

Meinen lieben Eltern.

Geologische Untersuchungen im östlichen Unterengadin. I. Lischannagruppe.

Von

Walther Schiller.

Mit 5 Tafeln und 21 Zeichnungen im Texte.

I. Benutzte Arbeiten. — II. Vorwort. — III. Geographischer Teil. — IV. Geschichtliches. — V. Schichtfolge. — VI. Tektonischer Teil: a) Vorbemerkung. b) Allgemeines. c) Einzelbeschreibung. — VII. Die Mineralquellen von Schuls-Tarasp. Kaolin. Erdbeben. Erzvorkommen. — VIII. Gesamtergebnisse.

I. Benutzte Arbeiten.

- Blaas** 1902. Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. Innsbruck.
- Böse** 1895. Zur Gliederung der Trias im Berchtesgadener Lande. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Stuttgart. Bd. I S. 218.
- Böse** 1895. Weitere Beiträge zur Gliederung der Trias im Berchtesgadener und Salzburger Lande. Verh. der k. k. Geol. Reichsanst. Wien. S. 251.
- Böse** 1896. Zur Kenntnis der Schichtenfolge im Engadin. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Berlin. Bd. XLVIII S. 557.
- Böse** 1898. Beiträge zur Kenntnis der alpinen Trias.
I. Die Berchtesgadener Trias und ihr Verhältnis zu den übrigen Triasbezirken der nördlichen Kalkalpen. Ibid. Bd. L S. 468.
II. Die Faciesbezirke der Trias in den Nordalpen. Ibid. Bd. L S. 695.
- Bretigny** 1861. Les eaux de Tarasp et Schuls et Notice sur l'Engadine.
- Diener** 1884. Die Kalkfalte des Piz Alv in Graubünden. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien. S. 313.
- Diener** 1888. Geologische Studien im südwestlichen Graubünden. Sitz.-Ber. d. Kais. Ak. d. Wiss. in Wien. Bd. XCVII, Abt. I, S. 606.
- Diener** 1891. Der Gebirgsbau der Westalpen. Wien.

- Escher und Studer** 1839. Geologie von Mittelbündten. Neue Denkschr. d. Schweiz. naturf. Ges. Bd. III. Neuenburg.
- Exkursionskarte des Schweizer-Alpenklub pro 1898 (Silvretta-Muttler-Lischanna) und pro 1899 (Ofenpassgruppe).**
- Favre** 1880. Fossiles des couches tithoniques des Alpes fribourgeoises. Abh. d. Schweiz. Pal. Ges. Bd. VI S. 1.
- Gemmellaro** 1868—76. Studj palaeontologici sulla fauna del calcare a Terebratula janitor del Nord di Sicilia. Palermo.
- Gümbel** 1861. Geognostische Beschreibung von Bayern. Gotha. Bd. I.
- Gümbel** 1887. Geologisches aus Westtirol und Unterengadin. Verh. der k. k. Geol. Reichsanst. Wien. S. 291.
- Gümbel** 1888 (ersch. 1889). Geologisches aus dem Engadin. Jahresber. d. Naturf. Ges. Graubündens, 31. Jahrg.
- Gümbel** 1892. Ueber anstehenden Radiolarien-Jaspis in der Schweiz. Neues Jahrb. f. Min. etc. Stuttgart. Bd. II S. 162.
- Gümbel** 1893. Geologische Mitteilungen über die Mineralquellen von St. Moritz im Oberengadin und ihre Nachbarschaft nebst Bemerkungen über das Gebirge bei Bergün und die Therme von Pfäfers. Sitz.-Ber. der Mathem.-Phys. Klasse der k. Bayer. Ak. der Wiss. München. Bd. XXIII, Heft I, S. 19.
- Gümbel** 1894. Geologie von Bayern. Bd. II. Kassel.
- Imhof** 1898. S. A. C. Itinerarium für die Silvretta- und Ofenpassgruppe oder die Gebirge des Unterengadins. Bern.
- Koch** 1875. Geologische Mitteilungen aus dem vorjährigen Aufnahmegebiet in der Oetzthaler Gruppe. Vorlage der Karte des Pitz- und Kaunserthales. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien. S. 123.
- Koch** 1875. Die Fervallgruppe. Ibid. S. 226.
- Lorenz** 1900. Geologische Studien im Grenzgebiet zwischen helvetischer und ostalpiner Facies. I. Teil. Fläscherberg. Beitr. z. Geol. Karte d. Schweiz. Neue Folge, X. Lieferung.
- Lorenz** 1901. Geologische Studien im Grenzgebiete etc. II. Der südliche Rhätikon. Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. B. Bd. XII.
- Meneghini** 1867—81. Monographie de fossiles du calcaire rouge ammonitique (Lias supérieur) de Lombardie et de l'Appennin centrale. Milan. Palaeontologie Lombarde. 4^e Série.
- Meyer-Ahrens** 1860. Die Heilquellen zu Tarasp und Schuls.
- Mojsisovics** 1870. Das Kalkalpengebirge zwischen Schwaz und Wörgl im Norden des Inn. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien. S. 183.
- Mojsisovics** 1873. II. Beiträge zur topischen Geologie der Alpen. 3. Der Rhätikon (Vorarlberg). Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien. Bd. XXIII S. 137.
- Mousson** 1850. Die Umgegend von Tarasp.
- Neumayr** 1871. Die Cephalopodenfauna der Oolithe von Balin bei Krakau. Abh. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien 1871—73. Bd. V S. 1.
- Neumayr** 1873. Die Fauna der Schichten mit *Aspidoceras acanthicum*. Ibid. S. 141.
- Neumayr** 1879. Zur Kenntnis der Fauna des untersten Lias in den Nordalpen. Abh. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien. Bd. VII, 5. Heft, S. 1.

- Oppel** 1861. Ueber die Brachiopoden des unteren Lias. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Berlin. Bd. XIII S. 529.
- Pichler** 1869. II. Beiträge zur Geognosie und Mineralogie Tirols. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien. Bd. XIX S. 207.
- Planta** 1859. Chemische Untersuchung der Heilquellen von Schuls und Tarasp.
- Rösler** 1902. Beiträge zur Kenntnis einiger Kaolinlagerstätten. Neues Jahrb. f. Min. etc. Stuttgart. XV. Beil.-Bd. S. 231.
- Rothpletz** 1900. Geologische Alpenforschungen. I. Das Grenzgebiet zwischen den Ost- und Westalpen und die rhätische Ueberschiebung. München.
- Rothpletz** 1902. I. Das Gebiet der zwei grossen rhätischen Ueberschiebungen zwischen Bodensee und dem Engadin (geologischer Führer durch die Alpen). Sammlung geol. Führer X. Berlin.
- Rüst** 1885. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Radiolarien aus Gesteinen des Jura. Palaeontographica. Kassel. Bd. XXXI S. 269.
- Schlosser** 1893. Geologische Notizen aus dem bayrischen Alpenvorlande und dem Innthale. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien. S. 188.
- Schlosser** 1895. Zur Geologie von Nordtirol. Verh. d. k. k. Geol. Reichsanst. Wien. S. 340.
- Schmidt** 1891. Beiträge zur Kenntnis der im Gebiete von Blatt XIV der geol. Karte der Schweiz in 1:100 000 auftretenden Gesteine. Anh. zur XXV. Lief. d. Beitr. z. g. K. d. Schw. Bern.
- Steinmann** 1895. Geologische Beobachtungen in den Alpen. I. Das Alter der Bündner Schiefer. Ber. d. Naturf. Ges. zu Freiburg i. B. Bd. IX S. 245. Freiburg i. B. u. Leipzig.
- Steinmann** 1898. Geol. Beobachtungen etc. (Fortsetzung und Schluss.) Ibid. Bd. X S. 215. Freiburg i. B., Leipzig u. Tübingen.
- Studer** 1837. Die Gebirgsmasse von Davos. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. Bd. I. Neuenburg.
- Studer** 1851. Geologie der Schweiz. Bd. I. Bern u. Zürich.
- Tarnuzzer** ca. 1895. Guarda im Unterengadin.
- Theobald** 1856—57. Das Plateau von Tarasp und Vulpera. Jahresber. der Nat. Ges. Graubündens.
- Theobald** 1857. Ueber einen Teil des Unterengadins. Verh. d. Schweiz. Ges. f. Naturw. S. 127.
- Theobald** 1858? Tarasp und seine Umgebung in Graubünden. Jahresber. d. Nat. Ges. Graub. (2). Bd. III S. 5.
- Theobald** 1860. Unterengadin. Geognostische Skizze. Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. Zürich. Bd. XVII. Mit geol. Karte 1:100 000.
- Theobald** 1864. Geologische Beschreibung von Graubünden. Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. II. Liefer. Bern. Darin enthalten: Geologische Karte der Schweiz. Blatt XV. Davos-Martinsbruck 1:100 000.
- Uhlig** 1897 und 1899. Geologie des Tatragebirges. Wien.
- Wähner** 1903. Das Sonwendgebirge im Unterinntal. Ein Typus alpinen Gebirgsbaues. I. Teil. Leipzig u. Wien.

- Ziegler 1876.** Ueber das Verhältniß der Topographie zur Geologie. Zürich. Darin enthalten: Theobalds Geologische Karte der Schweiz, Blatt XV. 1:150 000.
- Zittel 1868.** Die Cephalopoden der Stramberger Schichten. Palaeontolog. Mitteil. Bd. II, I. Abt. Stuttgart.
- Zittel 1870.** Die Fauna der älteren Cephalopoden führenden Tithonbildungen. Ibid. Palaeontographica. Supplem. Kassel.

II. Vorwort.

Wenn sich der Schweizer Geologe **STUDER**¹ im Jahre 1837 beklagte, dass die Bündner Alpen am meisten von Touristen und Geologen vernachlässigt würden, so trifft das erste schon seit einer Reihe von Jahren nicht mehr zu. Ein grosser Fremdenverkehr herrscht in vielen Teilen Graubündens. Zum Teil sind die herrlichen Landschaften der Anziehungspunkt, zum Teil bilden die Heilquellen das Ziel der Reisenden.

Dass das geologische Interesse für Bünden gegenüber andern Gegenden im Hintergrunde stand, war bis vor wenigen Jahren richtig. Indes nach den Untersuchungen über die gewaltigen Ueberschiebungen der Glarner Berge und des Kätkons haben die südöstlich anschliessenden Gebiete sehr an Reiz gewonnen.

Im Sommer der Jahre 1901 und 1902 war ich auf Veranlassung meines hochverehrten Lehrers, Professors **STEINMANN**, damit beschäftigt, einen Teil des Unterengadins geologisch zu untersuchen. Die Ergebnisse sind in vorliegender Arbeit niedergeschrieben. Topographische Grundlage waren die Blätter des Siegfriedatlas im Massstabe 1:50 000 bezw. die Exkursionskarten des Schweizer Alpenklubs pro 1898 (*Silvretta-Muttler-Lischanna*) und pro 1899 (*Ofenpassgruppe*). Als Ausgangspunkte dienten *Sur En*, *Uina da dora*, die neu-erbaute *Pforzheimer Hütte*, *Scarl* und vor allem *Schuls*.

Die von mir bearbeitete Gegend ist der nördliche Ausläufer der Triasmassen, die nordwestlich vom *Ortler* mächtig entwickelt sind.

Angefertigt wurde die Arbeit im Geologischen Institute der Universität *Freiburg im Breisgau* unter Leitung von Professor **STEINMANN**. Die mineralogischen und petrographischen Untersuchungen wurden im Mineralogischen Institute angestellt, wobei mir Herr Medizinalrat Dr. **SCHULTZE** und Herr Professor **OSANN** halfen. Genannten Herren bin ich für Interesse und Mühe zu grösstem Danke verpflichtet.

Das gesamte bearbeitete Material befindet sich im Geolog. Institute der Universität Freiburg.

Die Figuren und meisten Profile sind von den Herren Schilling und Johnson nach photographischen Aufnahmen und Zeichnungen des Verfassers angefertigt. Die kolorierte Karte ist von Giesecke und Devrient, Leipzig, die Zinkos sind von Karl Ebner in Stuttgart und die Clichés von Dr. Albert, München, hergestellt. Für die Ausstattung und Uebernahme sämtlicher Druckkosten gebührt mein Dank der naturforschenden Gesellschaft Freiburg i. B., sowie dem Eidg. Topogr. Bureau in Bern für die bereitwilligst erteilte Erlaubnis, die topographische Karte zu reproduzieren.

Die Einführung der neuen „Recht“schreibung hat einzelne Wörter meines Manuskriptes in einer manchem vielleicht wenig zusagenden Weise verändert.

¹ 1837. S. 1.

III. Geographischer Teil.

Das zu besprechende Gebiet liegt im östlichsten Zipfel der Schweiz, teils auch auf Tiroler Gebiet. Im Nordwesten bildet der *Inn* den natürlichen Abschluss, über den hinaus sich vorliegende Untersuchungen nur wenig erstrecken. Im Nordosten wird es durch den langen schroffen Grat des *Piz S-chalambert* begrenzt, im Osten schneidet es mit dem von magerem Grasboden bedeckten Kamme ab, der die Grenze zwischen Tirol und der Schweiz bildet. Südöstlich wurde noch die Gegend der *Schliniger Alpe* (Tirol) und der *Piz Sesvenna* in den Kreis der Betrachtung gezogen. Im Süden und Westen enden die Forschungen auf dem linken Ufer des *Scarltales*.

Die Höhen schwanken zwischen 1100 und 3200 m.

Jedem Besucher der Gegend fällt sofort der schön oft hervorgehobene Unterschied zwischen den Gegenden nördlich und südlich vom *Inn* auf. Im Norden ein sanft zum *Inn* abfallendes Dach einförmiger Schiefer, die freundliche Dörfer, Gärten und Felder tragen, wo in einer Höhe von 1200 m und darüber noch allerhand Obst, Gemüse, Getreide gedeiht.

Im Süden die dunklen Fichtenwälder, aus denen die schroffen, grauen Dolomitmassen sich auftürmen, häufig mit senkrechten Abstürzen von 4—600 m. In einer Höhe von 1800 m wächst mancherorts die Zirbelkiefer, höher hinauf nur noch die Legföhre bis zu etwa 2500 m.

