobachten sein.

Die Linie, welche auf der Terrasse des M. Pettini — ob noch etwas Buntsandstein dort oben ansteht oder nicht, ist für die prinzipielle Auffassung gleichgültig — den süd- und den nordfallenden Dolomit trennt, ROTHPLETZ' „südliche Randspalte", nach mir eine Überschiebungslinie, läuft also, wie wir gesehen, unter den Südwänden der Cima di Scopa und der Cima di Plator weiter. ROTHPLETZ hat die Aufschlüsse in der Umgebung von Alp Trela teils falsch gedeutet, teils nicht gekannt; so kam er dazu, die rhätische Randspalte vom M. Pettini an, statt südöstlich, nordöstlich in die Valle di Fraele laufen zu lassen und dadurch einen in der Natur nicht vorhandenen Schnitt zu machen. Der südfallende Verrucano und untertriadische Dolomit bei Alp Trela sollen nach ROTHPLETZ das normale Liegende der obertriadischen Dolomite der Cima di Scopa (Plator) bilden; die südfallenden bzw. beinahe senkrecht stehenden Dolomitbänke sollen sich „allmählich neigen" und aus dem Südfallen in Nordfallen übergehen (S. 145 und Prof. 69). Davon ist aber in Wirklichkeit nichts zu sehen. Süd- und nordfallender Dolomit stoßen an einer scharfen Linie aneinander ab, und nördlich dieser Linie steht der nordfallende Dolomit des M. Pettini mit dem der Cima di Scopa (und der Cime di Plator) in direktem Zusammenhange; und ebenso das den Dolomit überlagernde Rhät.

Am M. Pettini sehen wir den unter dem Rhät liegenden Dolomit nach Westen hin verschwinden und die Untertrias unmittelbar an das Rhät angrenzen. Freilich, der direkte Kontakt ist durch Schutt verdeckt. Den untertriadischen Dolomit aber verfolgen wir am nördlichen Talgehänge der östlichen Valle Trela hinüber in das der westlichen Valle

Trela[1]), bis zu einem Punkte, der in der Fallinie unter der Scharte 2718 liegt. Der Verrucano und der eng mit ihm verknüpfte Gneis reicht nur bis zum Sattel 2297, der die beiden Valle Trela verbindet. Weiter westlich steht nur in einer kleinen Rinne bei ca 2300 m, also in gleichem Niveau wie auf dem Sattel, etwas Gneis und Verrucano an. Der Dolomit fehlt ganz. Es mag aber sein, daß er zum Teil unter den mächtigen Schutthalden verborgen liegt. Am Ausgang der westlichen Valle Trela grenzen die intensiv gefalteten rhätischen Kalke direkt an das Kristallin. Jenseits des Baches jedoch, der von Trepalle kommt, am Südosthange des M. Crapene, unter seinem Ostgrate, steht wieder Gneis, Verrucano und ganz wenig Dolomit an, direkt an das Rhät angrenzend. Sie verschwinden aber schnell nach Westen zu (oder sie sind unter der Grasdecke verborgen), und erst, wenn wir den vom M. Crapene südlich abzweigenden Kamm überschritten, treffen wir sie wieder. Unter dem nordfallenden Rhät des M. Lapare liegt noch einmal ein Streifen deutlich südfallender, sehr steil gestellter, untertriadischer Dolomit und darunter etwas Verrucano und Gneis (Prof. I Fig. 5).

Untersuchen wir, von Alp Trela aus nach Osten gehend, den Fuß der Südwände der Cime di Plator: P. 2944 entsendet einen kurzen Ausläufer nach Süden. Er besteht in seinem unteren Teil aus südfallendem untertriadischen Dolomit, angelehnt an den nordfallenden. Verrucano fehlt. Der Zusammenhang mit der oben erwähnten Felsbastion ist ohne weiteres ersichtlich: Die Wand zwischen beiden bildet einen einspringenden Winkel; im Innern dieses Winkels kommt hinter dem untertriadischen der obertriadische Dolomit zutage. Weiter nach Westen zu liegt zunächst nur Schutt unter den Wänden von 2728 und 2910. Der untertriadische Dolomit ist wohl entweder durch Erosion entfernt oder zum Teil unter Schutt verborgen. Am Fuße der Südwand von P. 2753, die auffallend weit nach Süden vorspringt, treffen wir ihn wieder. Ihn hier genau vom nordfallenden obertriadischen abzugrenzen, ist schwer. Verrucano fehlt, die „Casannaschiefer“ grenzen direkt an den Dolomit. Wenn wir aber den Kontakt untersuchen, dann sehen wir dort weitgehende Zertrümmerung des Dolomits, Reibungsbreccien, fein zerriebenen und wieder zemen-

[1]) Für die beiden Täler, die sich von dem Sattel 2297, dem Übergang von Alp Trela nach Trepalle, nach Westen und nach Osten hin senken, findet sich auf den verschiedenen Karten nur der eine Name „Valle Trela“; um sie zu unterscheiden, nenne ich das eine die westliche, das andere die östliche Valle Trela.

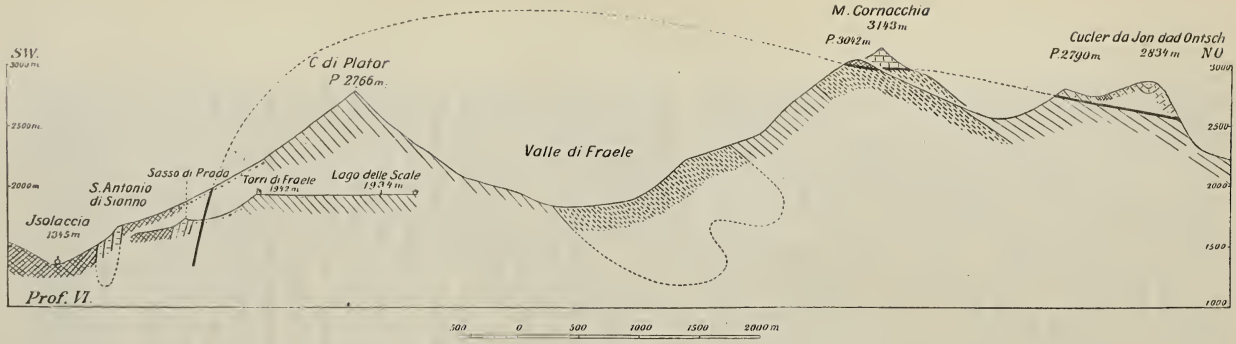


Fig. 9.

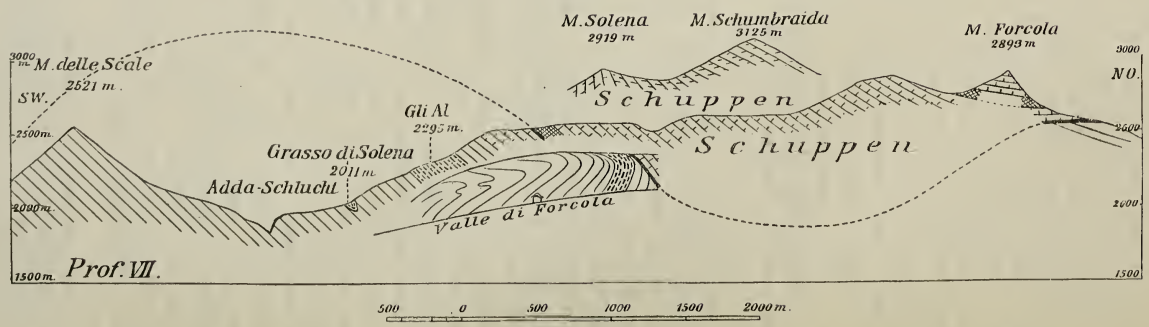
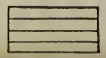
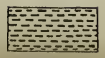


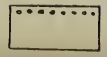
Fig. 10.

Kristallin

Untertriadischer Dolomit, bzw. Verrucano mit Porphyrein


Obertriadischer Dolomit


Rhät


Schutt

Überschiebungslinien

tierten Dolomit und Rutschflächen als Zeugen von gewaltiger Ausquetschung und Verrutschung. Der Südfuß von 2760 und die ganze Strecke unter dem M. delle Scale ist von mächtigen Schutthalden mit dichtem Latschenbestand überkleidet. Nur unterhalb des Passes delle Scale, beim Sasso di Prada, steht ein schmaler Streifen untertriadischen Dolomits an (Prof. VI).

Gute Aufschlüsse bieten erst wieder die Terrassen am M. delle Scale oberhalb Premadio (Fig. 11, 12 u. Prof. VIII Fig. 13). Zweimal folgt dort Untertrias und Verrucano übereinander. Der untertriadische Dolomit — zum Teil gipsführend — bildet die Steilwände, der Verrucano liegt auf den Terrassen. Alles

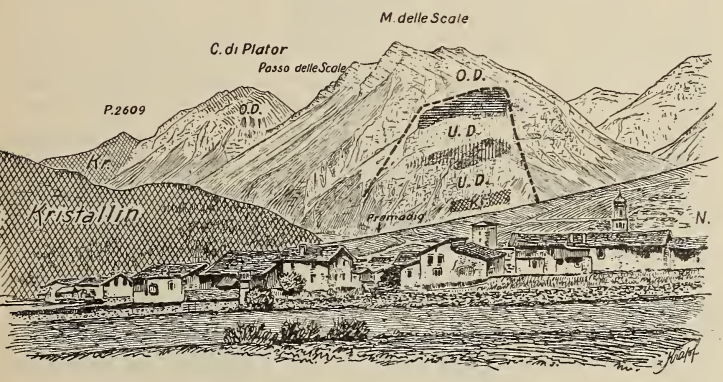


Fig. 11.

Blick von Bormio auf die Terrassen im M. delle Scale oberhalb Premadio. (Zeichenerklärung siehe auf Fig. 12, S. 245.)

zeigt Spuren starker Pressung; Rutschflächen und Reibungsbreccien, auch zwischen Verrucano und Dolomit, sind außerordentlich häufig. Der Verrucano liegt unzweifelhaft auf dem Dolomit, er schwimmt und setzt nicht etwa in die Tiefe; sonst würde er doch am Ostgehänge gegen die Adda hinunter zum Vorschein kommen! Am allerschönsten zeigt sich dies auf der oberen Terrasse. Sie endet im Osten mit einer Steilwand, und diese Steilwand besteht nur aus Dolomit. Also nicht etwa Staffelbrüche liegen hier vor, sondern ein regelrechter, wenn auch stark verdrückter übergeschobener Faltenschenkel, bestehend aus untertriadischem Dolomit und Verrucano in verkehrter Lagerung. Die Grenze gegen den nordfallenden Dolomit läßt sich zwar nicht haarscharf angeben, wie das ja immer seine Schwierigkeiten hat, wo Dolomit auf

Dolomit zu liegen kommt; außerdem wirkt wieder die Schutt- und Latschenbedeckung verschleiernd.

Auf der anderen Talseite der Adda, hoch über der Straße, oberhalb der alten Bäder, ungefähr in gleicher Höhe mit den Terrassen im M. delle Scale liegt ebenfalls wieder Verrucano schwimmend mitten im Dolomit, ohne in die Tiefe zu setzen; ein Analogon zu den Terrassen oberhalb Premadio.