IV. Geschichtliches.

Die Anfänge geologischer Forschung im Unterengadin reichen in die Jahre 1833 ff. zurück. ESCHER und STUDER machten hier Reisen und veröffentlichten 1839 die „*Geologie von Mittelbünden*“. Für das Unterengadin fielen zwar nur einige flüchtige Bemerkungen ab. Dagegen gab STUDER in seiner „*Geologie der Schweiz*“, Bd. I S. 273, ein recht brauchbares Profil von *Galtür* im Norden, über *Schuls*, *Münstertal* nach *Bormio* im Süden, viel richtiger als spätere THEOBALDSche Durchschnitte. Bemerkenswert ist, dass er im Norden nach SANDERS Angaben die Ueberlagerung der Bündner Schiefer durch Gneiss gezeichnet hat. Ausserdem brachte er einige petrographisch-stratigraphische und tektonische Notizen (z. B. deutet er die *Inntal*überschiebung an S. 377).

Die ersten umfassenden Beobachtungen wurden von THEOBALD mit unermüdlicher Ausdauer und Gewissenhaftigkeit angestellt. In einer kleineren Skizze „*Unterengadin*“, die im Jahre 1860 mit einer geologischen Karte erschien, veröffentlichte er zunächst die Ergebnisse, dann 1864 („*Geologische Beschreibung von Graubünden*“) in einem grossen Bande ebenfalls mit einer Karte. Seine Arbeiten sind in petrographischer und stratigraphischer Hinsicht die Grundlage der neueren Untersuchungen, tektonisch bedeuten sie eher einen Rückschritt im Vergleiche mit ESCHER und STUDER. Seine Profile, sämtlich nach dem Falten-schema gezeichnet, in denen nie ein Formationsglied fehlt, nie eine (Verwerfung oder) Ueberschiebung mit regellosen Einquetschungen¹ vorkommt, entsprechen

¹ ESCHER und STUDER waren derartige Erscheinungen bereits bekannt. (Vgl. STUDER 1837 „*Gebirge von Davos*“, S. 38—41 und Abbildungen; ferner ESCHER und STUDER 1839 „*Geologie von Mittelbünden*“ S. 112, 117, 180—83 und Abbildungen.)

der Wirklichkeit nicht. (Im Texte erwähnt er Verwerfungen auch nur höchst selten.) Wenn er das Wort Ueberschiebung braucht, so meint er damit entweder fächerförmig nach den Seiten übergelegte Schichten oder nicht zerrissene Schenkel liegender Falten.

Eine Ueberschiebungskappe von Gneiss auf dem südlichen Vorgipfel des *Piz Lischanna* zeichnete ZIEGLER 1876 auf einer verkleinerten Ausgabe der THEOBALDSchen Karte ein und fügte im Texte „*Ueber das Verhältnis der Topographie zur Geologie*“ S. 32 und 67 einige Bemerkungen bei.

Ausdrücklich weist dann GÜMBEL 1887 auf solche Erscheinungen am *Piz Lad* hin in einer kleinen Abhandlung „*Geologisches aus Westtirol und Unterengadin*“, ferner 1889 in einer zweiten „*Geologisches aus dem Engadin*“, wo er auf die Verteilung des Ur- und Kalkgebirges westlich vom *Griankopfe* aufmerksam macht, die er mit den Kalkkeilen im Gneiss des *Gstellihorns* vergleicht. Ausser andern tektonischen Beobachtungen z. B. über die *Inntalverwerfungs-* bzw. -*überschiebungsspalte* und einer Erklärung, wie die Heilquellen entstanden seien, sind es hauptsächlich stratigraphische Beiträge. Er weist den engen Zusammenhang mit der Algäuer Triasfacies nach.

Einen wesentlichen tektonischen Fortschritt bezeichnet der Abschnitt über das zu besprechende Gebiet in BöSES „*Zur Kenntnis der Schichtenfolge im Engadin*“, worin die grosse nördliche Triasmulde (vgl. die tektonische Skizze S. 42 meiner Arbeit) richtig erkannt wurde.

1898 erschien die Fortsetzung von STEINMANN'S „*Geologische Beobachtungen in den Alpen I*“, in der die Bündner Schiefer des Unterengadins ausführlich behandelt werden. Ferner wird nachdrücklich auf die grossartigen Ueberschiebungen verwiesen als eine in Bünden allgemein herrschende Erscheinung.

Zum Schlusse sei noch der „*Geologische Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen*“ von BLAAS erwähnt, der 1902 erschien und auch einen kurzen Abriss der Geologie des Unterengadins auf Grund der vorhandenen Literatur gibt.

Alle genannten Untersuchungen erstreckten sich naturgemäss mehr über grössere Gebiete, wobei eine systematische Einzelforschung unterbleiben musste. Infolgedessen war es mir, der ich gerade diesen Zweck verfolgte, vergönnt, manches Neue zu finden, zumal im Hochgebiete, das so gut wie unbekannt war.

V. Schichtfolge.

Wie überall in den Alpen kann man auch in unserem Gebiete zwischen einem präkarbonischen bzw. karbonischen kristallinen Grundgebirge mit spärlichen Resten paläozoischer Sedimente¹ und einem postkarbonischen Deckgebirge unterscheiden.

¹ Die Bündner Schiefer, deren paläozoisches Alter noch lange nicht festgestellt ist, sind hier nicht mitgerechnet. Sie sollen zum Schlusse für sich betrachtet werden.

1. Grundgebirge.

Auf eine genaue Trennung aller altkristallinen Gesteine, die meist derartig innig vergesellschaftet sind, dass eine Untersuchung darüber mit grossen Schwierigkeiten und bedeutendem Zeitaufwande verbunden wäre, habe ich verzichtet. Sie bietet Stoff genug für eine besondere Arbeit. Es möge hier genügen, die hauptsächlichsten Typen zu erwähnen. Auf der beigefügten Karte ist dasjenige Gestein eingetragen, das auf grössere Erstreckung vorherrscht. Die Verbreitung des Grundgebirges beschränkt sich auf den Nordwest-, Ost- und Südrand des zu besprechenden Gebietes.

Granit, Eruptivgneiss, Sedimentärgneiss, Glimmerschiefer, Hornblendegneiss.

Bei weitem die Hauptmasse des Grundgebirges bilden die Granite, Gneisse und Glimmerschiefer. Die Granite und Eruptivgneisse kann man in zwei Arten trennen. Die eine überwiegt am *Inn*. Farbe und Zusammensetzung erinnert sehr an den Juliergranit.

Häufig, aber nicht durchgehends, ist der Muskovit sericitisch ausgebildet, kommt also in feiner Verteilung vor. Neben hellem kommt auch dunkler Glimmer vor. An einzelnen Stellen tritt neben Quarz, Orthoklas, Plagioklas noch Hornblende auf (Hornblendegneiss).

Eine zweite Art findet sich vornehmlich im *Sesvonnagebiete*. Dort überwiegt der Granit den Gneiss bei weitem. Er ist meist weisslichgrau, enthält mächtige graue Feldspäte (bis zu 5 cm Länge), ist stark gepresst und zeigt infolgedessen Augenstruktur. Ab und zu findet man Lager von allotriomorphem Quarz mit etwas Muskovit im Gneiss, z. B. auf dem Gipfel der *Craist Alta* (Grenzkamm im Osten).

Diorit.

Mancherorts sind im Gneiss Partien, die Diorit zu sein scheinen. So in den unteren Teilen der *Val Triazza* und *Lischanna*. Durch starken Gebirgsdruck sind Struktur und ursprüngliche Bestandteile vielfach unkenntlich geworden. In dem Granitzuge nördlich des *Inn* zwischen *Crusch* und *Pradella* kann man vereinzelte Stellen nicht sicher als Granit bezeichnen; es wäre möglich, dass die Zusammensetzung einem Quarz führenden Diorit entspräche.

Quarzporphyr.

Die erste häufigste Art enthält Einsprenglinge (mehrere mm gross) von idiomorphem Quarz, zersetztem farblosem Orthoklas und Plagioklas, Glimmer und blassgrüngelblicher Hornblende mit Einschlüssen von Magnetit (?). Die Grundmasse besteht aus Quarz, Orthoklas, Plagioklas. In frischem Zustande ist die Farbe weisslichgrau bis dunkelgrau mit weisslichen Einsprenglingen von Quarz und Feldspat, in verwittertem heben sich hellbraune Feldspateinsprenglinge von einer braungelben Grundmasse ab. Dieser Quarzporphyr gleicht manchen, die sich als Moränenschutt bei *St. Moritz* finden, ganz ausserordentlich. Am *Piz Cornet* enthält er braunrote oder braungrüne Ausscheidungen, die im Dünnschliffe Einsprenglinge von Orthoklas in einer grünlichen, nicht polarisierenden Masse (wohl zersetzte Hornblende oder Augit) zeigen.

Auf Kluffflächen finden sich moosgrüne Ueberzüge von Epidot, so an der *Craist Alta*.

Bisher war im Unterengadin nur die eben besprochene Porphyrart bekannt und zwar am *Piz Cornet*. Wie wir im tektonischen Teile sehen werden, ist sie mit einer Gneissmasse verknüpft. Beides stellt den Rest einer Ueberschiebungsdecke dar.

Der Quarzporphyr hat nachweislich nur den Gneiss durchbrochen, vielleicht zur Zeit des Rotliegenden, da sich im Verrucano bereits Gerölle von ihm finden. In längeren parallelen Zügen kann man dieses Effusivgestein an der *Craist Alta* sehen, wo es bis 50 m hohe Felsen bildet. Auf dem ganzen Kamme bis nördlich vom *Griankopfe* findet man kleinere Gänge.

Eine modifizierte Art ist ein weissgrauer dichter Quarzporphyr, der selten Einsprenglinge von (Quarz ? und) Feldspat enthält, dessen Grundmasse Quarz und Orthoklas ist. Er steht in kleinen Gängen auf dem *Piz Mezdi* und westlich vom *Griankopfe* an, ferner nördlich von letztgenanntem bei einem kleinen See, wo er nach Norden zu in die erste an Einsprenglingen reiche Art übergeht. Auch sonst gibt es Mittelglieder zwischen beiden.

Am *Piz Cornet* ist in den westlichen Teilen der Quarzporphyrmasse als Einsprengling ausser etwas Quarz, Orthoklas, Plagioklas noch Magnetit in langen Nadeln, ebenso in der Grundmasse. Die Einsprenglinge zeigen Diabasstruktur.

Porphyrit.

Am Nordwesthange des *Griankopfes* sind drei kleine Gänge eines grauschwarzen dichten Porphyrits. Er enthält Einsprenglinge von ein wenig Quarz, ferner zersetztem Plagioklas, die in einer schwer zu untersuchenden mikrogranitischen Grundmasse eingebettet sind.

Am Südrande des Quarzporphyrzuges zwischen dem Gipfel der *Craist Alta* und dem Grenzstein 2763 kommt ein dichtes grauschwarzes Gestein vor, das aller Wahrscheinlichkeit nach ein Porphyrit oder Kersantit ist.

Mit dem Quarzporphyr des *Piz Cornet* ist ein kleiner Gang vergesellschaftet, dessen schlechter Erhaltungszustand im unklaren lässt, ob wir es mit Porphyrit oder Diabas zu tun haben.

Alle diese Gesteine scheinen älter als Verrucano zu sein.

Diabas.

Sicheren Diabas fand ich in geringer Ausdehnung mit dem Quarzporphyr vereinigt, der sich nördlich vom *Griankopfe* auf der Grenze zu dem kleinen See hinzieht, ein grünlichgraues dichtes Gestein, relativ wenig verändert. Vermutlich auch älter als Verrucano.

Casannaschiefer.

Da in dem bearbeiteten Gebiete häufig die Schichten in keiner normalen Lagerung sich befinden, so ist es besonders schwer, wenn nicht unmöglich, den klastischen Komplex, der sich zwischen Gneiss und Muschelkalk einschiebt, zu gliedern und sein Alter zu bestimmen. Die Sedimentärgneisse und Glimmerschiefer habe ich zum Eruptivgneiss und Granit gezogen, nur da besonders kartiert, wo sie zusammenhängend auftreten.

Casannaschiefer sollen nach THEOBALDS Vorgänge die schwärzlichen glimmerhaltigen Schiefer genannt werden, die glänzende Ueberzüge von Graphitoid zeigen, die also ziemlich deutlich als sedimentär gekennzeichnet sind. Es wäre möglich, dass sie die Karbonformation vertreten. Nur selten habe ich sie gefunden, unter der Gneisskappe des *Piz Lischanna*, südwestlich vom *Vadret Lischanna* und an der Quetschzone östlich von *Gross Läger*.

2. Deckgebirge.

Verrucano.

Eine Schichtenfolge von bunten, vorwiegend grünen oder roten polygenen Konglomeraten, die teils grob- teils feinkörnig, häufig

stark glimmerhaltig (Muskovit) sind. Charakteristisch sind Quarzporphyrgerölle. Nach Vergleichen mit andern Gegenden vertreten sie das Rotliegende. Der Verrucano ist im Nordosten, Osten und Süden unserer Triasdolomite entwickelt (unteres *Uinatal*, *Gross Läger*, *Rimswand*, *Val Sesvenna*; ausserdem in kleinen Quetschzonen südwestlich am *Vadret Lischanna*).

Servino.

Weinrote oder grüne, meist glimmerige häufig sandige Tonschiefer, die schwer von dem vorhergehenden Gestein zu trennen sind. Ob sie die obersten Schichten des Verrucano darstellen wie in den Glarner Bergen die Quartenschiefer, mit denen sie Aehnlichkeit haben, oder der Buntsandsteinstufe angehören, ist hier unmöglich zu sagen. Verbreitung annähernd wie die des Verrucano.

Es folgt nach oben

Buntsandstein.

Nur aus Quarzkörnern und tonig-glimmerigen Lagen bestehend, da er eine jüngere Aufbereitungsperiode darstellt zu einer Zeit, wo die kristallinen Brocken des Verrucano vollständig zersetzt waren. Er scheint nicht vorwiegend rot zu sein, wie sonst, sondern grau gelb. Schwärzlichgraue Sandsteinlagen, die in der Quetschzone des *S. Jongrates* vorkommen, halte ich auch für zugehörig zur Buntsandsteinstufe. Nach oben wird er kieselig dolomitisch und geht in Muschelkalkdolomit über. Das Vorkommen des Buntsandsteins schliesst sich im wesentlichen an das des Verrucano und Servino an. Alle drei Bildungen sind als ein Glied kartiert, selten unterschieden, da sie in der Natur infolge tektonischer Vorgänge meist schwer trennbar sind.

Untere Rauhewacke.