Die Nachrichten, die wir HAMMER (1902) über die Südseite des Cristallokammes verdanken, sprechen dafür, daß sich die gleichen Verhältnisse auch weiter nach Osten fortsetzen. Ich erkläre mir auf diese Weise das Erscheinen von Phylliten über einem Gipslager, die mehrmalige Wiederholung von Trias und Kristallin und den südfallenden Dolomit am Fuße der Südwände des Cristallokammes. Nach HAMMER freilich läuft dort ein Bruch, resp. ein System von Staffelbrüchen, seine Zebrulinie. Er hat sie vom Königsjoch bis nach Bormio verfolgt. Von Bormio setzt diese Linie, wie wir gesehen, nach Westen bis Livigno fort. (Daß sie auch noch weiter zu verfolgen ist, zeigen ZOEPPRITZ' Untersuchungen.) Sie ist für mich keine Bruch-, sondern eine Überschiebungslinie, und daran möchte ich trotz HAMMERS Widerspruch (Verh. d. k. k. Geol. Reichs-Anst. Wien 1907, Nr 9) festhalten. Bei den tatsächlichen Verhältnissen, wie sie in unseren Gegenden vorliegen, kommen wir mit der Annahme von Brüchen nicht aus. Wie wollen wir damit das Schwimmen des Verrucano und Kristallin auf dem Dolomit erklären? Lägen wirklich Brüche vor, dann müßten Verrucano und Kristallin, die zwischen — aber nicht „eingeklemmt"! — dem untertriadischen Dolomit und dem obertriadischen der Addascholle lagern, in die Tiefe setzen. Wäre dies der Fall, so würden wir es auf den seitlichen Anschnitten sehen können.

Daß die Linie Livigno—Bormio und weiterhin bis zum Königsjoch die Falten der Addascholle und des Ortlergebirges schräg abschneidet, steht meines Erachtens der Annahme einer Überschiebungslinie nicht im Wege. Das Erscheinen von immer älteren Schichten längs dieser Überschiebungslinie von Westen nach Osten, das immer höhere Emportauchen des Dolomits vom Plator-, Scala- und Cristallokamm erklärt sich recht gut durch die allmähliche Hebung der Adda- und Ortlerscholle, die von Westen nach Osten fortschreitet.

Die Überschiebungsfläche selbst steht sehr steil, fällt aber doch deutlich nach Süden. Daß sie zeitweilig auch einmal nach Norden fällt — in der Valle Corta — ist dabei nichts Auffallendes. Dies ist eben nichts weiter als

eine lokale Unregelmäßigkeit, Faltung, Undulation oder dgl. in der Überschiebungsfläche. Oder sollte jemand behaupten wollen, daß eine derartige Überschiebungsfläche stets eine mathematische Ebene sein müsse? Daß Übergeschobenes und

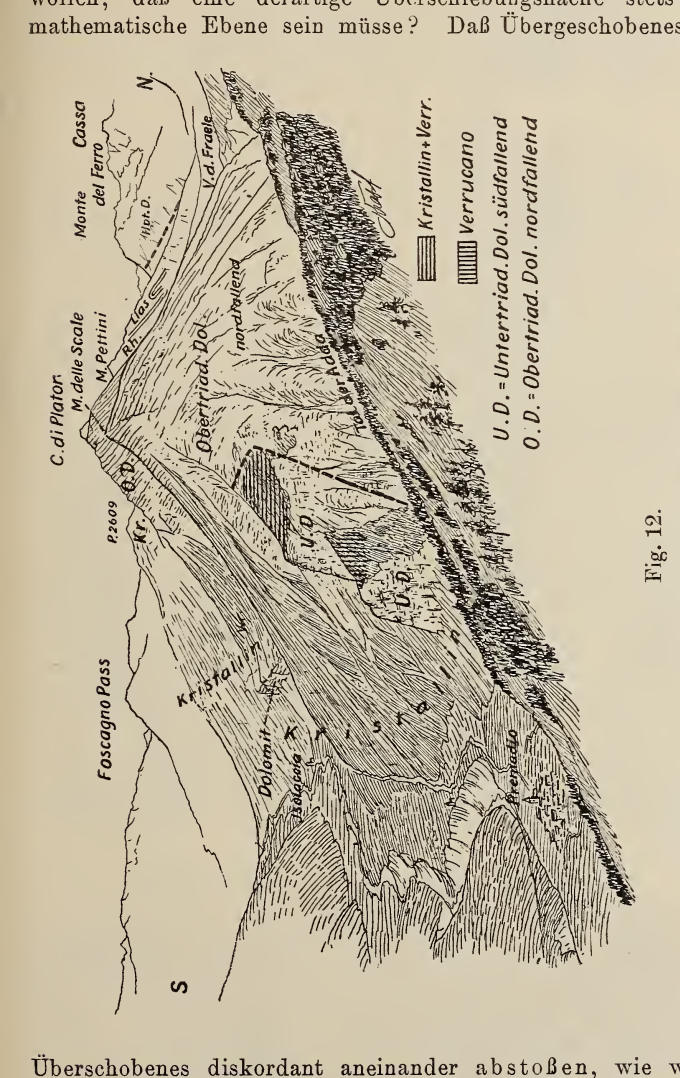


Fig. 12.
Blick von Osten auf die Terrassen oberhalb Premadio und die Dolomitwand von Isolaccia inmitten der kristallinen Schiefer.

Überschobenes diskordant aneinander abstoßen, wie wir es hier stets gesehen haben, ist eine Erscheinung, die keineswegs vereinzelt dasteht, und aus der absolut nicht ein Bruch gefolgert zu werden braucht. Und daraus doch auch nicht, daß

die Neigung der Überschiebungsfläche wenig um die Vertikale schwankt!

Daß Kristallin und Verrucano die Trias des M. delle Scale und Cristallokammes unterteufe, und diese regelmäßig dem Kristallin aufgelagert sei, wie TERMIER behauptet (S. 245) und es auf seinen Profilen zeichnet, das ist nicht der Fall.

Das kristalline Vorland im Süden.

Es fällt außerhalb des Rahmens dieser Arbeit, in den kristallinen Schiefern, deren Stratigraphie trotz mancher Versuche ja noch immer nicht ergründet ist, den Faltenbau zu entwirren. Vielleicht dürfte das überhaupt ein Ding der Unmöglichkeit sein. Sie haben ja vor der alpinen zum Teil wohl schon eine karbonische Faltung durchgemacht. Eines ist klar, daß die kristallinen Schiefer, die ja zum Teil durch tektonische Vorgänge direkt auf die untertriadischen Überschiebungsreste zu liegen gekommen, von den Ursachen, die diese Überschiebung bewirkt haben, mitbetroffen sein mußten. Wir können ferner nicht anders als uns vorstellen, daß das Gebiet südlich unserer Triasberge einstmals auch von Triassedimenten bedeckt gewesen sein mußte, daß diese Trias mit dem Kristallinen eine so heftige Faltung und Zusammenpressung erfuhr, daß daraus Überschiebungen, und zwar, wie wir gesehen, nach Norden, resultierten. In den benachbarten Gegenden, in dem von ZOEPPRITZ untersuchten Gebiete, am Berninapasse, ja selbst noch weiter im Süden bei Poschiavo, finden wir Reste von Triassynklinalen im Kristallinen als Zeugen dafür. Bei uns müssen wir annehmen, daß sie der Erosion bereits zum Opfer gefallen sind, so daß nichts mehr davon erhalten geblieben. Nur eine einzige isolierte kleine Triasscholle liegt bei Isolaccia mitten in den kristallinen Schiefern.

Die Triaseinfaltung bei Isolaccia.

Nördlich über Isolaccia, größtenteils eine senkrechte Dolomitwand bildend, liegt mitten im Kristallinen eine schmale Triaszone (Fig. 12, Prof. VI Fig. 9). Den Dolomit halte ich seiner ganzen Beschaffenheit nach, und besonders auch wegen des Vorkommens der tonig-bituminösen-brecciösen Dolomite, für untertriadisch. Die Wand nimmt nach beiden Seiten hin an Höhe rasch ab. An dem westlichen Ende der eigentlichen Wand liegt ein Gneis, wie wir ihn stets in Vergesellschaftung mit Verrucano kennen, und neben ihm etwas Dolomit. Unter-

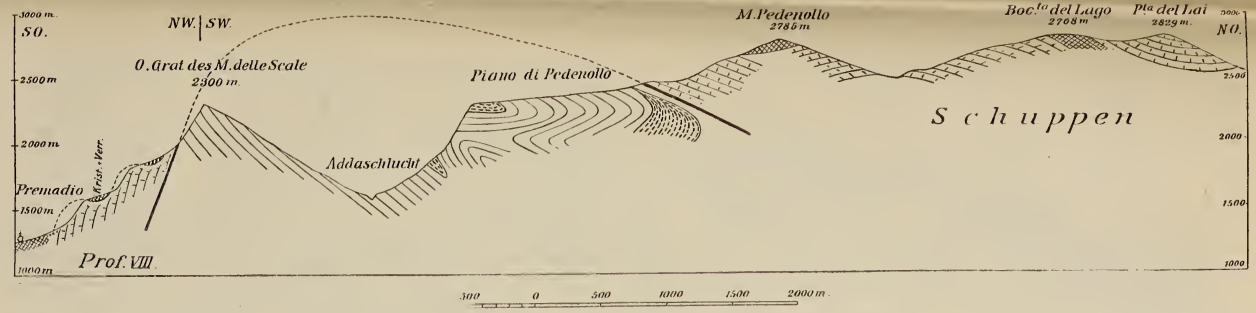


Fig. 13.

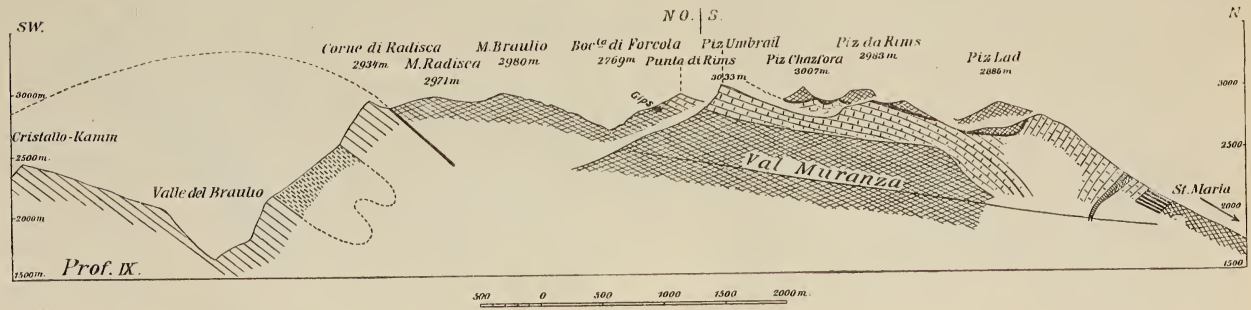
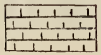
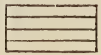


Fig. 14.

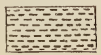
Kristallin

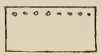
Verrucano


Untertriadischer Dolomit, bzw. Triasdolomit allgemein


Obertriadischer Dolomit

Rauhwacke


Rhät


Schutt

Überschiebungslinien

halb dieser Stelle treffen wir, zusammen mit Dolomit, bunte, metallfarbene Tonschiefer; sie ähneln sehr den rhätischen „herbstlaubfarbenen“ Schieferletten, können aber ebensogut derartige Tonschiefer sein, wie sie im Dolomit des P. Lad vorkommen. Die Grenze zwischen Dolomit und kristallinen Schiefern fällt nicht etwa mit dem Fuße der steilen Wand zusammen. Auch vor der Wand liegt noch Dolomit, und zwar fast ausschließlich die tonig-bituminösen-brecciösen Dolomite. Ringsum wird diese Zone Triasgesteine vom Kristallin umschlossen; dabei wird sie nach den Seiten zu immer schmäler. Der Dolomit ist arg mitgenommen, stark gefaltet und von Rutschflächen durchsetzt; man kann nördliches und südliches, flaches und steiles Fallen beobachten. Alles in allem kann ich mir diese Triaszone im Kristallinen nur erklären als eine schmale, spitze, sehr stark ausgequetschte Synklinale; natürlich lange nicht von der Regelmäßigkeit und Klarheit, wie man es nach THEOBALDs Darstellungen vermuten sollte. Ob diese Synklinale nach Norden oder Süden fällt, ist schwer anzugeben. Steiles Südfallen scheint mir das wahrscheinlichste.

III. Das Gebiet der Deckschollen.

Auf der Stilfser Jochstraße steigen wir in der Addascholle höher und höher hinauf, bis oberhalb Spondalunga, wo die Rhätkalke das Tal überqueren. Weiterhin bewegen sich Straße und Bach noch eine Strecke weit in Dolomit — die Talverengung „Bocca del Braulio“ — dann öffnet sich das Tal plötzlich, und wir treten in den weiten, flachen Talboden des „Piano del Braulio“. Die Trias ist verschwunden, Gneis und Phyllit sind das herrschende Gestein. Alles, was THEOBALD, TERMIER und ROTHPLETZ hier unter diesem Kristallin an „Mittelbildungen“, Verrucano und Rauhwacke erwähnen, woraus alle drei mehr oder minder eine normale inverse Lagerung konstruieren, von all dem konnte ich nichts entdecken. Bei THEOBALD nimmt dies weiter nicht wunder. TERMIERs und ROTHPLETZ' Angaben dürften auf Verwechslung beruhen[1]). Die Addascholle taucht hier unter eine

[1]) Die gelbe Rauhwacke ROTHPLETZ' bei der Ferdinandshöhe halte ich nicht für solche, sondern nur für zerriebenen Dolomit — wie er auch sonst vorkommt — unter der Überschiebungsfläche. Das analoge Vorkommen unter dem Scorluzzo habe ich nicht finden können; es sei denn, daß damit gelbe, aus den schwarzen Rhätkalken durch Druck resultierende Glimmerkalke gemeint sind; der „Streifenkalk“ dürfte wohl ins Rhät gehören (a. a. O. S. 148 u. Prof. 70).

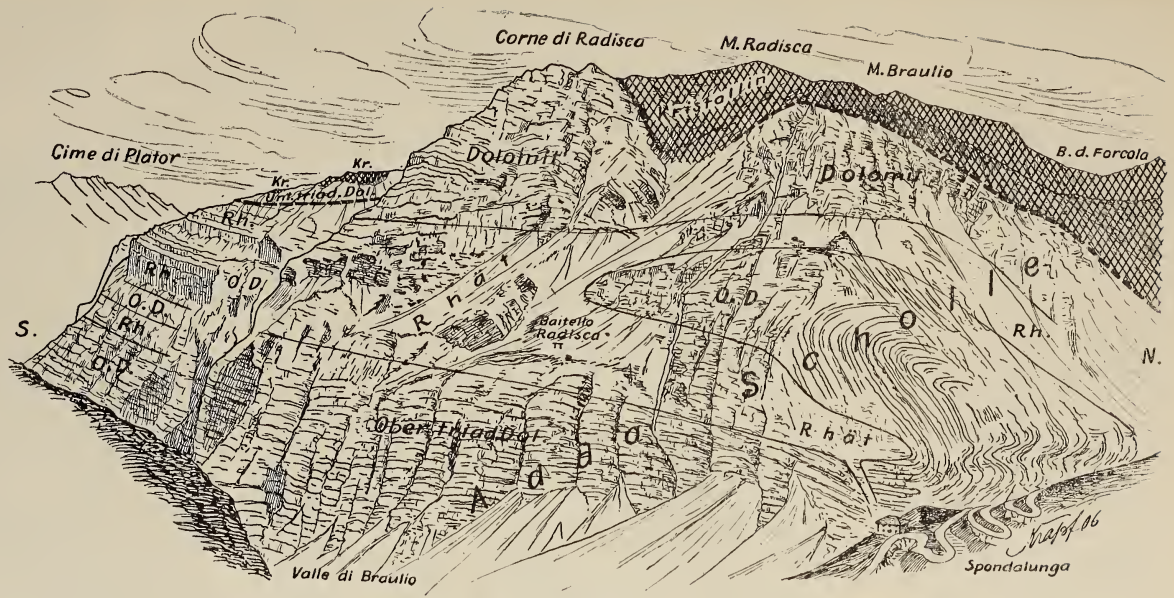


Fig. 15.

Blick aus der Valle dei Vitelli auf die Braulioüberschiebung und die Rhätmulde der Addascholle.

höhere über sie übergeschobene Scholle (Fig. 15, 16 u. 17, Prof. IX Fig. 14). Diese Scholle besteht hier aus dem Kristallin des M. Braulio auf der rechten und dem des M. Scorluzzo auf der linken Talseite; dieses Kristallin trägt den Dolomit des Umbrail und der Punta di Rims. Ich nenne diese übergeschobene Scholle nach dem M. Braulio und dem Brauliobache, der in ihr entspringt, die **Brauliosscholle.** Auf den Dolomit dieser Scholle legt sich eine nächsthöhere, nur aus Kristallin bestehend (Fig. 16, 17 u. 18); ich nenne sie die **Chazforascholle.**

1. Die Brauliosscholle.

Die Kontaktfläche von Braulio- und Addascholle ist eine sehr unregelmäßige. Am M. Radisca, Ost- und Westseite, fällt die Überschiebungsfläche ziemlich steil nach Norden. Zwei kleine kristalline Inseln liegen nahe unter dem Gipfel auf dem Westhang der Corne di Radisca (sie sind in Fig. 16 in eine zusammengezogen). Unter dem M. Scorluzzo muß die Überschiebungsfläche bedeutend flacher liegen, wie wir an dem zwischen Gipfel und Straße plötzlich im Kristallin erscheinenden, von FRECH zuerst beschriebenen Triasdolomitfenster erkennen können; in nächster Nähe, am Stilfser Joche, steht sie fast senkrecht, daher der „Trafoier Bruch".

Wohl nur aus Unkenntnis der tatsächlichen Lagerungsverhältnisse konnte FRECH (S. 76) behaupten, die Überschiebung vom Stilfser Joch verwandle sich weiter westlich in einen Bruch. Er kannte offenbar nur mehr den M. Braulio resp. die Corne di Radisca, wo allerdings die Schubfläche ziemlich steil nach Norden fällt. Gleich weiter westlich liegt sie indes schon wieder ganz flach. Nicht die flache Lagerung „stellt einen Ausnahmefall gegenüber dem vertikalen Verlauf dar" (S. 82), sondern — ich spreche nur von der Gegend westlich vom Stilfser Joch — gerade das Umgekehrte ist der Fall.

Unter dem Kristallinen des Südgrates von P. 2914 und von 2719 liegt als Rest des ausgewalzten Mittelschenkels noch untertriadischer Dolomit (Fig. 16). In diesem Dolomit wurde früher Bergbau auf Eisen getrieben. In der Nähe der alten Eisenminen überlagert er direkt die obere Rhätzone der Addascholle. Ob der Dolomit der Corne di Radisca noch zur Addascholle gehört oder bereits zur Brauliosscholle, ob ober- oder untertriadisch, kann ich nicht sicher entscheiden. Mir scheint nach dem Aussehen des

Dolomits und nach der ganzen Art und Weise der Lagerung das erstere das Wahrscheinlichere.

Wie unregelmäßig der Dolomit des verdrückten Mittelschenkels unter dem Kristallinen erhalten ist, zeigt sich gleich ein wenig weiter westlich, wo bei einer kleinen isolierten kristallinen Insel das Kristallin direkt auf die Rhätkalke der Addascholle zu liegen kommt. Diese kleine kristalline Insel und ihre Nachbarschaft ist außerordentlich lehrreich. Sie liegt gerade auf der Südkante des Piano di Pedenollo. Auf drei Seiten um das Kristalline herum, zwischen ihm und dem Rhät, ist noch etwas untertriadischer Dolomit erhalten; aber ringsherum reicht er nicht, im Süden grenzen Rhätkalke und Kristallin direkt aneinander.

Auf der Nordseite von P. 2719, in dem Kessel über dem Piano di Pedenollo, den der M. Pedenollo, der P. 2914 und sein in den P. 2719 umbiegender Westgrat hufeisenförmig umschließt, dort treffen wir wieder den gleichen untertriadischen Dolomit. Er liegt unter dem Kristallin des Hufeisens und bildet auch noch die Stufe, die den oberen Kessel und den eigentlichen Piano di Pedenollo trennt. Aber auf dem Piano nun genau die Grenze anzugeben zwischen Addascholle und Braulioscholle, das muß ich vorläufig noch unterlassen, bis wir einmal ein Kriterium besitzen werden, das uns ermöglicht, in jenen Gegenden die stratigraphische Stellung eines jeden Dolomitvorkommens angeben zu können. Auf der Karte sowohl wie in Fig. 16 ist der Verlauf der Überschiebung nur ungefähr angegeben.

Wie sehr die Braulioscholle in sich gestört ist, das sehen wir deutlich am M. Pedenollo, wo zwischen den beiden kristallinen Gipfeln dieses Berges Dolomit in die Höhe gepreßt erscheint; und ebenso östlich von P. 2719, wo auch an zwei Stellen der Dolomit in das Kristallin hinaufgepreßt oder, was auf das nämliche herauskommt, das Kristallin in den Dolomit hineingepreßt ist. Vielleicht spielen auch kleine Querbrüche hierbei eine Rolle.

Verfolgen wir nun die Braulioüberschiebung weiter nach Westen, und betrachten wir dabei zunächst nur ihre südliche Austrittslinie, so sehen wir, wie das Kristallin, das noch in der Gegend des M. Braulio eine so bedeutende Mächtigkeit besitzt, nach Westen hin fast verschwindet. Dieses plötzliche Ausdünnen ist zwar eine auffallende, aber keineswegs befremdende Erscheinnng; eine Erscheinung, die dem, der Gelegenheit hatte, Gebiete großer Faltenüberschiebungen zu studieren, wohl bekannt ist. Das Kristallin

verschwindet auch nicht vollständig, sondern ist noch weiter in kleinen isolierten Resten erhalten geblieben. Ein solcher Rest liegt im Südosthange des M. Solena, rings umschlossen von untertriadischem Dolomit (Fig. 16, Prof. VII Fig. 10). Steigen wir von ihm ein kleines Stück abwärts, so treffen wir bald auf die Rhätkalke und stehen damit wieder an der Grenze zwischen Braulio- und Addascholle. Diese Grenze hat sich bis hierher um einen ganz bedeutenden Betrag nach Westen gesenkt; der kristalline Rest liegt am M. Solena nur mehr in ca 2500 m Höhe. Diese Senkung macht sich bereits im Osten bemerkbar. Am M. Pedenollo zieht sich der Gneis des Gipfels auffallend weit nach Westen herunter. Ebenso senkt sich das Kristalline von P. 2719 bis zu dem isolierten Reste westlich davon ganz bedeutend.

Wir können also die Braulioüberschiebung von der Bocca di Braulio an der Stilfser Jochstraße bis unter den M. Solena verfolgen. Das Kristallin ist uns dabei ein wichtiger Behelf. Termier hat diese Verhältnisse im allgemeinen bereits ganz richtig erkannt. Er weist bereits auf die „diminuation extrêmement rapide“ des Kristallinen hin[1]) und meint dann: „Un peu plus loin, les phyllades disparaissent, et l'on n'a plus aucun moyen, dans l'immense étendue du pays calcaire, de destinguer ce qui appartient à la nappe supérieure et ce qui appartient à la nappe inférieure“ (S. 246). Und doch ist es uns möglich, die Braulioüberschiebung auch noch weiter nach Westen zu verfolgen und in den Südhängen von M. Cornacchia und Cima della Casina nachzuweisen. Diese Südhänge habe ich zwar nicht mehr vollständig untersucht, aber der Braulioüberschiebung bin ich nachgegangen bis zur Cima della Casina.