Zuweilen schiebt sich zwischen Buntsandstein und Muschelkalk eine kalkige Rauhewackenlage ein, die Gips führt. Ich habe sie nur gefunden in der *Val Triazza*, wo sie eine bedeutende Mächtigkeit hat, und am *Mot del hom (Val Sesvenna)*, wo sie nur einige Meter erreicht.

Muschelkalk.

Während bis in die Zeit des Buntsandsteins und der Unteren Rauhewacke verschiedene Transgressionen stattgefunden haben mögen, folgt von da ab eine Senkung und dauernde Meeresbedeckung bis zum Beginn der Raibler Schichten, wo wahrscheinlich abermals schwache Transgressionen eingetreten sind.

Zunächst liegen über der Unteren Rauhwacke — wo sie fehlt, direkt auf Buntsandstein — Dolomite, dunklere Kalkschiefer, zum Teil mergelig, und feinkristalline bis dichte, helle Dolomite, gelb und schwarz anwitternd. Häufig findet man eine kleine, schlecht erhaltene *Physoporella* (*Diplopora*) *pauciforata*? GÜMBEL und Dadocrinusstielglieder, ausserdem Zweischalerdurchschnitte, nach BÖSE *Modiola triquetra* SEEB., ferner Gastropoden (?), nach GÜMBEL *Natica* und *Chemnitzia*.

Als Beispiel für die Schichtenfolge möge ein anscheinend normales (vielleicht auch nicht) Profil genau beschrieben werden. (Vgl. beigefügte Tabelle S. 12.) Im allgemeinen hat die Untersuchung der Tektonik die Richtigkeit der THEOBALDSchen, GÜMBELschen und BÖSESchen Stratigraphie bestätigt. So möchte ich nur solche Profile ausführlich geben, die noch nicht oder nicht richtig bekannt waren. Ueber die Schichtfolge des Muschelkalkes in *Val d'Uina* siehe BÖSE¹, in *Val Triazza* GÜMBEL² und BÖSE³.

Partnachschiechten.

Dieser Horizont scheint sehr selten zu sein. Nach GÜMBEL⁴ und BÖSE⁵ sollen es Mergel mit *Bactryllien* (*B. Schmidtii* HEER) und Fischschuppen sein. Ich muss gestehen, dass ich davon nichts gefunden habe, doch ist es möglich, dass ein Beobachtungsfehler meinerseits vorliegt. Ueberall an der Grenze von Muschelkalk zum Wettersteindolomit habe ich höchstens durch kohlige Beimengung schwarz gefärbte dünnplattige Dolomite gefunden, meist gehen beide Glieder unmerklich ineinander über. Auch finden sich in verschiedenen Horizonten des Muschelkalkes solche schwarzen Dolomite, auch sogar im Wetterstein zuweilen (angenommen, dass die Lagerung normal ist). Westlich der *Alp Sesvenna* haben die Partnachdolomitschiefer manchmal einen schimmelartigen Anflug, anscheinend Gips⁶.

Wettersteindolomit.

Fast immer ist es ein sehr mächtiger Aufbau von reinen feinkristallinen bis dichten Dolomiten. Es sind die am besten geschichteten von allen. Oft kommen feinkristalline Dolomitbänke, körnelig verwitternd, und dünne grünbraune Bezüge von glänzendem

¹ 1896. S. 565.

² 1888. S. 22.

³ 1896. S. 567.

⁴ 1888. S. 22.

⁵ 1896. S. 569.

⁶ Eine mitgenommene Probe ging beim Transport entzwei.

Muschelkalkprofil bei Gross Läger (oberes Uinatal).

Meeres- höhe ¹ m	Mächtigkeit ² m	Hangendes: Graue und vor allem hell- graue Dolomite mit grossen Diplo- poren: Wetterstein.		
2242—46	je ca. 0,10	Mehrere Kieselhorizonte (Länge der Knollen 0,50 m bis mehrere m) in grauem Dolomit.	} Linker Bacharm.	
2241,40 ca.	0,02	Zwischen Dolomitbänken: Tonschiefer, frisch dunkelgrau glänzend, verwittert rostbraun.		
2240	—	Die höheren Schichten lassen sich am linken Bacharme besser verfolgen.		
2301	0,10	Kieselhorizont (Länge der Knollen 0,50 m bis mehrere m) setzt bei 2240 m über den linken Bacharm.		
2300	7	Mässig dicke Dolomitbänke mit kleinen Diploporen in den oberen Lagen.	} Rechter Bacharm.	
2284	3—4	Schwärzliche, dünnplattige Dolomitschiefer mit dickeren, grauen Bänken wechsellagernd.		
2280	0,03—0,07	Rostige Tonschiefer zwischen grauen Dolomiten.		
2280	30	Dolomitbänke (zu oberst mit Geröll von kleinen Diploporen und Dadocrinus).		
2220	60	Lagen mit Dadocrinus (und kleine Diploporen als Geröll).	} Da, wo der rechte Arm des Baches aus der Schlucht heraustritt, linkes Ufer.	
2200		Hellgraue fast brecciöse Dolomitschicht eingelagert in grauen Dolomitbänken.		
2190 ca.	0,20	Tonschieferlage unverwittert grau-blau, sonst rostig gelbbraunrot. Im Rasen versteckt. (Wie weit dieser Horizont durchgeht, konnte ich nicht feststellen.) Darüber oder darunter kleine Kieselinseln im Dolomit.		} Bachbett westlich der Schäferhütte, Gross Läger.
2170	50	Bläulichgraue und weissliche Dolomite.		
	ca. 20	Graue Kalkschiefer und mässig gebankte Dolomite wechsellagernd.		
		Liegende Schichten des Muschelkalkes hier nicht aufgeschlossen. Weiter südlich an der Rimswand sind es Kalkschiefer und Dolomite, die nach unten in Buntsandstein übergehen.		
etwa 180 m				
Gesamtmächtigkeit mit Hinzurechnung der unteren hier nicht aufgeschlossenen 20 m.				

¹ Anaëroïdmessung.² Schätzung.

Ton auf weisslich verwitterndem Dolomit vor. Kalkbänke sind selten. Die unteren Lagen verwittern vorwiegend dunkelgrau, die oberen weisslichgrau. In den erstgenannten sind Bänke enthalten, mit kleinen weissen Dolomitzklümpchen so besetzt, dass sie ganz schimmelig aussehen. Auch kommt eine Lage von Kieselknollen vor, die ungefähr dieselbe Grösse wie die des Muschelkalkes haben. GÜMBEL¹ erwähnt sie von der *Val Triazza*. In der *Val Cristannes* fand ich etwa 50 m über dem Nordwestufer des Baches — auch im unteren Wetterstein — eine 0,10 m dicke rostige Tonschieferschicht, ganz dünnblättrig. In der *Vallorgia* findet sich eine dünne Lage von Kalkspat. Häufig tritt in den oberen Lagen noch ein Kieselhorizont² auf. Ganz riesenhaft ist er in der *Val Cristannes* entwickelt, wo eine Bank von 0,70—0,90 m Mächtigkeit, durch viele kleine Verwerfungen betroffen, ziemlich weit zu verfolgen ist. Südwestlich von *Gross Läger* schwillt sie bis zu 2 m an. Manche Lagen des oberen Wettersteins sind fein weiss und grau geschichtet, häufig durch Gebirgsdruck brecciös geworden.

Die Gesamtmächtigkeit des Wettersteins dürfte etwa 150 bis 200 m betragen. Charakteristisch sind grosse Physoporellen (*Diplopora annulata*? SCHAFFH.) und kleine Schnecken von mancherlei Gestalt. Leider ist es nie gelungen, bestimmbare Exemplare zu bekommen. Zweischalerdurchschnitte, darunter erkennbare Brachiopoden und Muscheln, sind häufig. Merkwürdig sind kleine, fast zylindrische oder sich zuspitzende Stäbchen, die mit den andern Versteinerungen zusammen vorkommen. Vielleicht sind es kleine Schnecken, jedenfalls sind erkennbare darunter. Massenhaft sah ich sie am *Piz S-chalambert*, ferner als Geröll in der *Val Cristannes* und *Triazza*. Ganz ähnliche Gebilde kommen zusammen mit keulenförmigen Seeigelstacheln zwischen *Lüner See* und *Cavelljoch* im Rhätikon vor. Auch da ist das Gestein vermutlich Wettersteinkalk. Weiter fand ich sie in der *Val Gianduns* bei *Scanfs*. Dort schien mir ziemlich sicher eine verkehrte Schichtfolge zu sein. Da nun ein weisslicher Dolomit mit kleinen Schnecken und den genannten Stäbchen über Rauhacke (Raibler?) liegt, darf man vermuten, dass es Wettersteindolomit ist.

¹ 1888. S. 22.

² Im Dünnschliffe zeigten sich kümmerliche Reste von Foraminiferen und Radiolarien.

Raibler Schichten.

Ueber dem Wettersteindolomit folgt gewöhnlich ein nicht sehr mächtiger Aufbau von bunten Tonschiefern (zum Teil mit Radiolarien?), kalkigen Rauhvacen, Kalkschiefern, Dolomit, grauen Dolomitreccien mit Eisenoxyd und selten rotem Sandstein. Jedes dieser Glieder kann vorhanden sein oder fehlen. Fehlen alle Glieder, wie es an manchen Stellen der Fall ist, so ist entweder möglich, dass die Raibler Schichten dort überhaupt nicht ausgebildet sind, mithin Festland war, oder sie sind als Dolomite ausgebildet, so dass keine Grenze zwischen Wetterstein und dem über den Raibler Schichten folgenden Hauptdolomit, was BÖSE¹ bereits erwähnt, bemerkbar ist, eine Erscheinung, die nach GÜMBEL² auch in den bayrischen Alpen vorzukommen scheint. Dann hätten wir also eine Facies, wie sie BÖSE³ und SCHLOSSER⁴ aus den Tiroler Kalkalpen beschreiben, wo die Raibler Schichten als sogenannter Ramsaudolomit ausgebildet sein können.

Es ist ferner nicht unmöglich, sogar wahrscheinlich, dass mancherorts durch Ueberschiebung diese Formation ausgequetscht worden ist. Darauf soll im tektonischen Teile dieser Abhandlung näher eingegangen werden.

Einige Profile mögen nun die verschiedenartige Ausbildung der Raibler Schichten zeigen. Liegendes ist immer Wettersteindolomit, Hangendes Hauptdolomit, wo nicht besonders bemerkt.

Durchschnitt: Obere *Vallorgia*, rechter Arm.

- | | |
|--|--------------|
| II. Kalkige Rauhvacke mit Dolomit gemischt . . . | } etwa 20 m. |
| I. Gelbe und rote bröckelige Schiefertone . . . | |

Weiter südwestlich: *Vallorgia*, linker Arm.

- | | |
|--|------------|
| II. Kalkige Rauhvacke | etwa 20 m. |
| I. Braunrote, unten grünlichschwarze bröckelige Schiefertone | einige m. |

Untere *Vallorgia* (*La Foppa*).

Hangendes fehlt.

Rauhvacke, ziemlich mächtig.

¹ 1896. S. 611. ² 1861. S. 222.

³ 1895. Neues Jahrb. etc. Bd. I S. 218 und Verh. d. k. k. Geol. etc. S. 252, ferner 1898 S. 560.

⁴ 1895. S. 340.

Val Lischanna, rechte Talseite.

Mächtige Rauhwanke: Breccie aus Dolomit und Kalk; wenn verwittert zellig porös; zuweilen gebankt, meist ungeschichtet; enthält riesige, offenbar in der Brandung abgesetzte Blöcke.

Mot S. Jon (Nordnordwestseite).

- II. Graue, gut geschichtete Dolomitbreccie mit roten Eisenoxydputzen einige m.
 I. Rauhwanke, Dolomite und rote Tonschiefer, wegen Gehängeschutt nicht gut trennbar etwa 30 m.
 Die Dolomitbreccie mit Eisenoxyd sieht äusserlich der Liasbreccie ganz ähnlich, unterscheidet sich aber von ihr dadurch, dass sie nie Kalk zu führen scheint.

Mot S. Jon (Westseite).

Von *Plan da Fontanas* (im *Scarltale*) zur Wand des *Mot S. Jon* hinaufgehend trifft man folgendes:

- XVII. Graue Dolomitbreccie mit Eisenoxyd 6 m.
 XVI. Grauschwarze glänzende Tonschiefer 0,5 m.
 XV. Dolomit 0,5 m.
 XIV. Gelblichrötlicher Kieselschiefer 0,3 m.
 XIII. Dolomit 1 m.
 XII. Rötlichgrünlicher Kieselschiefer 0,2 m.
 XI. Dolomit 1 m.
 X. Rötlichgelblichgrünlicher Kieselschiefer zum Teil mit glänzend rotbraunem Tonüberzuge 0,3—0,4 m.
 IX. Dolomit etwa 5 m.
 VIII. Gelbrote bröckelige Schiefertone 1 m.
 VII. Knollige Dolomite mit roten Tonbeschlügen 1 m.
 VI. Braunrote bröckelige Schiefertone 1 m.
 V. Roter glimmerführender Sandstein 0,1 m.
 IV. Braunrote Schiefertone, bröckelig 1 m.
 III. Gelbgrüne bröckelige Schiefertone 0,3 m.
 II. Gebankter Dolomit einige m.
 I. Rötliche Kalkschiefer in gebanktem Dolomit einige m.

Gesamtmächtigkeit etwa 25 m.

Nordseite des *Piz Pisoc* (*Piz Lavetscha*).

Rauhwanke und dolomitische gelbgraue Breccie.

Piz Madlain, Südostwand.

BÖSE¹ gab bereits ein Profil durch Wettersteindolomit (= Arlbergkalk) und Raibler Schichten. Er² rechnet einen Teil der Rauhacke, die nach seiner Darstellung mit Dolomiten normal wechsellagern soll, zum Wetterstein. Wie wir im tektonischen Teile sehen werden (vgl. auch Profil Va S. 68), ist hier jedoch eine verwickelte Lagerung, insofern verschiedene liegende Falten von Wettersteindolomit und Raibler Schichten vorhanden sind. Demnach ist die BÖSEsche Auffassung wohl nicht berechtigt, da der Wetterstein sonst immer in dem von mir besuchten Gebiete als Dolomit, höchstens als Kalkschiefer ausgebildet ist.

Am *Piz Mezaun (Mezzem)* im Oberengadin, der zum Vergleiche von BÖSE³ herangezogen wird und ähnliche Zwischenlagen im Wettersteindolomit enthalten soll wie *Piz Madlain*, Südostfuss, ist vielleicht auch eine solche Komplikation; doch habe ich ihn nicht besucht. Jedenfalls sind die Lagerungsverhältnisse im Oberengadin häufig ganz erstaunlich verwickelt.