In der verschiedenen Zusammensetzung von Addascholle und Braulioscholle: obertriadischer Dolomit und Rhätkalke einerseits und untertriadischer Dolomit andererseits, besitzen wir ein Mittel, die beiden Schollen auch fernerhin voneinander zu trennen. Aber dieses Mittel wäre allein doch sehr unzureichend, wenn uns nicht außerdem noch isolierte Reste des sonst vollständig ausgewalzten Kristallin zu Hilfe kommen

---

[1]) Unklar und unrichtig ist die Stelle (a. a. O. S. 246): „Près de la cabane Forcola au pied du versant nord du M. Pedenollo, il n'y a que quelques dizaines de mètres d'épaisseur de phyllades entre Trias et Trias.“ Hier muß eine vielleicht von der Ferne gemachte falsche Beobachtung oder eine Verwechslung vorliegen. Durch, meines Erachtens nach, unzulässige Kombination entstanden sind die Rothpletzschen Deutungen in dieser Gegend (vgl. a. a. O. Fig. 69), denen ich mich nicht anschließen kann.

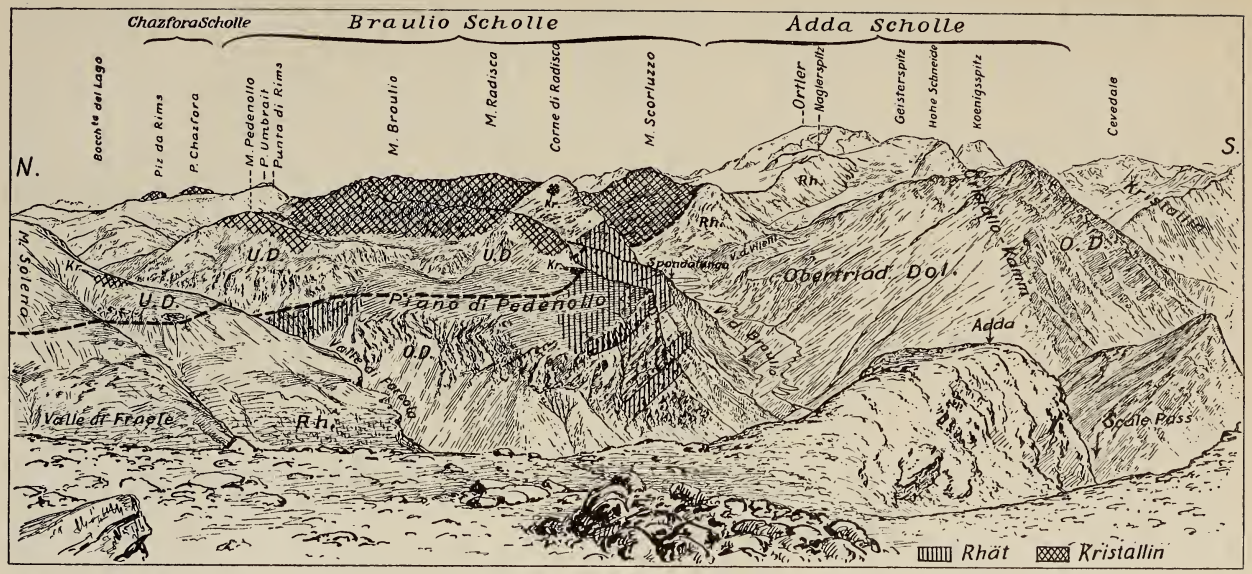


Fig. 16.

Blick vom Kamme der Cime di Plator gegen Osten auf Adda-, Braulio- und Chazforascholle; zeigt den kontinuierlichen Zusammenhang der Addascholle mit dem Ortlergebirge.

würden. Diese Reste liegen, genau wie das im Osten erhaltene Kristallin, entweder direkt auf den rhätischen Kalken, oder sie sind nur durch wenig Dolomit von ihnen getrennt.

Quert man, ausgehend von dem oben erwähnten kristallinen Rest unter dem M. Solena, den Südhang dieses Berges nach Westen, so stößt man alsbald auf zwei weitere isolierte solche Vorkommnisse; bei dem ersten findet sich auch Verrucano! Ob sie mit dem ersterwähnten kristallinen Rest in direktem Zusammenhang stehen und nur durch die Schuttbedeckung isoliert erscheinen, oder ob sie tatsächlich nach den Seiten hin auskeilen und abgequetscht sind, das läßt sich eben wegen der Schuttbedeckung nicht entscheiden; aufgeschlossen sind sie hauptsächlich dadurch, daß sie in zwei großen Rinnen liegen. Bei weiterer Fortsetzung des Quergangs nach Westen bzw. Nordwesten hin ist es mir nicht gelungen, weitere Reste zu finden. Sie mögen vielleicht vorhanden sein, Brocken von kristallinen Gesteinen im Schutt machen es wahrscheinlich, aber die Schuttbedeckung ist hier wieder so stark, daß sie nichts erkennen läßt.

Ein weiterer kristalliner Rest — wir bleiben zunächst immer noch auf der Südseite — findet sich dann erst wieder östlich unter dem letzten Gipfelaufbau des M. Cornacchia auf dem Grate, den P. 3040 bildend, unmittelbar auf Rhätkalken (Prof. VI Fig. 9). Wir sehen, daß sich die Schubfläche im Vergleiche zum M. Solena wieder um einen bedeutenden Betrag gehoben hat, oder mit anderen Worten, daß der M. Solena eine beträchtliche Einsenkung der Braulioscholle in die Addascholle darstellt. Dies äußert sich auch in der gut erkennbaren regellosen Faltung, Stauung und Zertrümmerung seines Dolomits. Westlich vom M. Cornacchia, auf dem Grate, in gleicher Höhe wie vorhin, P. 3028, liegt wieder Kristallin, diesmal von den Rhätkalken getrennt durch etwas Dolomit. Zwei weitere kleine Reste treffen wir auf dem Grate, der sich von P. 3020 zu der Scharte hinabsenkt, die Valle Paolaccia und Val da Tea fondata verbindet. Westsüdwestlich unter dem P. 3033 des Ostgrates der Cima della Casina (Prof. V Fig. 8) liegt ein letzter kristalliner Rest; noch weiter im Westen scheinen solche vollständig zu fehlen. Dieser letzte Rest liegt in einer Höhe von ca. 2850; direkt unter ihm stehen die rhätischen Kalke an, die sich durch die ganze Südwand der Cima della Casina hindurchziehen und den P. 2858 bilden. Wenn man diese Südwand der Cima della Casina von ferne überblickt, fällt einem sofort dieses Band der rötlich verwitternden Kalke auf. Auch ROTHPLETZ macht

darauf aufmerksam und vermutet dort eine Schubfläche und einen Zusammenhang mit der von Böse beschriebenen „Verwerfung“ bei Grasso di Gallo im Spöltale. In der Tat ist eine solche Fortsetzung der Braulioüberschiebung sehr wahrscheinlich: Die Kalke des P. 2858 streichen hinüber in die Cassa del Ferro und beteiligen sich offenbar sehr stark an der Zusammensetzung ihres Nordgrates; bei der Einmündung der Valle del Gallo grenzt daran — nach Böse — untertriadischer Dolomit. Natürlich ist eine Bestätigung dieser Vermutung durch genauere Untersuchungen noch abzuwarten.

Die Austrittslinie der Braulioüberschiebung liegt aber nicht etwa stets nur auf der Südseite des schweizer-italienischen Grenzkammes, wo allein wir sie bis jetzt betrachtet haben. Zwar taucht die Addascholle unter die Braulioscholle unter, aber sie verschwindet unter dieser nicht vollständig, sondern kommt auch auf der Nordseite des Kammes noch zum Vorschein. Nördlich unter dem Gipfeldolomit des M. Cornacchia, der, über der Braulioüberschiebungslinie liegend, ebenso wie der Gipfelaufbau der Cima della Casina und die oberen Teile des diese beiden Gipfel verbindenden Gratstückes der Braulioscholle angehört, erscheinen wieder die gleichen Rhätkalke wie auf der Südseite (Prof. VI Fig. 9). Sie stehen in Zusammenhang mit den Kalken, die unter dem Kristallin des P. 3042 eine kurze Strecke weit die Grathöhe einnehmen und auch noch die südlichen Abstürze des Grates zu dem kleinen Gletscher bilden. Auch auf dem Gipfel des P. 2959 liegen die gleichen Kalke. Es nimmt hier die Addascholle ein kurzes Stück die Grathöhe selbst ein und unterbricht damit den kontinuierlichen Zusammenhang der überdeckenden Braulioscholle. Zum Beweise, daß wir es hier wirklich mit Rhätkalken zu tun haben, und uns tatsächlich wieder in der Addascholle befinden, führe ich fernerhin an, daß sich nördlich unter dem P. 2959 als das Liegende dieser Rhätkalke die charakteristischen „Plattenkalke“ finden. Dies bestärkt mich in der Annahme, den Dolomit der rechtsseitigen Hänge von Val da Tea fondata für obertriadisch zu halten und der Addascholle zuzurechnen.

Und ich glaube, daß auch noch am Nordfuße des Cucler da Jon dad' Ontsch und in der Gegend von Dössradond die Addascholle unter der darüberliegenden Braulioscholle zum Vorschein kommt. Denn die Berge in dieser Gegend, westlich und östlich von Val Schumbraida, der Cucler da Jon dad' Ontsch und der Monte Forcola sind nichts Einheitliches, sondern setzen sich ebenfalls aus verschiedenen Schubmassen zusammen.

Dies zu erkennen, dazu verhelfen uns wieder vereinzelte kristalline Reste, die auch hier den Verlauf der Braulioüberschiebung anzeigen. In der Scharte südlich vor dem Cucler da Jon dad' Ontsch und etwas östlich von P. 2790 liegen zwei solcher kleiner kristalliner Reste. Drei weitere gucken nördlich und nordwestlich unter dem Gipfelaufbau des Monte Forcola aus dem Schutt hervor[1]), und ein etwas größerer nimmt die Scharte 2736 zwischen M. Schumbraida und M. Forcola ein. Sie stehen offenbar miteinander sowohl sowie mit dem ausgedehnteren kristallinen Komplex vom Passo dei Pastori in Zusammenhang, wenn auch in keinem ununterbrochenen; sei es nun, daß nur der reichliche Schutt den direkten Zusammenhang verschleiert, oder daß wir es mit tatsächlich isolierten und abgequetschten Resten zu tun haben. Die Verbindung des Kristallin der Scharte 2736 mit dem des Passo dei Pastori muß unten um den M. Forcola herum gesucht werden, und zwar auf der Südseite sowohl wie auf der Nordseite — schon das Auftreten von Kristallin rings um den Berg herum weist darauf hin — und nicht etwa oben, über die kleine kristalline Kappe des Südgipfels hinweg; diese gehört einer nächsthöheren Überschiebungsscholle an.

Die Auffassung, wie ich sie noch 1907 in meiner Dissertation vertreten hatte, ist nicht haltbar; ich wußte damals noch nicht, daß, wie ich mich inzwischen überzeugte, das Kristallin des Passo dei Pastori im Westen deutlich unter den Dolomit des M. Forcola einschießt, daß auch, auf der Westseite dieses Berges Kristallin liegt, und daß diese kristallinen Reste rings um den Berg herum zu finden sind, Tatsachen, die entschieden gegen meine damalige und für meine jetzige Auffassung sprechen. Die auffallende Übereinstimmung, die in der Art und Weise des Auftretens und der Lage zwischen dem Kristallin der Scharte 2736, dem unter dem Cucler da Jon dad' Ontsch und dem von P. 3042 und 3028 besteht, ließ mich schon damals einen Zweifel an der Richtigkeit der vorgenommenen Verteilung auf die einzelnen Schollen aussprechen. Heute fallen für mich diese Schwierigkeiten fort; und ich glaube, daß die Auffassung, die in diesen Dolomitbergen keine einheitlichen Massen mehr sieht, in die nur hie und da kleine Teile einer höheren kristallinen Decke hineingefaltet sind, eine bessere Erklärung gibt (Prof. VII Fig. 10).