Ganz dieselbe kalkfreie Dolomitbreccie mit Eisenoxyd⁴ wie am *Mot S. Jon* fand ich in der unteren *Val Trupchum* bei *Scanfs* als Geröll, ebenso gelbe kalkige Rauhacke mit verrucanoähnlichen Brocken, Kalk- und Dolomitbruchstücken (im Tobel *Channels*). Wenn die Kalke und Dolomite Muschelkalk und Wettersteindolomit sind, wäre die sie enthaltende Rauhacke jedenfalls zu den Raibler Schichten gehörig. In diesem Sinne spricht sich auch BÖSE⁵ aus.

In der *Val Gianduns*, nordwestlich von *Scanfs*, kommt ebenfalls Rauhacke vor. Da hier eine überkippte Lagerung vorzuliegen scheint, und da über der Rauhacke ein Dolomit liegt, der Wetterstein zu sein scheint (siehe unter Wettersteindolomit S. 13 unten), dürfte die Rauhacke Raibler Alters sein.

Besondere Bedeutung für einen Vergleich mit der Facies im Unterengadin hat ein Profil an der *Alp Clavadatsch (Piz Padella)*. Geht man den Weg von Samaden hinauf zur genannten Alp, so trifft man an dem Fusspfade, der sich im Walde aufwärts schlängelt, auf eine bunte kalkfreie Breccie, die aus Brocken von Glimmerschiefer, Dolomit, Eisenoxyd etc. besteht. Sie ist mit Rauhacken

¹ 1896. S. 574, 612.² Ibid. S. 576, 612.³ 1896. S. 612.

⁴ Die Auffassung von deren Raibler Alter habe ich unabhängig von STEINMANN gewonnen, der ähnliches schon vom Piz Bardella (nördlich der Julierstrasse) beschrieben hat (1898. S. 231).

⁵ 1896. S. 586.

und Dolomiten (Wetterstein? Hauptdolomit?) dermassen verquickt, dass es aussieht, als ob tektonische Vorgänge dies bewirkt hätten. Diese Rauhacken und Breccien sehen den Raibler Schichten des von mir bearbeiteten Gebietes im Unterengadin ausserordentlich ähnlich bis auf die kristallinen Bruchstücke. Von der Alp Clavadatsch aufwärts trifft man nordnordöstlich des Baches auf gelblichen brecciösen Dolomit, der nach oben in dieselbe bunte kalkfreie Breccie übergeht wie unterhalb der Hütte im Walde. Eingelagert sind roter Sandstein und rote Tonschiefer. Zu oberst folgt grauer, dann roter bröckeliger Schiefertone. Dieser Aufbau ist den Raibler Schichten am *Mot S. Jon* noch viel ähnlicher. Am *Piz Padella* dürften also, wie DIENER¹ bereits vermutet hat, die Raibler Schichten, vielleicht auch schon Wetterstein vorhanden sein, die transgredierend auf Kristallinem oder Verrucano liegen mögen, während weiter südlich nach BÖSE² Hauptdolomit (oder Dolomit, der die Raibler Schichten vertritt), über Buntsandstein transgrediert, ebenso auch im Südwesten und Süden nach STEINMANN³. Die eben besprochenen Schichten an der *Alp Clavadatsch* haben in der Literatur ziemlich verschiedene Deutung erfahren. DIENER⁴ hält sie für Verrucano, (GÜMBEL⁵ spricht sich nicht darüber aus), BÖSE⁶ nennt sie Buntsandstein, ROTHPLETZ⁷ teils Röthidolomit, teils Kössener Schichten.

Südsüdwestlich stossen nun diese ziemlich horizontalen Lagen an einer westnordwestlich streichenden Verwerfung gegen Fucoiden führende Kalk- und Tonschiefer, die denen am *Bilkengrätze* (Rhätikon) ähneln und vielleicht Flysch sind. In den höheren Schichten zeigen sie senkrechte Schlepplage. Dies ist nebenbei die einzige etwas grössere Verwerfung im engeren Sinne, die ich wenigstens im Engadin und Rhätikon gesehen habe. Vgl. zu diesem Profile auch BÖSES⁸ Beschreibung und Karte. ROTHPLETZ⁹ gibt in seinem Führer einen Durchschnitt, bei dem ein Irrtum untergelaufen ist. Eine Diskordanz zwischen dem brecciösen gelblichen Dolomit (nach ihm Röthidolomit) und bunter Breccie etc. (seinen Kössener Lagen) ist nicht vorhanden, die scheinbar senkrechte Schichtung ist eine allerdings sehr regelmässige Klüftung, die aber auch in die bunte Breccie fortsetzt.

¹ 1888. S. 40.² 1896. S. 599 ff.³ 1898. S. 220.⁴ 1888. S. 4 ff.⁵ 1893.⁶ 1896. S. 602.⁷ 1902. S. 152 ff.⁸ 1896. S. 600 ff.⁹ 1902. S. 152.

Die soeben angeführten Beobachtungen über das Oberengadin machen keinen Anspruch auf vollständige Richtigkeit der Auffassung, da ich mich mit der Gegend und der betreffenden Literatur zu wenig beschäftigt habe. Ich möchte nur einige mit aller Vorsicht aufzunehmende Hinweise gegeben haben.

Hauptdolomit.

Gegen Ende der Raibler Ablagerungen folgt wieder eine Senkung und konstante Meeresbedeckung bis gegen Ende der Trias, deren Ablagerungen den Hauptdolomit darstellen.

Es ist ein grauer, meist sehr dick und gut gebankter Dolomit, feinkristallin bis dicht. Vielfach ist er durch Druck brecciös geworden. Nie enthält er Kalk. Wohl das mächtigste von allen Formationsgliedern, durchschnittlich etwa 200 bis 1000 m. Es kommen zwar noch grössere Mächtigkeiten vor, so am *Piz S-chalambert*, *Piz Pisoc* oder gar *Piz S. Jon*, wo ungefähr 3400 m erreicht werden. Es ist aber so gut wie sicher, dass hier mächtige zusammengestauchte Massen vorliegen.

Fossilien sind sehr selten und schlecht erhalten. Im unteren Hauptdolomit (normale Lagerung vorausgesetzt) der oberen *Val Lischanna* (vgl. die Fossilpunkte auf der Karte südöstlich der *alten Klubhütte P. 2517 m*) in etwa 2500—2700 m Höhe fand ich eine Anzahl Zweischalerdurchschnitte, ferner lithodendronähnliche Gebilde, die nach WÄHNER¹ im Sonwendgebirge und nach HOEKS² Untersuchungen im Plessurgebirge in der mittleren Trias vorkommen — 50—80 m über der unteren Grenze des Wettersteindolomites. Es ist demnach, auch nach der petrographischen Aehnlichkeit, nicht unmöglich, sogar wahrscheinlicher, dass die unteren Lagen des Hauptdolomites (den Raibler Schichten und) dem Wetterstein zugesprochen werden müssen. Auch fand ich als Geröll ein Stück dunkelgrauen Kalkes mit massenhaften Zweischalerdurchschnitten, das indes auch dem Steinsberger Kalke (vgl. S. 22) angehören könnte. Ebenso sitzen südlich vom Pisocgipfel Zweischalerdurchschnitte im anstehenden Dolomit. Jedenfalls ist es merkwürdig, dass an diesen Stellen die Versteinerungen im Hauptdolomit so häufig sind, da sonst nirgends solche gefunden sind. THEOBALD³ erwähnt, dass in Bünden nie Fossilien des Haupt-

¹ 1903. S. 80.

² Mündl. Mitteilung.

³ 1864. S. 33.

dolomites bekannt geworden seien. GÜMBEL¹ gibt zwar aus der *Uinaschlucht* Natica und Chemnitzia an. Aber hier kommt kein Hauptdolomit vor; wie schon BÖSE² erkannte, ist es Muschelkalk. Letztgenannter³ hat auch nirgends Versteinerungen der in Frage stehenden Formation gefunden.

Trotzdem scheint sie fossilführend zu sein. Denn auch in den oberen Lagen kommen Zweischalerdurchschnitte vor. Ganz grosse zweifellose Exemplare fand ich westnordwestlich vom Gipfel des *Piz Lischanna* in einem grossen Couloir, wo auf der linken Seite Hauptdolomit diskordant gegen Liaskalke der rechten Seite stösst (siehe Fossilfundpunkt). Wenn hier keine ganz ungewöhnliche Lagerung ist, so müssen diese Bivalven (Megalodonten?) in den obersten Horizonten des Hauptdolomits liegen. In Bezug auf Petrefaktenführung würde sich unsere Facies also weniger der Algäuer als der Nordtiroler⁴ und Berchtesgadener⁵ (Dachsteinkalk) nähern, welche Megalodonten bergen.

Es kommt hinzu, dass der Lias bzw. rhätische Kalk, der, wie wir bald sehen werden, mit Auslassung der Kössener Mergel über Hauptdolomit transgrediert, Bruchstücke von Dolomit führt, die mächtige Bivalven, höchstwahrscheinlich Megalodonarten, einschliessen. Solche fand ich mehrmals. Am Südufer des kleineren der beiden Seen in der *Val Trigl* („*Its Laiets*“ im romanischen Volksmunde) sind mächtige Bänke zum Teil aufgearbeiteten Dolomits, den ich deswegen als Lias kartiert habe. Hier kommen viele Megalodontdurchschnitte, auch herausgewitterte Steinkerne mit Lithodendron (?) zusammen vor. Am Südufer des grösseren Sees ist ein zweites Vorkommen, in roter Kalkbreccie sitzen Dolomitbrocken mit den erwähnten Zweischalern. Ein drittes ist am *Piz Lischanna* (Nordvorgipfel).

Da man doch wohl annehmen muss, dass der Lias im allgemeinen nur den obersten Hauptdolomit aufgearbeitet hat, da ich ferner nie so beschaffene Muscheldurchschnitte im Wetterstein oder Muschelkalk gefunden habe, so stehen diese Funde auf sekundärer Lagerstätte mit dem vorher genannten im oberen Hauptdolomit selbst im besten Einklange.

¹ 1888. S. 20.

² 1896. S. 567.

³ Ibid. S. 618.

⁴ FICHLER 1869. S. 207, 208 und FICHLERS Beschreibung in NEUMAYR 1879, S. 4.

⁵ BÖSE 1895. Verh. d. k. k. Geol. etc. S. 252, 253.

Kössener Mergel (Kontortazone).

Es ist fast ganz sicher, dass dieses Glied vollständig fehlt. Nie habe ich eine Spur davon bemerkt, auch nicht als Geröll. GÜMBEL¹ gibt zwar an, dass er aus der Entfernung an der Scharte zwischen *Piz Ayüz* und dem Grate, der zum *Triazza* führt — wenn ich ihn recht verstanden — und im Gesteinsschutte Kössener Mergel gesehen habe, „graue, mergelige, oft gelb angewitterte Schichten, deren meist schlecht erhaltene Versteinerungen wenigstens darüber keinen Zweifel lassen, dass sie der rhätischen Stufe angehören.“ Das muss ein Irrtum oder eine Verwechslung sein.

Lias.

1. Steinsberger Kalk und Breccie.

Dolomitische eckige Bruchstücke, manchmal gewaltige Blöcke, teils durch Dolomit, teils durch grauen oder roten Kalk (vielfach mit Crinoiden) oder durch rote Tonschiefer verkittet; dünnplattige rote, schwarzgraue, graue und weisse Kalke; Kalkbreccie²; rote Tonschiefer. Manche Dolomitbreccienlagen führen auch grauen und gelblichen Sandstein (*Lais da Rims*, Wand nordöstlich vom *See 2734* und südlich vom *See 2566*) und kohligen schieferigen Ton (ebenda, Wand nordöstlich vom *See 2734*). Das könnten aber vielleicht Einpressungen älterer Formationen (Buntsandstein und Raibler) sein, da sie in einem an Quetschzonen reichen Bezirke vorkommen.

Hauptfossilien sind Stielglieder von *Pentacrinus* und *Apiocrinus* in verschiedenen Grössen. Selten findet man einen kleinen Seeigel, anscheinend *Diademopsis* sp. (sieben schlechterhaltene Exemplare von ca. 2,5 cm Durchmesser), *Waldheimia* aus der Gruppe der *W. Ewaldi* OPPEL³ (eine genau übereinstimmende Art konnte ich in der Literatur nicht finden), *Pecten?* sp., grössere Schnecken, darunter *Pleurotomaria?* sp. (vgl. Fundorte, Nordwestgrat *Piz Lischanna*, nordwestlich *Vadret Lischanna*)⁴.

¹ 1888. S. 23.

² Selbstverständlich befindet sich auch Druck- und Reibungsbreccie darunter.

³ 1861. S. 539, Taf. IX, Fig. 1a—d.

⁴ Auf die wohl erhaltene Liasfauna, die ich während der Drucklegung dieser Schrift bei Plattas am *Piz S-chalambert* entdeckt habe, komme ich in einer Arbeit über die Gruppe des *Piz Lad* zu sprechen.

Die Mächtigkeit ist grossen Schwankungen unterworfen, sie kann = Null werden (Ausquetschung? zum Teil), kann auf etwa 4—500 m anschwellen (offenbar durch Zusammenstauchung). Die mächtigen Wände des *Piz Lischanna*, *Triazza*, *Ayüz* sind vorwiegend daraus aufgebaut. Die grösste horizontale Verbreitung ist in der Glaciallandschaft von *Lais da Rims*.

Versuchen wir uns eine Vorstellung von der Bildung der genannten Schichten zu machen. Am Ende der Hauptdolomitzeit, wo in vielen benachbarten Gegenden die Kössener Mergel abgelagert wurden, erfolgte im Unterengadin eine Trockenlegung des Meeresbodens, vielerorts war Festland, an andern Stellen mag der Absatz von Dolomit noch angedauert haben. Schon bei der Trockenlegung wird die Oberfläche des Hauptdolomits in der Brandung aufgearbeitet sein. Jedenfalls aber bei der Ueberflutung und zwar wohl mehrmals. Das beweisen die Steinsberger Kalke, die zum Teil selbst wieder als Breccie vorzukommen scheinen. Vielleicht setzten die Transgressionen und Aenderungen des Gesteins zu verschiedenen Zeiten ein. Die grossen Unregelmässigkeiten in faciemlicher Ausbildung des Kalkes und der Breccie lassen sich kaum anders erklären. Manchmal fehlt die Dolomitreccie, manchmal dieselbe mit kalkigem Bindemittel oder die Kalke, selten ist die Kalkbreccie vorhanden. Ferner enthalten die später zu besprechenden jüngeren Lias-schiefer vereinzelt Linsen von Breccien u. s. w. Vollständig unmöglich wird eine Gliederung der Steinsberger Kalke und Breccien dadurch, dass infolge riesiger Ueberschiebungen jede normale Lagerung verwischt worden ist. Ein Beispiel möge diese Tatsache erläutern. Man findet an einer Stelle Hauptdolomit, darüber liasische Algäuschiefer, auf die Hauptdolomit überschohen ist.

Erstens ist es möglich, dass der Hauptdolomit gar nicht aufgearbeitet und keine Steinsberger Breccie auf ihm abgesetzt wurde, dass hier also eine kleine Hauptdolomitinsel aus dem Meere zur Zeit der Steinsberger Breccie hervorragte. Darauf wären dann unmittelbar die Algäuschiefer (Lias) aufgelagert. Schliesslich wurde dann durch tektonische Vorgänge ein Teil des Hauptdolomits über die Schiefer gefaltet und geschoben.

Zweitens könnte die Lagerung auch so gedeutet werden: Es lag ursprünglich Steinsberger Breccie auf Hauptdolomit, darauf die Algäuschiefer. Durch Faltung und Ueberschiebung wurde die erste ausgewalzt und weggenommen, an ihre Stelle wurden die letzt-

genannten nachgeschoben, schliesslich wurden Dolomit und Schiefer nochmals in liegende Falten gelegt.

Beide soeben erörterten Fälle scheinen vorzukommen. Letzter ist ganz sicher, denn häufig kann man Faltungsdiskordanzen und blanke Verschiebungsflächen dabei beobachten.

Ueber das Alter der Steinsberger Breccie und Kalke lässt sich nichts ganz Sicheres sagen. THEOBALD gibt aus dem Crinoidenkalke von der Ruine *Steinsberg* bei *Ardez* (dem der unsrige allerdings ähnlich und nach dem er genannt worden ist), Belemniten, *Rhynchonella Greppini*, *Avicula Sinemuriensis* D'ORB. an. Nördlich vom Samnaun sind ebenfalls gleiche Crinoidenkalke, in denen zweifellose Ammoniten und Belemniten gefunden worden sind. Nach Analogie mit diesen und noch entfernteren Gebieten könnte man unsere Kalke und Breccien, wenigstens die Hauptmasse, für unteren Lias erklären, zumal vielfach in den Alpen zur unteren Liaszeit eine Transgression stattgefunden hat. Zudem findet sich in unserem Gebiete massenhaft ein grosser *Pentacrinus (tuberculatus?)*, wie sie aus dem Rhät nicht bekannt sind. Einzelne Lagen mögen indessen bis in diese Formation reichen. Prof. STEINMANN hat ein Stück schiefrigen rötlichen Kalkes, der Lithodendren enthält, am *Piz Lischanna* aufgelesen. Ferner habe ich in der oberen *Val Lischanna* ein dunkles Kalkgeröll gefunden, das voll Zweischalern war, es sieht auch wie *Rhätkalk* aus. Zum Teil hat BÖSE¹ also wohl recht, wenn er den Steinsberger Kalk als Rhät bezeichnet. Aehnliche Uebergänge aus rhätischem Kalk in liasischen beschreibt WÄHNER².

2. Algäuschiefer.

Es folgen jetzt fast immer nicht sehr mächtige schwarzgraue dünne, oft etwas kohlige und manganhaltige Tonschiefer, zum Teil kalkig, die im allgemeinen bei der Verwitterung lange gelbe Streifen auf den Schichtflächen bekommen, die so charakteristisch sind, dass man von Streifenschiefern reden könnte. Eine ausführliche Analyse des Schiefers vom *Lischanna* hat GÜMBEL³ gegeben.

BÖSE⁴ will Spuren von Belemniten darin gefunden haben. Mir ist es nie gelungen, trotzdem ich eifrig danach gesucht habe. Es kommen vielfach Wurmspuren und Algen (?) vor, so dass sie den Schiefen des mittleren Lias im Algäu⁵, den Fleckenmergeln,

¹ 1896. S. 576, 615. ² 1903. S. 108, 110 u. a. O.

³ 1888. S. 48. ⁴ 1896. S. 570, 615. ⁵ GÜMBEL 1894. S. 100.

einigermassen ähneln. Dagegen muss ich mich GÜMBELS¹ und BÖSES² Ansicht anschliessen, dass sie den später zu besprechenden sogenannten Bündner Schiefern im *Inntale* und nördlich davon, die THEOBALD als Liasschiefer kartiert hat, nicht im mindesten gleichen. Dass letztgenannte jurassischen Alters sind, dafür liegt nicht der geringste Anhalt vor. Im Gegenteil, wo zweifelloser Jura mit diesen Bündner Schiefern vorkommt, ist er scharf unterschieden. Es wird sicher Ausnahmen geben. Aber z. B. bei der *Alp bella* nördlich vom Samnaun ist diese Verschiedenheit ausgeprägt. Dort findet sich bei der sogenannten *Küche* ein etwas nach Süden überkipptes Gewölbe, das unter Bündner Schiefer taucht. Das Gewölbe besteht nun aus Crinoiden, Zweischaler, Ammoniten, Belemniten führenden massigen Kalken und rauhen Kalkschiefern des unteren Lias, während unmittelbar daneben die Bündner Schiefer eine fossilleere wechselnde Folge von Kalk- und Ton-schiefern sind.

Ebenso ist es z. B. in dem Tobel *Channels*, der in die *Val Trupchum* bei *Scanfs* mündet. Ueber typischem Bündner Schiefer, den STEINMANN³ als Flysch anspricht, liegt eine in flachliegende Falten gelegte Serie von scharf davon getrennten (in einzelnen Handstücken freilich kann man sie häufig nicht unterscheiden) mergeligen Kalkschiefern, die den Algäuer Fleckenmergeln petrographisch und faunistisch ganz ausserordentlich ähnlich sind. Sie führen Algen, Radiolarien, Spongiennadeln, grosse Exemplare von *Inoceramus ventricosus* SOW. (*Falgeri* MERIAN), Pectiniden, Arietiten, Harpoceraten. Einige dünnblättrige Lagen erinnern an die Posidonienschiefer (Lias ϵ) in Südwestdeutschland. Auch ein Kieselknollenhorizont kommt vor, der Aehnlichkeit mit Vorkommnissen im Malm des Rhätikon hat. DIENER⁴ beschreibt aber auch aus dem Lias des Oberengadin (*Piz Michel, Alv, Suvretta*) Kieselbänder, „welche in den nordöstlichen Alpen die unterste Stufe des Lias von *Enzesfeld* charakterisieren“.

Oberer Lias, Dogger und unterer Malm sind in der Lischannagruppe nirgends sicher nachgewiesen. Immerhin wäre es denkbar, dass ein Teil der als mittlerer Lias kartierten Schiefer, sowie die unteren Lagen der als mittlerer und oberer Malm bezeichneten Schichten den oberen Lias, Dogger und unteren

¹ 1888. S. 25. ² 1896. S. 577.

³ 1895. S. 262. 1898. S. 290.

⁴ 1884. S. 315. 1888. S. 40.

Malm vertreten, weil beide Glieder sich manchmal sehr gleichen. GÜMBEL¹ sprach ähnliche Vermutungen aus für die Liasschiefer des Algäu, WÄHNER² für die Radiolarienhornsteine des Sonnwendgebirges. Wahrscheinlich aber herrschen ähnliche Verhältnisse wie in den übrigen Teilen der Alpen, wo ja Dogger selten ist, weil zu der Zeit meistens Festlandsperiode war und Abtragung der Liasschichten erfolgte.

Malm.

1. *Akanthicuskalk.*

Graue Kalke, verwittert graubraun, die eine reiche verhältnismässig gut erhaltene Fauna enthalten. Diese Stufe war bisher noch nirgends bekannt. Gelegentlich eines Besuches fand Prof. STEINMANN mitten im Gebiete der Liasbreccie der oberen *Val Lischanna* einen Belemniten, gleich darauf ich einen *Aptychus*. Bei näherer Untersuchung stellte sich heraus, dass hier unmittelbar auf der Liasbreccie eine winzige, vielleicht 100 qm fassende Malmkalkinsel liegt. (Die Algäuschiefer sind jedenfalls zur Doggerzeit abradirt worden.) Jüngere Schichten sind nicht vorhanden.

Ausserdem habe ich diese Fauna nur an einer einzigen Stelle auf noch viel kleinerem Raume gefunden, unmittelbar unterhalb vom Gipfel des *Piz S-chalambert*. Ebenfalls auf Liasbreccie folgend liegt hier Kalk mit viel spärlicheren Versteinerungen, überlagert von grauen Kalkschiefern, die dem obersten Malm entsprechen dürften (No. II des Tithonprofiles, S. 28). Am *Piz Lischanna*, wo ein ziemlich normales Profil zu sein scheint, liegen die Kalkschiefer direkt auf Algäuschiefern oder es schieben sich grünliche Tonschiefer dazwischen. Mit den hangenden Kalkhornsteinen und Hornsteinen, die sicher ins Tithon hinaufreichen, besteht ein inniger Zusammenhang.

Am See zwischen dem Firn des Cornet und Lischanna ist grauer Liascrinoidenkalk als aufbereitete Breccie in Kalk enthalten, der den *Acanthicusschichten* vollständig gleicht; an deutlichen Fossilien kann ich jedoch nur einen Belemnitendurchschnitt anführen.

Fossilien der *Akanthicuskalke.*

(Im ganzen etwa 26 Arten.)

Foraminiferen, darunter *Textularia*. Fundort: *Oberes Lischannatal*.

Radiolarien. Fundort: Gipfel des *S-chalambert*.

¹ 1861. S. 435.

² 1903. S. 117.

Trochocyathus truncatus ZITTEL (1870, p. 164, Taf. 15, Fig. 20—22). 16 Exemplare. Die kleine, scharf abgeschnittene Aufwachsfläche ist an meinen Exemplaren nicht zu beobachten. Die Pfählchen sind, wie man an einzelnen Individuen deutlich sieht, nur verdickte Fortsätze der Sternleisten (entweder des I. und II. Zyklus oder des III). Sowohl die ZITTELSchen als auch meine Stücke zeigen nur einen Kranz von 12 Pfählchen, während jetzt gewöhnlich als Merkmal von *Trochocyathus* zwei Pfählchenkränze angegeben werden. Das Säulchen scheint teils zu fehlen, teils aus der Verwachsung der Pfählchen hervorgegangen zu sein, an einigen Exemplaren sieht man griffelförmige Stäbchen im Zentrum.

Eine schlanke, auch wohl zur genannten Art gehörige Koralle hat unregelmässige Einschnürungen. Fundort: Obere *Val Lischanna*.

Crinoiden. } Fundort: Gipfel des *Piz S-chalambert*.
Seeigelstachel. }

Eine Schnecke. Fundort: *Lischannatal*.

Rhynchotheutis sp. } Fundort:
" cf. *Suessi* NEUMAYR¹. } *Lischannatal*.
" *tenuis* NEUMAYR². }

Aspidoceras Haynaldi Herbig (NEUMAYR 1873, p. 194, Taf. 42, Fig. 3), 3 Exemplare. Siehe Fig. 4. Fundort: *Lischannatal*.

Perisphinctes sp. ca. 7 grössere Exemplare. Fundort: *Lischannatal*.

Perisphinctes plebejus NEUMAYR (1873, p. 175, Taf. 35, Fig. 3). Fundort: *Val Lischanna*.

Perisphinctes fasciferus NEUMAYR (1873, p. 183, Taf. 39, Fig. 1). Siehe Fig. 5. Fundort: *Lischannatal*.

Oppelia cf. *zonaria* OPPEL (ZITTEL 1868, p. 88, Taf. 15, Fig. 4—6). Fundort: *Lischannatal*.

Oppelia Schwageri OPPEL (NEUMAYR 1873, p. 168, Taf. 33, Fig. 5). 2 Exemplare. Bei meinen Stücken scheinen die Externknoten nicht ausgesprochen mit den Marginalknotenpaaren zu alternieren, sondern zum Teil in derselben Zone zu stehen. Siehe Fig. 2. Fundort: *Lischannatal*.

Oppelia Holbeini OPPEL sp. (NEUMAYR 1873, p. 166, Taf. 33, Fig. 1). 2 Exemplare. Siehe Fig. 1 (verdrückt). Fundort: *Val Lischanna*.

¹ 1871. S. 27, Taf. 9, Fig. 3.

² 1873. S. 157, Taf. 31, Fig. 3.

Lytoceras sp. 7 Exemplare. Fundort: *Lischannatal*.

Lytoceras sutile OPPEL sp. (ZITTEL 1868, p. 76, Taf. 12, Fig. 1—5). Fundort: *Lischannatal*.

Phylloceras oder *Haploceras* sp. Fundort: *Lischannatal*.

Phylloceras a. d. Gruppe d. Ph. serum OPPEL (ZITTEL 1868, p. 66, Taf. 7, Fig. 5—6). Fundort: *Val Lischanna*.

Fig. 2. *Oppelia Schwageri* OPP.

Fig. 1. *Oppelia Holbeini*
OPP. sp.

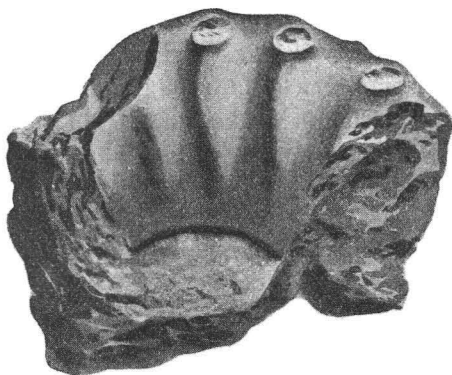
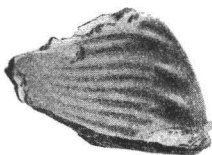


Fig. 3. *Belemnites ensifer* OPP.