---

[1]) Auf der Karte sind die kristallinen Reste als isoliert im Dolomit liegend gezeichnet; tatsächlich ist dies aber nicht so der Fall, doch konnte des kleinen Maßstabes wegen der Schutt nicht als solcher ausgeschieden werden.

Den genauen Verlauf der Schublinie festzulegen, ist freilich sehr schwer, da ja meist Dolomit auf Dolomit zu liegen kommt; wo die kristallinen Reste fehlen, besonders in der Gegend der Val Schumbraida, kann der Verlauf der Schublinie nur ungefähr angegeben werden. Immerhin ist nicht nur ein Unterschied zwischen dem überschobenen obertriadischen und dem übergeschobenen untertriadischen Dolomit zu erkennen, auch im Fallen der Schichten besteht eine Verschiedenheit. Erblickt man z. B. den Cucler da Jon dad' Ontsch von Westen her, so wird einem sofort dieser Unterschied auffallen. In den untersten Hängen sieht man den Dolomit ruhig nach Norden fallen, und darüber liegt diskordant, z. T. nach Süden fallend, wie an der Nordkante deutlich zu sehen, wie ein fremdes auffallendes Gebilde der eigentliche Gipfelklotz; sein Dolomit ist auch im ganzen Habitus von dem darunterliegenden verschieden. Auf der Nord- und Ostseite machen sich diese Unterschiede ebenfalls bemerkbar, wenn auch weniger deutlich in die Erscheinung tretend.

Ich glaube, daß auch noch westlich von Val da Tea fondata die gleichen Verhältnisse vorliegen, daß von den Bergen La Casina, P. dellas Palas und P. la Monata nur die oberen Teile der Braulioscholle, die unteren aber der Addascholle angehören, daß also auch die Nordseiten dieser Berge ebenso wie ihre Südseiten nichts Einheitliches sind. Ich habe die hier in Frage kommenden Gegenden nicht mehr untersucht und beschränke mich daher darauf, nur meiner Vermutung Ausdruck zu geben, ohne auf die meist nur aus der Ferne gemachten Beobachtungen eingehen zu wollen, die mir diese Vermutung als sehr wahrscheinlich erscheinen lassen.

Östlich von Dössradond verschwindet die Addascholle, wie ich glaube, vollständig unter der Braulioscholle. Abgesehen davon, daß es a priori nicht einmal notwendig ist, daß die Addascholle überhaupt sehr weit unter die Braulioscholle fortsetze, ist ein weiteres Zutagekommen schon wegen des allgemeinen Absinkens nach Norden nicht zu erwarten. Dieses Absinken nach Norden kommt am schönsten in der Val Muranza zum Ausdruck.

Durch den Einschnitt dieses Tales wird ferner einwandfrei dargetan, daß das Kristallin des M. Braulio, des obersten Brauliotales, des M. Scorluzzo wirklich den Dolomit der Punta di Rims und des Piz Umbrail unterteuft, daß der Dolomit auf diesem Kristallin aufliegt[1]).

[1]) Für die Existenz der „rhätischen Randspalte" Rothpletz' in dieser Gegend ist dieser Umstand freilich sehr mißlich. Rothpletz

Ob der Dolomit aber normal oder verkehrt liegt, das geht aus der bloßen Auflagerung noch nicht hervor. Er wird ja abermals von Kristallin überlagert, könnte also sehr wohl verkehrte Lagerung besitzen. In der Tat liegen die Verhältnisse so, daß keine der beiden Deutungen mit absoluter Sicherheit vertreten werden kann, doch ist eine normale Lagerung nach allem das Wahrscheinlichere. Eine regelmäßige Schichtenfolge liegt aber nicht vor. Von all dem, was THEOBALD und auch GÜMBEL (1893, S. 29) am Fuße des Umbrail an untertriadischen Schichten angeben, ist in Wirklichkeit nichts zu sehen. Der Dolomit des Umbrail liegt unmittelbar auf den kristallinen Schiefern; eine Lücke in der Schichtenfolge ist hier sicher vorhanden (Ausquetschung?). Erst in der Gegend des Piz Lad stellt sich unter dem grauen Umbraildolomit ein geblicher Dolomit mit Tonschieferbänken und darunter Rauhwacke ein. Der gleiche Dolomit mit Tonschieferbänken liegt im Hintergrund der Valle Forcola unter dem grauen Dolomit des Passo dei Pastori — Bocchetta del Lago — Punta di Rims — Umbrail. Und auch ein schmaler Streifen Rauhwacke liegt hier zu allerunterst. Doch glaube ich, daß dort Schuppenstruktur vorliegt und keine normalen Lagerungsverhältnisse. Unter der Punta di Rims treffen wir ein Gipslager. Zur Entscheidung der Frage, ob der Dolomit des Umbrail und der Punta di Rims normal oder verkehrt liege, kann dieses Gipslager ebensowenig herangezogen werden wie zu Altersbestimmungen. Leider ist die Schuttüberdeckung so groß, daß man einen Einblick in die Lagerungsverhältnisse nur auf dem kleinen Seitengrate zwischen Punta di Rims und Bocchetta di Forcola bekommen kann. Hier liegt der Gips auf Gneis und über ihm ebenfalls etwas Gneis; darüber erst der Dolomit. Somit ist wohl das Gipslager nur der Rest einer Synklinale, ein Zeichen für die Lückenhaftigkeit der Schichtenfolge am Umbrail[1]). Solcher kleiner Triassynklinalen im Kristallinen gibt es noch zwei weitere: eine unter dem Umbrail an der Wasserleitung der IV. Cantoniera, eine zweite unter dem P. 2860 im Hintergrunde der Valle Forcola. Alles Anzeichen einer gegenseitigen Verfaltung und Verzahnung von Kristallin

---

hilft sich damit, daß sich die Verwerfung hier im Kristallinen selbst abspielen soll (s. seine Prof. 71—73). Zu beobachten ist dies natürlich nicht, es zerreißt sogar den augenscheinlichen Zusammenhang des Gneises am M. Braulio mit dem an der Rötelspitze, und wird nur aus der Existenz der Randspalte in der Valle Forcola gefolgert.

[1]) Über die eventuelle Möglichkeit des prätriadischen Alters dieses Gipslagers vgl. im stratigraphischen Teil.

und Trias, Spuren gewaltiger Gebirgsbewegungen, über die uns die anscheinend ruhige Lagerung in den Dolomitbergen nicht hinwegtäuschen darf. Treffen wir doch auch in ihnen überall auf weitgehende Zertrümmerung und Zerrüttung des Gesteins.

Die Braulioscholle ist kein ungestörtes Ganze, sondern scheint selbst ziemlich kompliziert gebaut zu sein. Bald sind größere Massen ausgequetscht worden, bald wieder muß eine mehrfache Schuppung und Übereinandertürmung stattgefunden haben. So allein erklärt sich die große Mächtigkeit des Dolomits am M. Schumbraida. Wenn man den Berg von Osten her betrachtet, sieht man deutlich, daß er aus verschiedenen Schuppen aufgebaut ist, ohne freilich in diesen übereinandergetürmten Dolomitmassen irgend eine Gesetzmäßigkeit erkennen zu können. Auch der Dolomit des Mittelschenkels muß hierbei stark beteiligt sein, wie auch in der Gegend von C. Forcola, Lago Forcola und Bocchetta del Lago. Mir wenigstens erklären sich die sonst schwer zu deutenden Verhältnisse am besten dadurch, daß ich den Dolomit der Nordseite des M. Pedenollo, unter der kristallinen Gipfelkappe, den des P. 2776, der ebenfalls unter dem Kristallin von P. 2914 und M. Braulio liegt, sowie denjenigen, der unter dem Kristallin der Bocchetta del Lago und des Passo dei Pastori zum Vorschein kommt, als Dolomit des Mittelschenkels auffasse. Dabei rechne ich also auch das Kristallin des Bocchetta del Lago zur Braulioscholle und nicht zur nächsthöheren Chazforascholle und gebe ihm die gleiche Stellung wie dem Kristallin der Bocchetta Forcola. Aber der unmittelbare Zusammenhang zwischen beiden ist unterbrochen. Nachdem am M. Schumbraida offenbar mehrere Schuppen vorliegen, mag sich diese Schuppenbildung auch hier noch geltend machen und bewirken, daß Dolomit des Mittelschenkels und Dolomit des Hangendschenkels mit und ohne kristalline Zwischenlage übereinander zu liegen kommen; und es wird für uns sehr schwer, den ursprünglichen Zusammenhang zu erkennen. So ist es auch schwierig, zu entscheiden, ob ein kleiner — auf der Karte nicht verzeichneter — Dolomitfleck im eigentlichen Sattel des Passo dei Pastori dem Hangend-Dolomit angehört und auf dem Kristallin liegt, oder ob er, dem Mittelschenkel angehörend, unter dem Kristallin hervorguckt.

Die ruhige Lagerung, das gleichmäßige konstante Fallen nach Norden, beschränkt sich nur auf den Umbrail, den P. 2817, die Punta di Rims, den P. 2860 und den Piz del Lai. Nördlich von diesen Bergen, am M. Praveder, der Stufe unter dem Lai da Rims, am Piz Mezdi und Piz Lad wird die

Lagerung sehr unruhig; es herrscht dort, wie ich mich am liebsten und einfachsten, freilich auch sehr ungelehrt ausdrücken möchte, ein großes Durcheinander. An manchen Stellen sieht man den Dolomit in Sättel und Falten gelegt, aber es ist ein wertloses Bemühen und ein Ding der Unmöglichkeit, in diesen Dolomitmassen einem detaillierten Faltenwurf nachforschen zu wollen. Und man muß sich vor dem Fehler hüten, den wenigen Stellen, wo man nun gerade dies und jenes Fallen wirklich erkennen kann, eine allgemeine Bedeutung zuzuschreiben.

Im allgemeinen scheint im Norden, wenigstens am Piz Lad, eine enge, steil nach Süden fallende C-Falte vorhanden zu sein. Denn am ganzen Nordhang des Piz Lad und am Pizett fallen die Schichten steil nach Süden. Am Pizett beobachten wir außerdem noch ein Herunterbiegen ins Muranzatal mit nord-südlichem Streichen.

Im Nordhange des Piz Lad liegt ein schmaler Streifen kristallinen Gesteins, genau dem gelben Rauhwackenbande folgend, das den ganzen Berghang durchzieht (Prof. IX Fig. 14). Wir treffen ihn auch unten in der Val Plaun della Fracha noch unter der Rauhwacke, östlich jedoch von P. 2310 begleitet er sie zwar noch eine Zeitlang, dort aber, wo sie steil in die Val Muranza herunterbiegt, ist er bereits verschwunden. Wir haben in diesem schmalen Streifen kristallinen Gesteins eine dünne, geschleppte, abgequetschte Lage des kristallinen Untergrunds vor uns.

Der Dolomit, der unter ihr liegt, darf infolgedessen mit den darüberliegenden Rauhwacken und Dolomiten in keinen Zusammenhang gebracht werden. Der P. Lad besteht hier in seinem unteren Teile aus zwei Schuppen, wobei es nicht ausgeschlossen wäre, daß in der unteren wieder die Addascholle zum Vorschein kommt. Indes fehlen dafür bestimmte Anhaltspunkte.

Das auffallend schiefrige, grüne, kristalline Gestein ist nach den freundlichen Untersuchungen von Dr. Hammer ein sehr stark zersetzter und umgewandelter Diabasporphyrit. Daß hier am P. Lad in dieser dünnen Schuppe keine anderen kristallinen Gesteine auftreten, ist natürlich nur ein Zufall. Nach Osten hin verschwindet dieses schmale Band von Diabasporphyrit. Während bei Punt Teal Rauhwacke und Dolomit das Muranzatal übersetzen und auch fernerhin für das Vorhandensein einer Störungslinie zeugen, fehlt der Diabasporphyrit; erst oberhalb des Tobels von Val Schais erscheint er wieder.