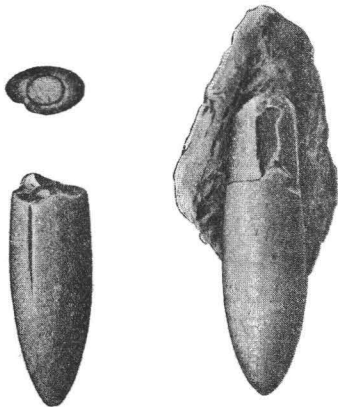
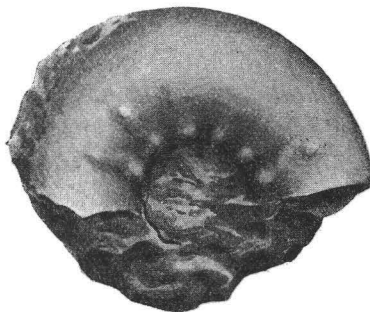


Fig. 4. *Aspidoceras Haynaldi* Herbich.



Natürliche Grösse.

Aptychus sublaevis? STOPP. (1867—81, p. 118, 211, Taf. 23, Fig. 2—4, Taf. 24, Fig. 2, 6). Ca. 15 Exemplare. Fundort: *Val Lischanna*.

Aptychus profundus STOPP. e. p. (1867—81, p. 122, 212, Taf. 25, Fig. 4, 5, 6, 8, 9). 13 Exemplare. Fundort: *Val Lischanna*.

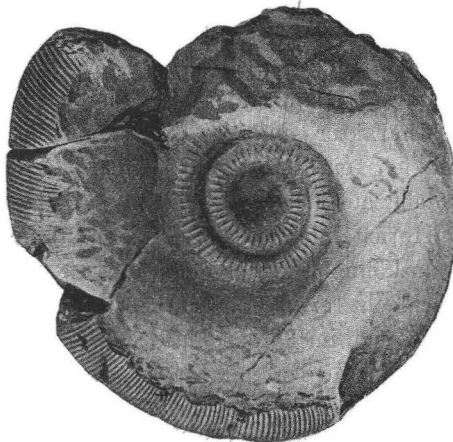
Aptychus cf. *Beyrichi* OPPEL (GEMMELLARO 1868—76, Parte I, p. 25, Tav. III, Fig. 17, 18). Massenhaft. Fundort: *Piz S-chalambert*.

Belemnites sp. 5 Exemplare. Fundort: *S-chalambert* und *Lischanna*.

Belemnites a. d. Gruppe des *B. hastatus*, vorausgesetzt, dass er nur eine Furche hat; die eine Seite ist nicht herauspräparieren. Fundort: *Piz S-chalambert*.

Belemnites ensifer OPPEL (FAVRE 1880, p. 13, Pl. I, Fig. 14—17), verdrückt. Siehe Fig. 3. Da er verdrückt ist und vielleicht einen kreisrunden Querschnitt hatte, könnte es auch *Belemnites Gemmellaroi* ZITT. (GEMMELLARO 1868—76, Parte I, p. 22, Tav. III, Fig. 8, 9) sein. Fundort: *Lischannatal*.

Fig. 5. *Perisphinctes fasciferus* NEUM.



$\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse.

2. Tithon.

Ein Profil, das eine ziemlich ungestörte Schichtenfolge zu haben scheint, wenn auch die einzelnen Lagen hart durch den Gebirgsdruck gequält sind, ist in der oberen *Val Lischanna* am Gletscher; es mag als Typus für den petrographischen Habitus dienen. Hier steht ein hoher gelber Felsenklotz mit senkrechten Wänden, an seinem Fusse ist ein Haufwerk von Riesenblöcken aufgetürmt. Den Sockel bilden Algäuschiefer, die jedoch vollständig unter den Trümmern herabgefallener jüngerer Gesteine begraben liegen.

VIII. Feine graue (verwittert gelbliche) und hellbraunrote Kiesel- und Mergelkalke zum Teil mit massenhaften deutlichen Radiolarien (Schleifsteine, vielleicht Neocom). } nicht sehr mächtig.

VII. Schwarzgrüne dünnbankige Hornsteine vollständig von Sprüngen durchsetzt, mit vielen deutlichen Radiolarien.	} nicht sehr mächtig.
VI. Rote Tonschiefer und Hornsteine (manchmal braunsteinhaltig) mit recht gut erhaltenen Radiolarien.	
V. Grüne Hornsteine (teils tonig).	} bedeutende Mäch- tigkeit.
IV. Gelblichgrünliche abwechselnde Lagen von Kalk und tonigem Hornstein, jener gewöhnlich stark herausgefressen, undeutliche Radiolarien.	
III. Grüne und rote kalkreiche Tonschiefer . .	} etwa 2 m.
II. Klingendharte, dünnschichtige, graue Kalkschiefer, tonig, kieselig, schlechte Radiolarien.	} 2—3 m.
I. Feinschichtige grünlichgelbgraue Tonschiefer mit Kalkspatadern.	

Von I bis VIII ist ein ganz allmählicher Uebergang, nach oben nimmt der Charakter einer Tiefseeablagerung zu.

In IV fand ich einen sehr fraglichen Belemniten¹. Auch GÜMBEL² gibt solche aus der *Val Triazza* an, die nach seiner Beschreibung den Hornsteinmergelschiefern entstammen, also keine Liasbelemniten sein können, wie er meint. STEINMANN fand in rotem tonigem Kalke schlecht erhaltene Durchschnitte von Aptychen (?) oder Muscheln, was auch im Dünnschliffe sich nicht entscheiden liess.

In VI waren folgende Radiolarien zu bestimmen³: *Lithocampe* (?), *Cenellipsis* cf. *macropora* RÜST, ausserdem sind noch andere unbestimmbare und zwei neue (?) rundliche Radiolarien darin, ferner mikroskopische Nadelchen von *Sphaerozoum* (?).

Die Schichten I bis VI gleichen, wie andere schon hervor-gehoben haben, den Aptychenschichten der *Val Trupchum* und des Algäus. In jenem Tale (Tobel *Chanelts*) kommen genau solche grünen und roten Tonschiefer, Hornsteine und Kalke vor. Die roten Hornsteine führen viele Radiolarien, selten Aptychen, die roten und grüngrauen Mergelschiefer häufig kleine gerippte Aptychen, die ich nicht zu bestimmen wage. Jedenfalls sind es Formen des mittleren oder oberen Malm. GÜMBEL⁴ fand *Aptychus protensus* und *pumilus*, BÖSE⁵ *Aptychus gracilicostatus*, STEINMANN⁶

¹ Auf die grossen Mengen von Tithon-Fossilien, die ich ebenso wie die des Lias im Sommer 1903 bei *Plattas* (*S-chalambert*) gefunden habe, kann ich auch erst in der nächsten Arbeit eingehen.

² 1888. S. 23—24.

³ Nach RÜST 1885 Taf. II.

⁴ 1892. S. 162. 1893. S. 44.

⁵ 1896. S. 585.

⁶ 1898. S. 241.

Pygope diphya, einen Nautiluschnabel, Aptychen von Oppelia und Aspidoceras, Belemniten, also eine Fauna des allerobersten Jura.

Ob alle Stufen von I an schon dem Tithon angehören, ist fraglich, ich fasse sie alle zusammen, weil sich bezüglich ihres Alters keine Grenze ziehen lässt. In vielen Gegenden der Alpen finden sich Radiolarienhornsteine sowohl im mittleren wie im oberen Malm.

STEINMANN¹ hielt die Kalke und Mergelkalke, die mit den Tonen und Hornsteinen vorkommen („bunte Foraminiferenkalke = couches rouges“), für obere Kreide, infolge ähnlicher Vorkommen im Algäu und in der *Iberger* Klippenregion. Undeutliche Reste schienen ihm damals Globigerinen zu sein, doch ist keine einzige erkennbare gefunden, im Gegenteil, viele deutlicher erhaltene lassen Bestimmung als Radiolarien zu.

Ich muss hier einige ganz anologe Beispiele von oberen Juraschichten besprechen in Gebieten, die auch erst jüngst genau untersucht worden sind. STEINMANN² fand an dem Berge *Cotschna* bei *Klosters* in einem Profile Raibler Rauhwanke, Hauptdolomit und Lias, über denen Kieseltonen und -kalke folgen, die nach oben in reine Radiolarienhornsteine übergehen. Dagegen hat HOEK³ im Plessurgebirge solche Hornsteine — auch im oberen Malm — gefunden, die aber — anscheinend in normalen Durchschnitten — unter den Kalken und Hornsteinkalken liegen.

SCHLOSSER⁴ beschreibt vom *Spitzenstein* bei *Erl* ebenfalls direkte Ueberlagerung des Lias durch Hornsteine.

Uebereinstimmend mit den beiden letztgenannten Lagerungsverhältnissen ist die Ausbildung im Sonwendgebirge. WÄHNER⁵ gibt an, dass dort über mittleren und oberen Liaskalken dünngeschichtete Hornsteine, Kieselmergel und Kieseltonen meist rot und grün gefärbt, folgen. Darüber liegt eine Hornsteinbreccie⁶ (Dislokationsbreccie nach ihm), deren hangende Schichten gelblich-graue Kalke⁷ mit grauen oder schwärzlichen Hornsteinlagen bilden. Das höchste Glied sind Aptychenkalke⁸, dünnplattige, graurötliche Mergelkalke und Kieselkalke mit Hornsteinlagen, in enger Verbindung mit dem vorhergehenden Gliede (den Hornsteinkalken).

¹ 1898. S. 241—42.

² Nach mündl. Mitteilungen und Gesteinsproben.

³ Nach mündl. Mitteilungen. ⁴ 1893. S. 198. ⁵ 1903. S. 116.

⁶ Ibid. S. 118. ⁷ Ibid. S. 125. ⁸ Ibid. S. 127.

Fast möchte es den Anschein haben, als sei im Unterengadin und am Berge *Cotschna*¹ eine ungeahnte Komplikation, derart, dass die ganze Malmserie sich in verkehrter Lagerung befände. Ebenso wahrscheinlich ist es aber, dass verschiedene Faciesausbildungen vorliegen, dass z. B. mehr Radiolarienhornsteine im Engadin abgesetzt wurden zu einer Zeit, wo im Sonnwendgebiete Hornsteinkalke und Aptychenkalke sich ausschieden.

Was die Verbreitung des Malm anbetrifft, so ist sie ganz allgemein, ebenso wie die der Liasbreccie und Algäuschiefer, freilich viel lückenhafter. Bisher war nur das Vorkommen am *Lischanna* und Umgebung bekannt. In winzigen Resten konnte ich sie überall nachweisen. Auch ausserhalb des von mir untersuchten Gebietes kommen sie vor. Führer Neuhäusler in *Schuls* brachte ein Stück des roten Radiolariantonschiefers vom *Piz Pisoc* mit (Schneide zwischen *Hauptgipfel 3178,0* und *3139 m*).

Die schwarzen Hornsteine (VII) und kieseligen Mergelkalke (VIII) sind nur am *Lischanna* vorhanden.

Neocom.

Als solche habe ich den VIII. Horizont im Malmprofil, die jüngste Ablagerung von sicher bekanntem Alter, abgetrennt, erstens, um ihn besonders zu kartieren als ein vereinzelt merkwürdiges Vorkommen, zweitens, weil mit dieser Ablagerung eine neue Periode der Erdgeschichte eingeleitet wurde. Offenbar erfolgte von jetzt ab eine beständige Hebung des Meeresbodens, ob noch am Ende der Jura- oder zu Anfang der Kreidezeit, ist aus Mangel an Versteinerungen nicht ersichtlich. Seit jener Zeit scheint, abgesehen vielleicht von der Gegend am *Inn*, wo die Bündner Schiefer liegen, die ganze Gegend Festland geblieben zu sein, oder jüngere Schichten sind abgetragen. Selbst die noch immer nicht als Flysch erkannten Bündner Schiefer kommen hier nie vor.

Basische Eruptiva.

Peridotit (Serpentin).

Ausser den unter dem Abschnitt „Grundgebirge“ besprochenen älteren kristallinen Gesteinen tritt noch ein Peridotgestein auf,

¹ Nach ROTHPLETZ' Profil (1900 S. 5) muss die Lagerung an der *Cotschna* sehr verwickelt sein. Er hält übrigens die kalkigen Lagen des oberen Malm für Lias, die Kalkhornsteine und Hornsteine für Perm (1900 S. 4).

das nach Untersuchungen anderer Autoren¹ allem Anscheine nach ziemlich jungen (wohl postjurassischen) Ursprungs ist, und zwar das Zersetzungsprodukt, der Serpentin. Er ist vollständig durch die Gebirgsbewegungen zertrümmert, zum Teil asbestartig geworden und von Rutschflächen durchzogen, so dass man ganz selten ein richtiges Handstück schlagen kann. Das Steigen und Klettern an solchen Felsen ist das Scheusslichste, was ich kenne. Er tritt in zwei Zügen südlich vom *Inn* parallel mit ihm auf.

Drusen und Gänge des Serpentin.

In Drusen enthält er einen Teil des Spaltungsproduktes aus Peridotit, $MgCO_3$ als reinen Magnesit oder als Dolomit, sogenannten Taraspit, der einen schönen blassgrünen Schmuckstein abgibt.

Nicht selten enthält jenes Mineral Spuren von Eisen und Anflüge eines violetten Mineralen, von dem zu wenig reiner Stoff zur Bestimmung vorhanden war.

Hervorzuheben sind die Gänge im Serpentin. Sie enthalten ebenfalls viel Magnesit, sodann ein eisen- und arsenhaltiges graues Silikat, in dem ein grünes Eisensilikat sehr verbreitet ist. Leider sind diese Stoffe wegen Verunreinigung sehr schwer zu bestimmen. THEOBALD führt eine ganze Anzahl sonstiger Mineralien an, darunter Nickelblüte, die ich nicht gefunden habe. Vielleicht hat er das eben erwähnte grüne Eisensilikat dem äusseren Ansehen nach dafür gehalten. Allerdings will er es chemisch nachgewiesen haben (vielleicht in Proben von andern Fundstellen).

Zwei ziemlich lange Gänge sind im Bette der *Clemgia* parallel nebeneinander, einen kleinen Gang trifft man im Walde in einer grabenförmigen Runse südsüdwestlich von der *Meierei S. Jon.* Zwei ganz winzige Gänge an der *Innbrücke 1177 Schuls-Pradella* am rechten Ufer. Eigentümlich ist das übereinstimmende Nordsüdstreichen sämtlicher Gänge. Da sich z. B. im Gneiss am *Inn* nordsüdlich verlaufende kleine Verschiebungsflächen mit wagerechter Riefung zeigen, die sich durch den von Süden kommenden Gebirgsschub gebildet haben, so stellen diese Gänge vielleicht auch solche Verschiebungsrisse dar, auf denen die Ganglösungen emporströmen.