2. Die Chazforascholle.

Der Dolomit der Braulioscholle wird abermals von Kristallin überschoben, das aber keinen weiteren Dolomit mehr trägt. Es ist nur mehr im Osten unseres Gebiets und nur mehr in isolierten Kappen auf den Gipfeln und Kämmen erhalten. Es sind die Reste einer ehemals zusammenhängenden einheitlichen Decke der „Chazforascholle". Sie besteht nur aus Kristallin.

Ihre Auflagerung auf dem Dolomit der Braulioscholle offenbart sich am besten auf dem Kamme, der vom P. Umbrail zum Piz Lad zieht. Am schönsten sieht man dies von Osten aus, von der Höhe des Stilfser Joches und den Bergen nördlich davon (Fig. 17). Einem jeden, der unsere Gegend auch nur flüchtig durchstreift, wird dies sofort auffallen. Auch von Westen her betrachtet, erkennt man sehr schön das Schwimmen des Kristallin; man sieht, daß es nur die Gipfel und die oberste Kammhöhe einnimmt (Fig. 18).

Das heutige Verbreitungsgebiet der Chazforascholle ist nicht sehr groß. Es beschränkt sich, abgesehen von Piz Chazfora — Piz da Rims — Piz Lad, auf einen isolierten Lappen auf dem Nordostgrade des Piz Lad, auf die Kappe des M. Praveder und auf einen letzten kleinen Rest, der den Südgipfel des M. Forcola krönt.

Die Auflagerungsfläche auf der Braulioscholle ist wiederum ziemlich unregelmäßig. Vom Piz Chazfora, wo sie am höchsten liegt, senkt sie sich erst langsam über den Piz da Rims zum Piz Lad und von da schneller zum Piz Mezdi. Auch der isolierte Rest auf dem Nordostgrate des Piz Lad liegt viel tiefer als die kristalline Kappe des Gipfels; die Überschiebungsfläche senkt sich hier gegen Osten. Schon in der Scharte zwischen Piz Chazfora und Piz da Rims sehen wir, wie unregelmäßig die Kontaktfläche ist; hier ist etwas Dolomit in das überlagernde Kristallin emporgepreßt. Darüber müssen wir uns immer klar sein, daß die übergeschobenen und die überschobenen Teile zusammen disloziert wurden, sei es nun durch nachträgliche Störungen, sei es durch den Überschiebungsvorgang selbst. Auch die kristalline Kappe des M. Praveder ist durch einen Dolomitstreifen in zwei Teile getrennt; Grund dafür ist wohl ein lokales Absinken nach Westen.

1907 habe ich auch noch andere kristalline Vorkommnisse als die eben erwähnten zur Chazforascholle gerechnet. Ich habe dabei freilich annehmen müssen, daß sie tief in ihre

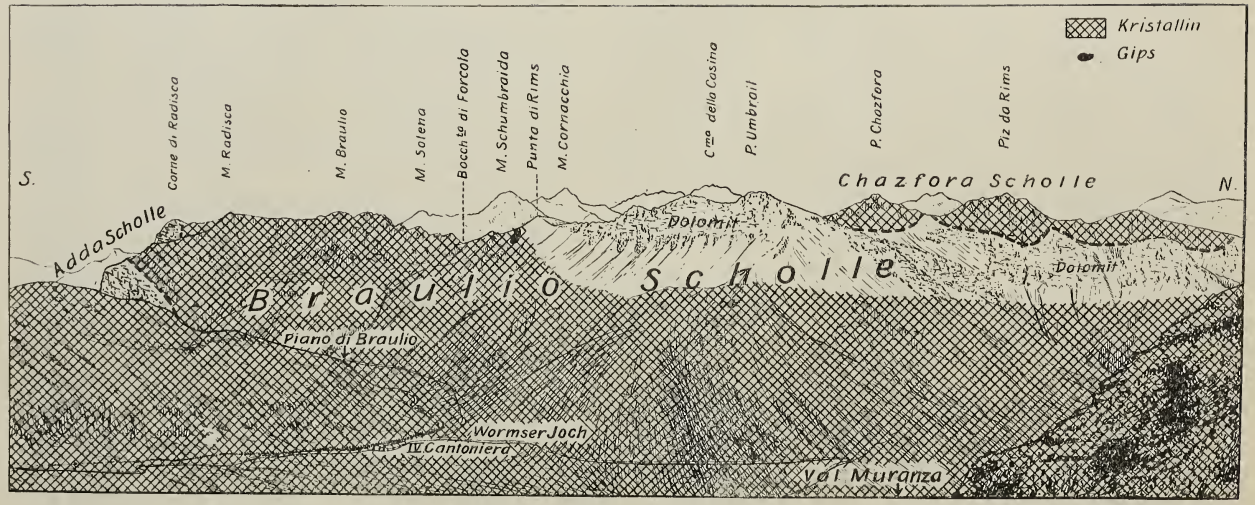


Fig. 17.

Blick von der Rötelspitze gegen Westen; zeigt das Untertauchen der Addascholle unter das Kristallin des M. Braulio und die Überlagerung der Braulioscholle durch die Chazforascholle.

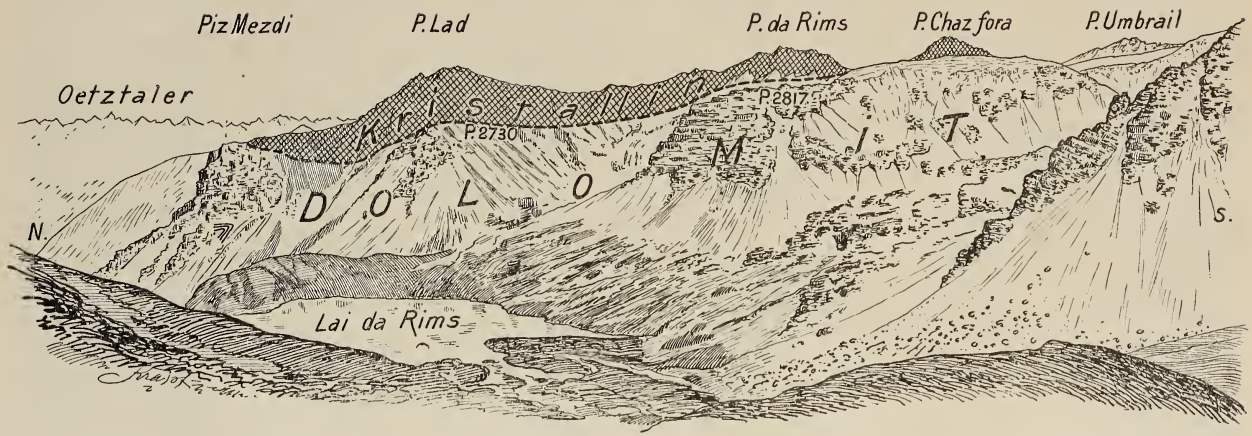


Fig. 18.

Blick von Westen auf die Chazforaüberschiebung.

Unterlage eingesenkt bzw. eingefaltet wären. Heute erblicke ich in den hier in Frage kommenden kristallinen Resten — wie oben gezeigt — die Äußerung nicht der Chazfora-, sondern der Braulioüberschiebung. Ich glaube damit für die bestehenden Verhältnisse eine bessere Erklärung gefunden zu haben.

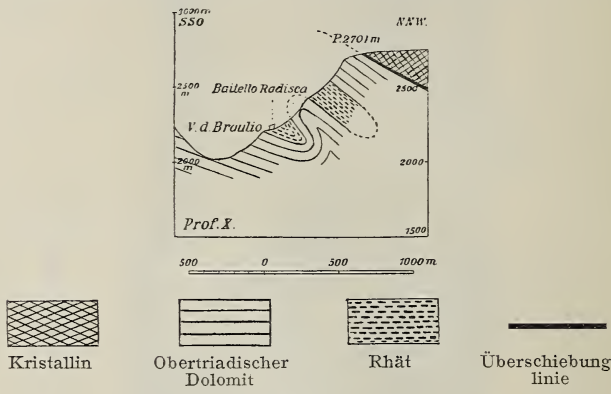


Fig. 19.

Herkunft der Deckschollen.

Wir wissen, daß die Neigung einer Schubfläche und das allgemeine Einfallen der Schichten für die Richtung, aus welcher der Schub gekommen, nicht maßgebend sind. Wenn wir daher sehen, daß sich die drei übereinanderliegenden Schollen: Adda-, Braulio- und Chazforascholle nach Norden senken, so muß daraus natürlich nicht unbedingt eine Überschiebung aus Norden gefolgert werden; der Annahme eines Schubs aus Süden wäre dieser Umstand kein Hindernisgrund. TERMIER hat für seine „nappes", die er in unserer Gegend ausgeschieden, von allgemeinen Erwägungen ausgehend, einen solchen Schub aus Süden angenommen. Aber den Nachweis, daß irgend eine seiner „nappes" nach Süden fortsetze, konnte er nicht erbringen; ihre Wurzeln liegen bei ihm in der Luft, so hoch, daß sie der Erosion bereits zum Opfer gefallen. TERMIER hatte angenommen, daß die Trias des Cristallokammes und des M. delle Scale normalerweise auf den kristallinen Schiefern läge, und alles ruhig nach Norden falle. Daß vor dem nordfallenden Dolomit noch eine Zone steil nach Süden fallender Untertrias liegt, in verkehrter Lagerung, als überschobener Hangend-Schenkel, davon wußte er nichts.

Wir haben gesehen, daß diese Überschiebungsreste im Süden auf die Addascholle hinaufgeschoben sind, und daß die Addascholle im Norden überschoben wird von den gleichen Gesteinen, wie wir sie südlich treffen. Was ist da natürlicher, als diese beiden Überschiebungen zu verbinden, sie als eine ursprünglich zusammenhängende Decke aufzufassen? Demnach wären die Überschiebungsreste im Süden die rückwärtige Fortsetzung der Braulioscholle. Die Wurzeln und die Herkunft der Braulioscholle wären im Süden zu suchen.

Der untertriadische Dolomit im Süden, auf dem ja, wie wir gesehen, Kristallin liegt, entspricht dem Dolomit, der unter dem Kristallin der Braulioscholle stellenweise noch erhalten geblieben, auf dem also auch noch das Kristallin der Braulioscholle lagert. In diesem Dolomit liegen die alten Brauneisensteingruben vom Pedenollo unter dem P. 2719. Der Dolomit ist der Rest des verdrückten Mittelschenkels. Das Erzvorkommen hängt möglicherweise mit der gewaltigen Pressung und Ausquetschung zusammen. Dieser Dolomit nimmt nach unserer Auffassung tektonisch die gleiche Stellung ein wie der untertriadische Dolomit südlich unter dem P. 2931 und 2944 der Cime di Plator. Daß auch hier auf den zahlreichen Klüften Brauneisenstein auftritt, das ist vielleicht kein bloßer Zufall!

Verrucano, wie wir ihn im Süden treffen, fehlt in der Braulioscholle im allgemeinen; TERMIERs Profile sind in dieser Hinsicht nicht richtig. Der Verrucano ist eben ausgequetscht, was ja weiter nichts Auffallendes ist. Ein kleiner Rest ist aber auch in der Braulioscholle doch noch vorhanden: unter dem M. Solena.

Auf dem untertriadischen Dolomit im Süden liegt Kristallin, nicht nur in Resten wie auf der Terrasse in der Südwand der Cime di Plator und oberhalb Premadio; auf ihm liegt auch das ganze Kristallin südlich von ihm, denn er ist ja verkehrt gelagert und fällt nach Süden. Zu diesem Kristallin bildet das der Braulioscholle die Fortsetzung.