¹ Vgl. STEINMANN 1898. S. 251—258.

Ophicalcit oder Kalkserpentin, THEOBALDS Verde antico.

Es ist die Kontaktzone zwischen dem oberen Serpentinzuge und dem oberen Bündner Schieferzuge. Hier sind beide innig vermengt, Brocken des einen Gesteins sitzen im andern und umgekehrt. Ich habe die Zone nur zwischen *Val Lischanna* und *Clemgia* nachweisen können. Dass etwa der Serpentin jünger wäre als die Bündner Schiefer und diese durchsetzt hätte, liess sich leider nicht feststellen.

Grünschiefer.

An einer Stelle in der *Val Chazet* kommt ein effusives dichtes, grünes, durch Druck stark zerquetschtes und geschiefertes Gestein vor, dessen Natur unter dem Polarisationsmikroskope nicht mehr zu ermitteln war.

Bündner Schiefer.

Bemerkenswert ist, dass sie nie im normalen Schichtenverbande unseres Gebietes vorkommen, was schon STEINMANN¹ betont hat. Es wird also eine fremde Facies sein.

Man muss zwei ganz verschiedene Arten von Bündner Schiefern auseinanderhalten, 1. die „grauen“ kalkig-tonigen Schiefer, die gewöhnlichen Bündner Schiefer, und 2. die weit selteneren „bunten“ Schiefer.

1. Graue Schiefer.

Kalkig-tonige Schiefer mit Kalkspat- und Quarzlinzen, bald reine, dicke Kalkbänke, bald feinblättrige graue bis schwarze Tone, häufig sericitisch, in buntem Wechsel, deren scheinbar ungeheure Mächtigkeit sich durch ausserordentliche Zusammenstauchung infolge eines von Süden kommenden Gebirgsschubes erklärt. An einigen Stellen sind die Umbiegungsstellen grosser Falten mit parallelen Schenkeln sichtbar z. B. bei *Sent*.

Manchmal stellen sich wie am *Piz Champatsch* (nördlich von *Schuls*) glimmerreiche oder grobsandige Lagen ein. Kohlige Beimengungen sind häufig. Nie jedoch kommen Gipse vor (höchstens ganz vereinzelt infolge tektonischer Störung), sie sind den nachher zu besprechenden „bunten“ Schiefereignen eigentümlich².

Trotz aller angestrebten Versuche ist es bis heute noch niemandem gelungen, das Alter der Bündner Schiefer einwandfrei

¹ 1898. S. 266—68.

² Vgl. STEINMANN 1898. S. 245.

festzustellen. Teils werden sie für Flysch, teils für jurassisch, teils — besonders von den österreichischen Geologen — für paläozoisch gehalten. Bis jetzt sind vortriadische oder triadische Fossilien nie darin gefunden worden, ebensowenig in der weiteren Umgebung unseres Gebietes jurassische. Häufig ist allerdings das Aussehen der Schiefer höchst paläozoisch.

Am meisten sagt mir die Vermutung STEINMANN¹ zu, dass der grösste Teil wohl dem Oligocänflysch entspricht. Nach THEOBALD² gleichen sie zum Verwechseln den Schiefen von *Chur*, *Viamala* und *Schyn*. Mir fiel die grosse Aehnlichkeit auf zwischen dem Flysch der *Tschingelschlucht* bei *Elm*, des *Bilkengrates* bei der *Tilisunahütte* (im Rhätikon), den Schiefen an der *Alp Clavadatsch (Piz Padella)* bei *Samaden*, in der *Val Trupchum* bei *Scanfs* — wo scharf geschieden Liasschiefer darüber folgen — und am *Inn* bei *Schuls*.

Allen ist das Führen von Algen gemeinsam. In der *Val Trupchum* glaubt STEINMANN Chondrites Targioni³ gefunden zu haben. GÜMBEL⁴ fand Algen am Fusswege zwischen Dorf und Festung *Nauders*. Deutliche Algenreste habe ich am Südgehänge des *Piz Champatsch* bei *Schuls* gesammelt. Aus andern Gegenden sind schon mehrfach Algenvorkommen beschrieben. Auch Glieder der Kreide könnten im Unterengadiner Schiefer enthalten sein. Im Rhätikon hat LORENZ⁵ Schichten der unteren Abteilung dieser Formation gefunden, die sich petrographisch nicht vom Flysch unterscheiden lassen, auch führen sie ganz ähnliche Algen.

Zum Schlusse dieses Abschnittes muss ich ein Vorkommen südlich vom *Inn* besprechen. Auf das grosse Dach der zusammenhängenden Bündner Schiefer nördlich vom *Inn* legen sich bunte Schiefer, Serpentin, Gneiss, darauf folgt eine zweite Scholle von Serpentin, bunten (nicht immer vorhandenen) und grauen Schiefen, auf die Gneiss folgt. Diese grauen Schiefer, die THEOBALD als Muschelkalk (MV) kartiert hat, sehen den übrigen im allgemeinen sehr ähnlich, doch sind auch andere Elemente hineingepresst. Ausser zweifellosen Gneissbrocken⁶, die an der *Richardsbank* (linkes *Scarltal* bei *Arona*) im Kalkschiefer sitzen, findet sich an selbiger Stelle eine Lage von Crinoidenkalk⁷,

¹ 1895. S. 245 ff. ² 1864. S. 261.

³ 1895. S. 262. 1898. S. 290. ⁴ 1887. S. 295. 1888. S. 12.

⁵ 1901. S. 39, 48, 54. ⁶ Von STEINMANN entdeckt.

⁷ Im Dünnschliffe zeigte sich zweifellose Echinodermenstruktur.

der denen des Lias an der *Alp bella* (Samnaun) zum Verwechsell ähnlich sieht.

Glimmerphyllite von paläozoischem Gepräge sind auch vorhanden, ferner kalkige Kieselschiefer.

2. Bunte Schiefer (THEOBALDS¹ grüne Schiefer zum Teil und rote Schiefer) und Quetschzone.

Graue, gelbe, braune, rote, vor allem grünliche Tonschiefer, teils sericitisch, auch kalkig, häufig mit Kalkspat- und Quarzadern und Quarzlinen.

Ihnen ist das Führen von weissrötlichen Gipslagern, die Dolomitbröckchen enthalten, eigentümlich.

Die bunten Schiefer sind das rätselhafteste Gebilde unserer Gegend. Dass sie auf den grauen liegen, beweist noch lange nicht, dass sie jünger als diese sind, da sie recht gut überschoben sein können. Sie für durch Kontakt metamorphosierte graue Schiefer zu halten, wie THEOBALD² zum Teil wollte, ist wohl nicht zulässig, da sie Gips enthalten, der aus jenen nie bekannt geworden ist. Ausserdem kommen auch graue Schiefer in Berührung mit Serpentin u. s. w. vor, ohne verändert zu sein. Vielleicht³ sind die basischen Effusivgesteine überhaupt älter als die sie umgebenden Schiefer, wenigstens als die grauen, so dass der Kontakt nur mechanisch ist. Eine zweifellose Kontaktmetamorphose liess sich jedenfalls nirgends feststellen (vgl. auch oben unter Kalkserpentin). Ebenso hat GÜMBEL⁴ bereits Gründe gegen THEOBALDS Ansicht angeführt. STEINMANN⁵ hält es nach Vergleichen mit andern Gegenden für möglich, dass die bunten Schiefer Verrucano oder Trias vertreten wegen petrographischer Aehnlichkeit und Gipsführung⁶. Allerdings wäre es eine ganz andere Facies wie die Schichten der normalen Sedimentreihe unseres Gebietes, die ja durch die polygenen Konglomerate, durch die Sandsteine und andere Merkmale charakterisiert sind, wenn auch grüne und rote sericitische Tonschiefer ebenfalls vorkommen (Servino).

In den bunten Schiefeln stecken manchmal — normal, zum Teil vielleicht eingewickelt — graue Dolomite und Marmore.

¹ 1864. S. 25—27.

² 1864. S. 27. ³ Vgl. auch STEINMANN 1898. S. 251.

⁴ 1888. S. 52. ⁵ 1898. S. 262 u. nach mündl. Berichte.

⁶ S. auch THEOBALD 1864. S. 27.

Am Fusswege von der *Innbrücke* (1117 m) bei *Sur En* nach *Crusch* sind grüne (glaukonitische?) Kalke unbekanntes Alters mit reichlichem Schwefelkies und grauer Marmor mit Kalkspatgängen eingelagert. In diese hineingequetscht ist Spilit (?). Die grünen Kalke beherbergen eine reiche Fauna von schlecht erhaltenen Foraminiferen, Radiolarien, runden Crinoidenstielen und Zweischalern.

Am schönsten kann man die Fortsetzung dieser Quetschzone bei *Ardez* an der felsigen Strasse nach *Schuls* beobachten. Von Lagerung kann man gar nicht mehr reden. Auf kleinem Raume findet man eine Musterkarte von allerhand Formationen. Neben Liasbreccie und -kalk, die mit Spilit (?) durchquetscht sind, liegt Granit (?) gepackt, der eingepresste Bündner Schiefer enthält, undefinierbare Dolomite sitzen einträchtig bei Juliergranit u. s. w.

Ebenso wie die grauen Bündner Schiefer kommen auch die bunten als Schuppe südlich vom *Inn* vor. So in der *Val Chazet*, wo ich auch Gips als Geröll fand. In der *Val Triazza* sind schwarze Tonschiefer, Grauwacke, graue und rotbraune Tonschiefer (Raibler Schichten?) und Marmor (Trias?, Paläozoicum nach BÖSE¹), sowie schwarzer kalkiger Tonschiefer mit viel Schwefelkies in die bunten Schiefer eingeschaltet. Sie stellen anscheinend eine Quetschzone der merkwürdigsten Glieder dar. Welche Formationen sich daran beteiligen, wird vielleicht nie mit voller Sicherheit ermittelt werden.

Ich habe im vorhergehenden immer von bunten² Schiefeln gesprochen, um sie von den „Grünschiefern“³ zu unterscheiden, die nach SCHMIDT⁴ dynamometamorph veränderte Eruptivgesteine vom Typus der Diabase und Spilite (Variolite) sind. In der Natur kann man z. B. bei *Ardez* direkt den Uebergang in ein grünes Massengestein beobachten. In unserem Gebiete kommen Grünschiefer von sicherem Ursprunge nicht vor (siehe unter „Grünschiefer“). THEOBALD⁵ hat die bunten Schiefer und die obengenannten zusammengefasst. Seine „roten“ habe ich zu den bunten gezogen, weil sie im Grunde nichts Verschiedenes und

¹ 1896. S. 568, 575, 608.

² Auch THEOBALD 1864 redet im Texte zuweilen von bunten Schiefeln.

³ STEINMANN 1898. S. 263.

⁴ 1891. S. 56—64.

⁵ 1864. S. 25—27 und auf seiner Karte Blatt XV: Davos-Martinsbruck, 1864.

auch recht farbenreich sind, ferner die sericitischen quarzitäen Tonschiefer, die er mit den geschieferten Eruptivgesteinen vereinigt hat. GÜMBEL¹ hat wie THEOBALD bunte Schiefer und Grünschiefer nicht getrennt. Während aber jener beide für umgewandelte Eruptiva (mit einigen Ausnahmen) hielt, erklärte dieser sie für sedimentär.

Diluvium.

1. Glacialerscheinungen.

Als älteste erhaltene Spuren sind die weitverbreiteten Erscheinungen zu nennen, die die früher viel ausgedehnten Gletscher hinterlassen haben. In grossem Massstabe kann man das im *Inntal* sehen. Der ehemalige *Inngletscher* erstreckte sich vom Berninagebiet in gewaltiger Mächtigkeit bis ins Unterengadin, überall findet man Gletscherschrammung und -glättung, kantengerundete Moränenblöcke und Moränen.

In unserem Gebiete reichen allerhand Moränenreste, z. B. Gneiss, Granat führende Hornblende- oder Augitgesteine, Spilite (?) u. s. w. bis zu 2130 m, vielleicht noch höher empor (am nördlichen Abhang des *Piz S-chalambert* beobachtet, Barometermessung). Festgepackte Grundmoränenreste sind am tieferen *Inntal*gehänge nicht selten. Nach GÜMBEL² hat der Gletscher noch die *Norberthöhe* zwischen *Martinsbruck* und *Nauders* überschritten, also reichte er nach der Siegfriedkarte dort noch über 1408 m empor.

Aeusserlich macht sich das ganze *Inntal* als ehemaliges Gletschertal durch seine flachtrogförmige U-Gestalt kenntlich, in dem später der Fluss seine V-förmigen Schluchten eingesägt hat.

Dass zur Diluvialzeit auch die Gletscher unseres engeren Gebietes eine weit grössere Ausdehnung gehabt haben, ist selbstverständlich. Die riesige flache Schüssel der *Schliniger Alpe* mit Sümpfen und Mooren war ehemals vom *Sesvennagletscher* bedeckt, ebenso die wellige Hochebene von *Lais da Rims*. Wundervolle Rundhöcker mit Stoss- und Leeseite sind dort erhalten (siehe Bild Tafel VIII, 2). Die langgezogenen Mulden der weichen Liasschiefer sind meist vom Gletscher ausgeschürft, über dem tonigen Untergrunde haben sich bis heute kleine Seen erhalten.

Im allgemeinen sind jedoch die Moränenblöcke wegen der Kürze des Transportes so eckig geblieben, dass man sie von Ge-

¹ 1893 S. 25.

² 1887. S. 295 u. 1888. S. 12.

hängeschutt nicht unterscheiden kann; ausserdem sind gewöhnlich die Spuren der Vereisung vollständig durch Einfluss der Atmosphären verwischt, von Schutt bedeckt oder von den Bächen zerstört. Ganz junge Endmoränenreste findet man in der oberen *Val Triazza* und oberen *Val Lischanna*. Gut erkennbar ist die alte Moräne des *Sesvennagletschers* im gleichnamigen Tale da, wo die Granitgneissbrocken auf Trias liegen. Am Gehänge nordwestlich von *Scarl* erstrecken sie sich mindestens bis 2100 m Höhe, also waren die Eismassen hier sicher etwa 350 m mächtig. Grundmoränenreste fand ich westlich von *Mot del hom*.