Das Kristallin der Braulioscholle trägt Triasdolomit. Bei Isolaccia sehen wir den letzten Zeugen dafür, daß auch diese Trias einst im Süden vorhanden war. Alles andere hat die Erosion entfernt, da es viel höher lag. Gehen wir aber nach Westen in die von ZOEPPRITZ untersuchte Gegend, da sehen wir südlich der großen Liasschieferzone schmale mesozoische Synklinalen zwischen kristalline Gesteine eingeklemmt,

ein „pays des racines“, wie es die Franzosen nennen würden. Dort ist die Wurzelregion erhalten geblieben; bei uns, wo sie wohl etwas höher lag, ist sie bereits der Erosion zum Opfer gefallen. Wie unsere südliche Überschiebungslinie jenseits des Spöl fortsetzt, ob sie dort vielleicht in einen regelmäßigen Faltenbau sich auflöst, ist eine Frage, die ohne weiteres aus den ZOEPPRITZschen Profilen nicht beantwortet werden kann. Ich glaube nicht, daß überall dort, wo der Verfasser einen mehr oder minder regelmäßigen Faltenbau annimmt, auch wirklich ein einheitliches, wenn auch sehr stark ausgequetschtes Ganze vorhanden ist. In seinen Profilen VIII bis XI kommt unsere südliche Überschiebung noch recht gut zum Ausdruck[1]), wenn man die untere Trias statt nach Norden nach Süden fallen läßt. Man weiß ja, wie schwer es oft ist, das tatsächliche Fallen zu erkennen! Als eine Fortsetzung dieser Überschiebung nach Norden betrachte ich die schmale Zone von älteren Triasgesteinen unter der Corna dei Cavalli. Das ganze Auftreten, das schnelle Aufhören nach den Seiten hin, spricht für eine von Süden hinübergeschobene Scholle; die Aufeinanderfolge der Schichten (an der Oberfläche! a. a. O. Prof. XIV) erinnert sehr an die Verhältnisse auf den Terrassen oberhalb Premadio. Das Einfallen in den Berg hinein, wie ZOEPPRITZ es zeichnet, ist ja nur hypothetisch; hineinsehen hat er ja nicht können.

Die Chazforascholle stammt entweder auch aus der Gegend südlich der Triassynklinale von Isolaccia[2]), oder sie ist eine sekundäre höhere Abzweigung. Als eine Fortsetzung der Chazforascholle betrachtet TERMIER die kristallinen Kappen von Piz da Rims und Cornet in der Lischannagruppe. Gegen diese Auffassung nimmt SCHILLER (1906) ganz entschieden Stellung. Er betrachtet sie als rein lokale Überfaltungen des kristallinen Untergrundes im Süden über das Mesozoikum. Am Piz Lad (an der österreichisch-schweiz. Grenze) konnte SCHILLER ein derartiges Überschiebungsscharnier, eine rein lokale Überdeckung durch das Kristalline, direkt beobachten. Für die Natur der Chazforascholle als Überfaltungsscholle ist es ganz gleichgültig, ob sie auf weitere Strecken hin fortbewegt wurde, oder ob die Bewegung schon bald wieder zum Stillstand gekommen. Nach SCHILLERs Untersuchungen müssen wir letzteres annehmen und müssen die Gneiskappen in der Lischannagruppe als neu sich ab-

---

[1]) Der „Wetterstein“ dort ist sehr problematisch!
[2]) Natürlich nicht von diesem einzigen Punkte!

zweigende Faltenüberschiebungen uns vorstellen. Im übrigen ist es zwecklos, heute schon über den Zusammenhang mit der Lischannagruppe Vermutungen anstellen zu wollen, bevor das dazwischenliegende Stück genau untersucht ist.

Nach SPITZ, der z. Z. mit der Untersuchung der hier in Frage kommenden Gegenden beschäftigt ist, scheint es sich um neu sich abzweigende Faltenüberschiebungen zu handeln. Er berichtet in seiner vorläufigen Mitteilung von drei Systemen von NO bis NNO streichenden, kurzen, liegenden Falten und von an zahlreichen Stellen erhaltenen Antiklinalscharnieren, die gegen NW (bzw. WNW), und Synklinalscharnieren, die gegen SO (bzw. OSO) gerichtet sind. Sollte etwa in diesen Streichrichtungen ein Widerspruch gegen die Annahme des Süd-Nord-Schubes und ein Argument für einen Ost-West-Schub erblickt werden, so gebe ich zu bedenken, daß diese Erscheinungen mit einer ursprünglichen Schubrichtung von S nach N wohl in Einklang zu bringen sind. Es braucht nur ein allgemeines Absinken nach O hin vorzuliegen — wie es sich ja auch am Piz Lad und Pizett bemerkbar macht — so kann daraus NO- bzw. NNO-Streichen resultieren. Auf keinen Fall erschiene es mir angängig, deshalb etwa die Chazforascholle aus O herzuleiten. Dem widerspräche schon das Fortsetzen des Rauhwackenzuges von P. Lad nach O hin und das Auftreten einzelner Dolomitreste in den östlich gelegenen Bergen wie P. Minschuns und Umgebung.

Wenn wir nun auch die Braulio- und Chazforascholle als Überschiebungen annehmen müssen, hervorgegangen aus Überfaltung, so ist es deshalb noch lange nicht nötig, daß die Trias zwischen dem Kristallin der Braulio- und dem der Chazforascholle doppelte Lagerung haben müsse, wie ROTHPLETZ contra TERMIER fordert. Die Ausquetschung bzw. das Zurückbleiben des Mittelschenkels ist heute schon an so vielen Beispielen studiert und nachgewiesen — ich erinnere nur an das klassische Beispiel der M. Terriblekette im Schweizer Jura, wo wir Schritt für Schritt das Zurückbleiben des Mittelschenkels verfolgen können —, daß der ausdrückliche Hinweis darauf eigentlich überflüssig sein könnte. Ausgeschlossen ist indes die Erhaltung des Mittelschenkels natürlich nicht. Und daß bei uns an den fraglichen Stellen zum Teil eine verkehrte Schichtenfolge vorliegt, das wäre gewiß nicht unmöglich; um diese Frage aber mit Sicherheit beantworten zu können, dazu müßte man erst ein Mittel haben, die verschiedenaltrigen Triasdolomite nach rein petrographischen Merkmalen auseinanderhalten zu können.

Autochthonie der Addascholle.

Die südfallenden untertriadischen Reste südlich vor der Addascholle können wir auffassen als den stark reduzierten Nordschenkel einer nach Norden übergelegten Antiklinale, der mit der Addascholle selbst in synklinalem Zusammenhange stehen würde. Aber dieser Zusammenhang ist unterbrochen und nicht mehr direkt wahrnehmbar. Denn der „Mittelschenkel" ist stark verdrückt, der obertriadische Dolomit und das Rhät sind ausgewalzt und in der Tiefe zurückgeblieben und nur der untertriadische Dolomit auf die Obertrias hinaufgeschoben. Vielleicht ist auch schon vor und während des Faltungsprozesses die Obertrias des übergeschobenen Schenkels der Erosion zum Opfer gefallen; eine Möglichkeit, die immerhin nicht ganz ausgeschlossen ist, und die in ähnlichen Fällen eigentlich nie in Betracht gezogen wird!

Es ist klar, daß unter diesen Voraussetzungen die Addascholle zwar überschoben wird[1]), selbst aber in der Tiefe wurzeln muß. In unserem Gebiete gibt es keine so tiefen Quertäler, die uns diese Beobachtungen ermöglichen könnten. Aber die Addascholle setzt ja direkt in den Ortler fort; sie hebt sich nach Osten hin immer höher heraus. Im Suldentale beobachteten wir die Auflagerung der Ortlertrias auf dem kristallinen Untergrunde. Diese Auflagerung scheint — es sind da noch die genauen Untersuchungen abzuwarten — trotz der gegenteiligen Behauptung Frechs eine ganz normale zu sein. Gleichgültig, ob dabei auch alle Glieder der Trias zum Absatz gekommen, oder ob die Trias dort transgrediert.

Auffallend ist die Tatsache, daß im Suldentale Verrucano oder Buntsandstein an der Basis der Trias fehlt, während er doch in dem Schenkel südlich der Addascholle vorhanden ist. Bedenken wir aber, daß die untertriadischen Schichten, die heute so hart an die obertriadischen anstoßen, daß diese von Süden her an sie hinaufgepreßt wurden und ursprünglich doch ziemlich weit von ihnen getrennt gewesen sein mußten; vergessen wir nicht, daß wir in unserem südlichen Vorlande eine Gegend intensivster Zusammenpressung erblicken müssen! Klappen wir in Gedanken die reduzierten und übergeschobenen Faltenschenkel auseinander, dann wird es uns begreiflich erscheinen, daß die Schichtfolge in dem nördlichen und in dem südlichen Teile nicht vollständig übereinzustimmen braucht. Im übrigen ist ein direkter einstiger Zusammenhang zwischen

[1]) Nicht „übergeschoben".

Addascholle und den südlichen Überschiebungsresten gar nicht einmal notwendig. Vielleicht waren sie ursprünglich räumlich sehr weit voneinander getrennt.

Wie weit die Addascholle unter der Braulioscholle nach Norden fortsetzt, das kann aus unserem Gebiete heraus nicht strikte beantwortet werden. Es ist ja auch möglich, daß dies nur in geringem Maße der Fall ist.

Man wird behaupten, die nach Süden geöffneten Mulden in der Addascholle widersprechen einem Schub aus Süden. Indes, dieser Einwand ist nicht stichhaltig. Es handelt sich hier lediglich um sekundäre Erscheinungen; unsere Überschiebungsdecken setzten ja noch weit nach Norden fort[1]), da erscheinen solche kleinen Einmuldungen daneben nur als Fältelungen.

Während die Braulioscholle über die Addascholle geschoben wurde, ward auf diese ein Druck ausgeübt. Wie wir sehen, hat sich die Überschiebung so abgespielt, daß auf einer Strecke die Schichten der Addascholle fast senkrecht an denen der hinübergleitenden Scholle abstießen (Premadio, Alp Trela, M. Lapare Südseite). Es wurde also auf die Addascholle von Süden her ein gewaltiger Druck ausgeübt. Unter der Wirkung dieses Druckes sehen wir an den Cime di Plator usw. die Schichten in die Höhe biegen, unter der Wirkung dieses Druckes mußten in der Addascholle Stauungen auftreten. Es ist klar, daß dabei Sättel und Mulden entstanden, und diese konnten doch durch irgend einen vorhandenen Widerstand, sei es nun in der Scholle selbst, sei es außerhalb, nach Süden übergelegt worden sein; so wie die Falten am M. Toraccia, so wie die Falte im Nordostgrat des M. Pettini. Daß es dabei sogar zu **sekundären** Überschiebungen nach Süden gekommen, ist leicht vorstellbar; so kam der Dolomit des M. del Ferro auf den Lias zu liegen. Ich kann mich auch anders ausdrücken und sagen: Es fand kein Überlegen und Übergeschobenwerden von Norden her nach Süden, sondern ein Unterschieben von Süden nach Norden hin statt. Das kommt schließlich auf das gleiche heraus, das sind doch alles nur relative Begriffe, gerade so wie „Hebungen“ und „Senkungen“. Wir dürfen auch nicht das einfache physikalische Gesetz vergessen, daß, wenn auf eine Masse von außen her ein Druck ausgeübt wird, daß dann in der Masse eine Druck-

---

[1]) Dies geht aus den Untersuchungen von Schiller und Paulcke (Ber. d. Naturf. Ges. zu Frbg. i. B., Bd. XIV) heute schon zur Genüge hervor. Man vgl. auch Suess 1905.

wirkung in zwei entgegengesetzten Richtungen vorhanden ist. Wir dürfen nicht die Druckwirkung von außen und die durch sie bedingte Schubrichtung mit der in der Masse entstehenden Druckrichtung zusammenwerfen. Diese können natürlich je nach Widerstand und Ausweichmöglichkeit in der Richtung senkrecht zur Druckrichtung verschieden gerichtete Bewegungen auslösen.

Für eine Gebirgsmasse, die selbst vorwärts bewegt wird, gilt natürlich das gleiche.

Zusammenfassung.

Über die, eine tektonische Einheit bildende Addascholle ist von Süden her ein Deckgebirge nach Norden übergefaltet und übergeschoben worden. In diesem Deckgebirge ist ein normaler Faltenbau nicht mehr vorhanden, vielmehr hat der Überschiebungsvorgang zu weitgehenden Auswalzungen und Ausquetschungen geführt. Da das Deckgebirge größtenteils aus Dolomit besteht, ist es bei der unsicheren Stratigraphie im einzelnen Falle nicht immer möglich zu entscheiden, ob der normal oder der verkehrt liegende Faltenschenkel vorliegt. Doch wird die Erkennung der Überschiebungen als Faltenüberschiebungen durch die Beteiligung des Kristallin ermöglicht. Die Übereinanderlagerung der einzelnen Schollen ist sehr unregelmäßig. Die Auflagerungsflächen sind nicht eben und flach, sondern gewellt, gegenseitig verzahnt und weisen ziemliche Höhendifferenzen auf.

Große Brüche, insbesondere Längsbrüche, unabhängig vom Faltenbau oder gar Falten abschneidend, werden entschieden in Abrede gestellt. Ebenso fehlen große Querbrüche vollständig. Kleinere Brüche mögen wohl auftreten, besonders mögen sie die Niveaudifferenzen in der Auflagerungsfläche der einzelnen Schollen mit verursachen; sie sind jedoch niemals als solche nachweisbar und spielen keine wesentliche Rolle.

Schlußbetrachtung.

Nach den Lagerungsverhältnissen, wie sie in dem von mir untersuchten Gebiete vorhanden sind, habe ich die Vorstellung gewonnen von Deckschollen, die aus dem Süden kommen. Die Vorstellung fügt sich ungezwungen in den allgemeinen Bauplan, den die Deckentheorie für Bünden fordert, kann somit als eine weitere Stütze dieser Theorie gelten — soweit es dessen noch bedarf! Am Südrande unseres Gebietes glaube ich die Wurzeln nicht nur der Braulioscholle,

sondern auch der „ostalpinen Decke“ des Unter-Engadin erkannt zu haben[1]; denn die Braulioscholle findet in der Lischannagruppe ihre Fortsetzung. Die tiefere „rhätische Decke“ ist nirgends in unserem Gebiete zu beobachten, dieses wird somit vollständig von der „ostalpinen Decke“ aufgebaut. Eine Fortsetzung auch der Chazforascholle nach Norden, in den höchsten kristallinen Kappen der Lischannagruppe, scheint nach bisherigen Beobachtungen nicht stattzufinden. Es handelt sich hier also um eine mehr lokale Überfaltung, die bald wieder zum Stillstande gekommen, dann aber aufs neue abgezweigt ist, Decken „zweiter Ordnung“ im Sinne von SUESS, Bewegungen im Rahmen der ostalpinen Decke selbst. Die Bewegung der Braulioscholle und mit ihr der Chazforascholle ist über die Addascholle hinweggegangen. Die Adda- und Ortlerscholle ist also gewissermaßen autochthon und stellt zusammen mit den südlich vor ihr liegenden Überschiebungsresten — der rückwärtigen Fortsetzung der Braulioscholle — für unsere Gegend die Wurzeln der ostalpinen Decke dar. „Autochthon“ und „wurzelnd“ darf man natürlich nur in dem Sinne verstehen, daß man absieht von dem allgemeinen Zusammenschub und den allgemeinen Massendislokationen, die bei der Herausbildung sämtlicher alpiner Decken stattgefunden haben mußten.

Literaturverzeichnis.

1896. BÖSE: Zur Kenntnis der Schichtenfolge im Engadin. Diese Zeitschrift **48**.

1898. — Beiträge zur Kenntnis der alpinen Trias II. (Die Faciesbezirke der Trias in den Nordalpen.) Diese Zeitschr. **50**.

1905. FRECH: Über den Gebirgsbau der Tiroler Zentralalpen mit besonderer Rücksicht auf den Brenner. Wissenschaftliche Ergänzungshefte zur Zeitschr. des D. u. Ö. Alpenvereins II, 1. Innsbruck.

1891. GÜMBEL: Geologische Bemerkungen über die Thermen von Bormio und das Ortlergebirge. Sitzungsber. der Mathem.-Phys. Klasse der k. b. Akad. d. Wissensch. München 1891, XXI, 1.

1893. — Geologische Mitteilungen über die Mineralquellen von St. Moritz usw. Ebenda Bd. XXIII, 1.

---

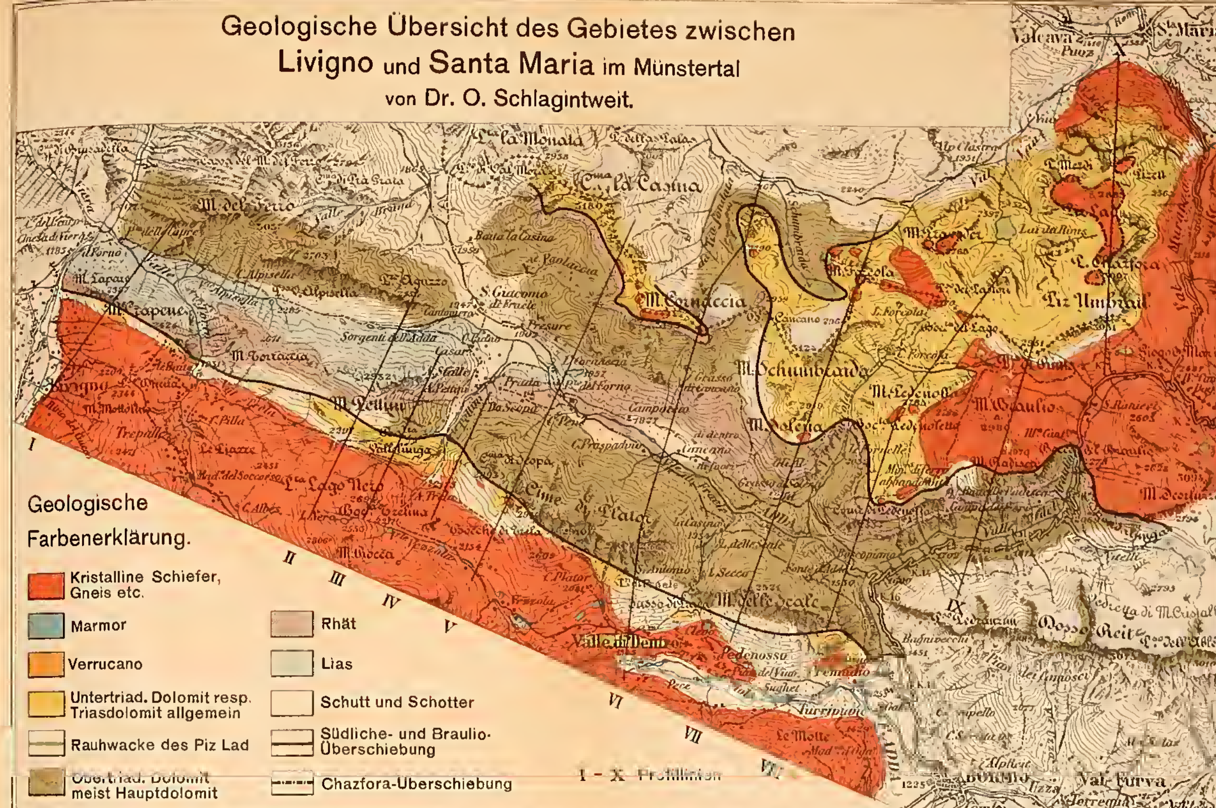
[1]) Die ostalpine Decke käme demnach also nicht etwa aus der Gegend der südlichen Kalkalpen! Der Einwand FRECHS, im Ortler-Engadiner Gebiet usw. könnten keine Süd-Nord gerichteten Überfaltungsdecken vorhanden sein, weil die dortige Trias von der südalpinen faciell total verschieden sei, wird hinfällig, sobald man diese beiden Triasgebiete nicht in Zusammenhang zu bringen braucht. FRECHS sonstige Einwände gegen den Süd-Nord-Schub erscheinen mir ebensowenig stichhaltig wie die ROTHPLETZ'.

1902. Hammer: Mitteilungen über Studien in der Val Furva und Val Zebru bei Bormio. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien.
1905. — Die Geologische Aufnahme des Blattes Bormio-Tonale. Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien.
1906. — Vorläufige Mitteilung über die Neuaufnahme der Ortlergruppe. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien.
1906. — Geologische Beschreibung der Laasergruppe. Jahrb. Geol. Reichsanstalt Wien **56**.
1906. Rothpletz: Geologische Alpenforschungen II. Ausdehnung und Herkunft der rhätischen Schubmasse. München 1905.
1903. Schiller: Geologische Untersuchungen im östlichen Unterengadin. I. Lischannagruppe. Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. B. XIV.
1906. — II. Piz Lad-Gruppe. Ebenda XVI.
1907. Schlagintweit: Die tektonischen Verhältnisse in den Bergen zwischen Livigno, Bormio und St. Maria im Münstertal. Inaugural-Dissertation g. v. d. Philos. Fak. d. Rhein. Friedr. Wilh.-Univ. zu Bonn. München.
1907. Spitz und Dyhrenfurth: Vorbericht über die Tektonik der zentralen Unterengadiner Dolomiten. Sitzung d. Math.-Naturw. Klasse der k. Akad. d. Wissensch. Wien vom 7. Nov. 1907. Sonderabdr. a. d. akad. Anz. Nr 22.
1905. Steinmann: Geologische Beobachtungen in den Alpen. II. Die Schardtsche Überfaltungstheorie usw. Ber. d. Naturf.-Ges. zu Freiburg i. B. XIII.
1906. — Geologische Probleme des Alpengebirges. Zeitschr. d. D. u. Ö. Alpenvereins. Innsbruck.
1851. Studer: Geologie der Schweiz I. Bern und Zürich.
1905. Suess: Über das Inntal bei Nauders. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien **114**, Abt. I. Oktober 1905.
1904. Termier: Nouvelles observations sur les nappes de la région du Brenner. — Sur les nappes de la région de l'Ortler etc. C. R. Ac. Sc. **139**, Paris.
1905. — Les Alpes entre le Brenner et la Valteline. Bull. Soc. géol. d. France (4), V.
1864. Theobald: Geologische Beschreibung von Graubünden. Beitr. zur Geol. Karte der Schweiz. II. Liefg. Bern.
1866. — Die südöstlichen Gebirge von Graubünden usw. Ebenda III. Liefg. Chur.
Dazu: Geologische Karte der Schweiz, Blatt XV u. XX. 1 : 100000.
ca. 1868. Theobald u. Weilemann: Die Bäder von Bormio usw. I. Teil. St. Gallen.
1876. Ziegler: Über das Verhältnis der Topographie zur Geologie. Zürich. Darin Theobald: Geol. Karte der Schweiz. XV. u. XX. 1 : 150000. Mit Nachträgen.
1906. Zoeppritz: Geologische Untersuchungen im Oberengadin zwischen Albulapaß und Livigno. Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. B. XVI.

Manuskript eingegangen am 4. Februar 1908]

Geologische Übersicht des Gebietes zwischen Livigno und Santa Maria im Münstertal

von Dr. O. Schlagintweit.



Lithographie und Druck der Farben von Dr. C. Wolf & Sohn, München.

Istituto Geografico Militare (Stampa 1908)

Proprietà artistica riservata
(Legge 19 Sett. 1882, N° 1012)

Scala chilometrica di 1 a 100.000

L'equidistanza è di 50 metri

Riproduzione sistema Gliamas

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1908

Band/Volume: 60

Autor(en)/Author(s): Schlagintweit Otto

Artikel/Article: 5. Geologische Untersuchungen in den Bergen zwischen Livigno, Bormio und St. Maria im Münstertal. 198-272