2. Flussablagerungen.

Beim Abschmelzen und Zurückgehen des Eises mögen auch die Flüsse eine entsprechend grössere Wassermenge gehabt haben. Jedenfalls waren aber die Flussbetten noch nicht eingesägt, so dass die ersten Schotterterrassen ziemlich hoch abgelagert wurden.

Südlich und südwestlich von *Schuls* nimmt man deutlich bis zu 4 *Innterrassen* wahr, die durch kleinere Abstufungen miteinander verknüpft sind. Auch im *Scarl*tale sind Spuren erhalten, besonders gut am Wege von *Plan da Fontanas* nach *Avrone*. Kurz vor der *Richardsbank* führt eine hölzerne Brücke über die schüttige Böschung, an der man in der Höhe geschichtete Massen von Blöcken und Steinchen sieht. Das ist eine Flussablagerung in etwa 60 m Höhe über dem jetzigen Wasserspiegel des *Clemgiabaches*.

Alluvium.

Wie immer, ist Diluvium und Alluvium nicht scharf zu trennen.

1. Kalksinter und Nagelfluh.

Wer von *Schuls* einen Spaziergang auf der Landstrasse nach *Sent* oder *Crusch* macht, wird mächtige Kalksintermassen bemerken, die grosse Flächen am Gehänge bedecken. Häufig haben sie die Gerölle zu einer Nagelfluh verkittet. Ueberall an solchen Stellen rieselt oder rieselte Wasser auf den Schichtflächen des ziemlich undurchlässigen, tonigen, grauen Bündner Schiefers herab, mit Kalk beladen, den es bei der Verdunstung an Felsen, an Gräsern, Sträuchen, Baumwurzeln wieder absetzte. Auf diese Weise entstehen Tropfsteinbildungen, wie in der *Val Clozza*, und Inkrustationen organischer Gebilde. Hübsche Blätterabdrücke und Kalkspatkristallbildungen finden sich in dem Steinbruche an der Strasse *Schuls-Crusch* in dem *Tobel da Muglins*.

Tuffe sind am häufigsten auf der linken *Inn*seite. Rechts kommen sie auch vor und reichen bis zu 1560 m empor. Einen gerundeten Kalksinterblock fand ich sogar in 2100 m Höhe im *Lischannatale*.

2. Gehügeschutt.

Grössere Bergstürze liessen sich nirgends nachweisen.

Dagegen spielen mächtige Schutthalden, hauptsächlich der Kalk- und Dolomittfelsen, eine grosse Rolle. Riesenblöcke sind nördlich der unteren *Val Gatschera* und gleich südlich der *Unaschlucht* von den Muschelkalkwänden herabgestürzt. Auch die Kalkhornsteine des Malm haben am Nordwestrande des *Lischannagletschers* gewaltige Trümmerhaufen erzeugt.

Die Gneisse haben bei weitem nicht — abgesehen von dem Saume zwischen *Sur En* und *Pradella*, der *Craist Alta* und dem *Sesvonnagebiete* — solche wüsten Geröllfelder geliefert, sie sind grusig zerfallen und tragen selbst in den grössten Höhen (2800 m und darüber) Viehweide, wenn auch kümmerlich. Die kalkigtonigen Bündner Schiefer haben zusammen mit dem Moränenlehm den besten Boden geliefert.

VI. Tektonischer Teil.

A. Vorbemerkung.

Kommt ein geologisch geschulter Reisender aus Tiroler Gebiet von *Nauders* her und wandert am *Innufer* aufwärts nach *Schuls*, oder fährt er im Postwagen von *Davos* über den *Flüelapass* hinab ebendorthin, so wird ihm bald bemerkbar, dass jene deutlich sedimentären Gebilde des linken *Innufers*, die Bündner Schiefer, ihre Schichtflächen südwärts gesenkt haben und zu tauchen scheinen unter kristalline Gesteine, Granite, Gneisse und Serpentine, die vornehmlich das rechte Gehänge des Flusses säumen.

Wenn der Wanderer dann von *Schuls* aus in irgend einem Tale, z. B. *Val Lischanna*, hinaufsteigt, so wundert er sich, ganz ähnliche Gesteine, die am *Inn* unter kristalline fallen, hier auf ihnen lagern zu sehen. Weiter aufwärts gehend findet er, dass abermals Granit und Gneiss über den Schiefeln liegen. Höher hinauf trifft er eine Reihe von Sedimenten an, die offenbar auf dem kristallinen Sockel ruhen, und die er ohne Schwierigkeit mit ähnlichen Ablagerungen der Trias und des Jura in andern Teilen der Alpen vergleicht. Mächtige Schichtenverbiegungen, Sättel

und Mulden, manchmal von Harnischen durchsetzt, zeigen ihm jedoch an, dass ziemlich beträchtliche tektonische Bewegungen das Felsengebäude ergriffen haben müssen. Auf dem Kamme des *Piz Lischanna* erwarten ihn noch besonders überraschende Erscheinungen. Nicht nur, dass wagerecht gelagert über jüngerem Jura älterer Jura und Trias wiederkehren, das Merkwürdigste ist eine Mütze von Gneiss, die scheinbar ganz unvermittelt auf Dolomit sitzt. Und wer nun hinübersteigt zum *Piz S. Jon*, dort regellos durcheinander Schichten findet, die er in normalen Profilen bald dem Gneiss, Casannaschiefer, Verrucano, bald den verschiedenen Triasgliedern oder Abteilungen des Jura zuschreiben würde, der muss zu dem Ergebnisse gelangen, dass unser Gebiet von ausserordentlichen Faltungen und Ueberschiebungen betroffen worden ist.

Auch wenn man jenseits des Hochplateaus, auf dem sich die Firmassen des *Vadret Lischanna* ausbreiten, südwärts absteigt, bieten sich verwirrende Unregelmässigkeiten, teils Wiederholung der Schichten, teils Faltenwindungen stärkster Art, bis man in der *Val Sesvenna* wieder das kristalline Grundgebirge erreicht.

B. Allgemeines.

Die ganze Gegend wird, wie die meisten Gebiete der Alpen, durch die Begriffe „Faltung und Ueberschiebung“ gekennzeichnet. In grossartiger Weise haben sich diese Vorgänge hier vollzogen. Verwerfungen sind bis auf kleinere Sprünge¹ nirgends zu beobachten. Es gilt auch hier das Gesetz von BERTRAND, nach dem in einem und demselben Gebiete nur eine Art der Dislokation vorherrscht.

Die Ueberschiebungen erstrecken sich auf mehr als 5 km Entfernung (Luftlinie), und zwar folgen gewöhnlich mehrere dicht hintereinander. Kleinere, sowie Ein- und Ausquetschungen sind in Bündeln verhältnismässig früh erkannt worden. ESCHER und STUDER², STUDER³ erwähnen und zeichnen solche schon. Isolierte Gneisskeile in jüngerem Gestein beschreiben ESCHER und STUDER⁴ auch.

Was unsere Gegend aber ganz besonders merkwürdig macht, das sind die durch Ueberschiebung hervorgerufenen Diskordanzen

¹ Im Wetterstein der Val Cristannes, im Tithonfelsen am Nordwestrande des Vadret Lischanna.

² 1839. S. 182, 183. ³ 1851. S. 273.

⁴ 1839. S. 112, 117 und Tab. II Fig. 1, Tab. III Fig. 3.

ursprünglich konkordanter Schichten, ferner die Ueberschiebung von jüngeren Schichten über ältere, die man zum Unterschiede von einer gewöhnlichen Ueberschiebung etwa „Uebergleitung“ oder „Ueberschiebung höheren Grades“ nennen könnte, bis ein besserer Ausdruck gefunden ist.

Eine derartige Erscheinung muss man sich jedenfalls als die Folge einer Zerzeissung vorstellen, die den Mittelschenkel einer liegenden Falte an der oberen Umbiegungsstelle oder den hangenden Schenkel betroffen hat. Dieser Fall tritt offenbar nur bei einer Ueberschiebung ein, die sich in einem weit vorgeschrittenen Stadium befindet.

Zu entscheiden, ob durch tangentialen Druck horizontale Verschiebungen in der Erdrinde ohne vorangegangenen Faltenwurf stattfinden können, muss ich berufeneren Geistern überlassen.

So zahlreich die Beispiele für gewöhnliche Ueberschiebungen (d. h. des älteren über das jüngere Gestein) sind, solche Schichtenstörungen sind mir bisher weder aus der Natur, noch — klar ausgesprochen — aus der Literatur in grossem Massstabe bekannt gewesen. Nur angedeutet findet man Faltungen- bzw. Ueberschiebungsdiskordanzen bei MOJSISOVICS¹, nach dessen Schilderung Hauptdolomit und Raibler Schichten auf steilgestelltem Wettersteindolomit diskordant liegen, was normalerweise sonst nie beobachtet worden ist, in BÖSES² Profil, in dem Raibler Schichten und Hauptdolomit diskordant gegen Mergel unbekanntes Alters abstossen, und in STEINMANN'S³ Bemerkung über DIENER'S Profile. WÄHNER⁴ spricht in seiner umfangreichen Monographie derartige Verhältnisse als direkt beobachtet unzweideutig aus. Für Uebergleitung in kleiner Ausdehnung fand ich bei DIENER⁵ und LORENZ⁶ Beispiele. Aehnliches, etwas modifiziert, haben UHLIG⁷ aus der Tatra, STEINMANN und LORENZ⁸ aus dem Rhätikon geschildert.

Das grossartigste Beispiel für Ueberschiebung höheren Grades in unserem Gebiete stellt der lange *Kamm des Piz S-chalambert* dar (vgl. Taf. V, Profil I). Wetterstein (?), Raibler Rauhwacke mit normaler Folge nach oben bis zum Malmkalk, allerdings stark gestört, sind zum grössten Teile widersinnig über ältere Schich-

¹ 1870. S. 184. 1873. S. 172. ² 1896. S. 597 (Fig. 9).

³ 1898. S. 249. ⁴ 1903. S. 38 u. a. a. O. ⁵ 1888. S. 44.

⁶ 1900. S. 19, 42. ⁷ 1897 u. 1899. S. 71. ⁸ 1901. S. 74.

ten geschoben und haben wie eine riesige Bürste alles fortgefegt oder in sich eingewickelt, so dass Hauptdolomit mit Quetschzonen gespickt auf der Westseite des *S-chalambert* unmittelbar auf Gneiss bzw. Glimmerschiefer liegt.

Das Einfallen der überschobenen Schichten in der Richtung des Schubes kann man wohl kaum erklären, ohne einen mächtigen Druck anzunehmen, den eine darüberlagernde, jetzt abradierte Decke (z. B. von überschobenem Gneiss, der Fortsetzung dessen auf dem *Rasasser Grate*) ausgeübt hat.

Tektonische Leitlinien.

(Vgl. die tektonische Skizze des östlichen Unterengadins S. 42.)

Hauptüberschiebung im Südosten.

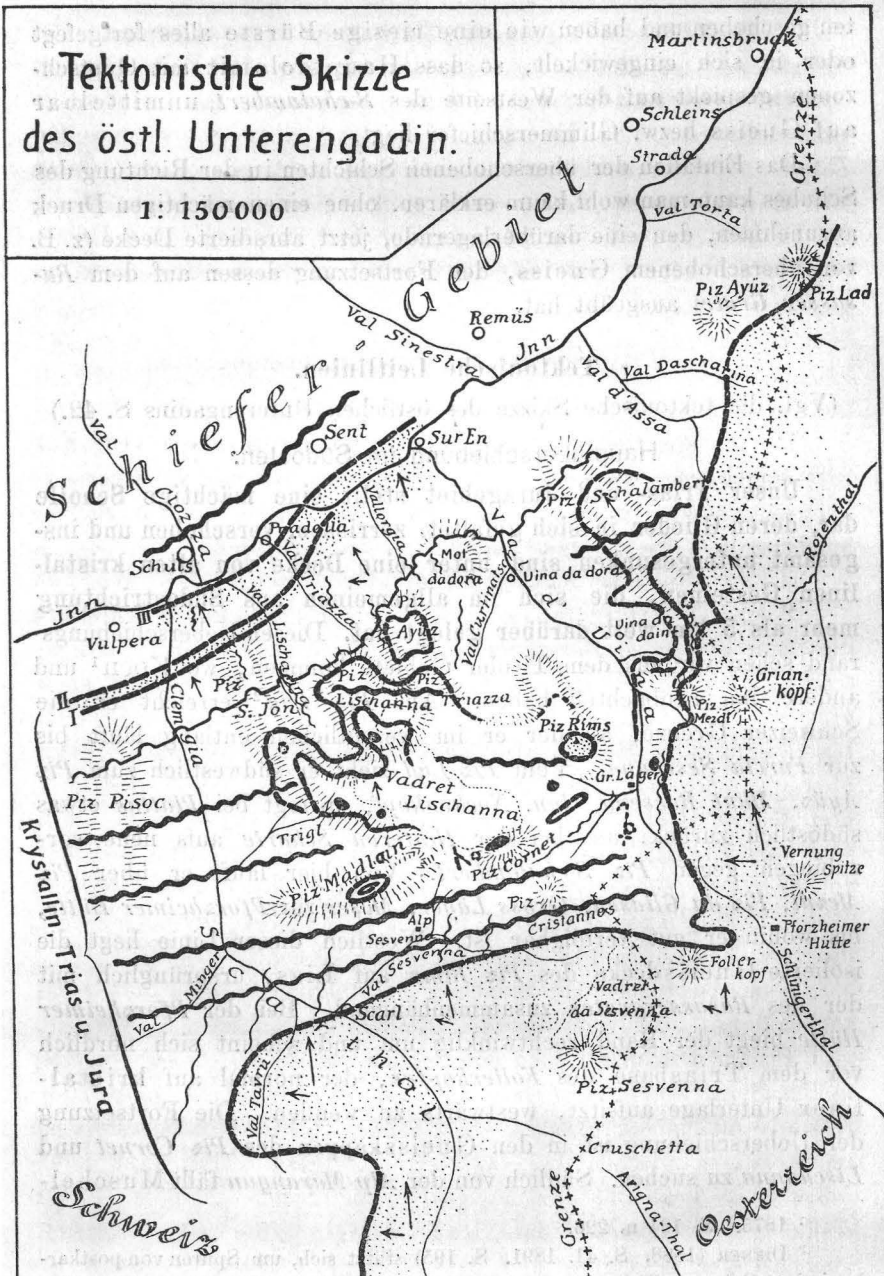
Unser Trias- und Juragebiet stellt eine mächtige Scholle dar, deren Glieder in sich gefaltet, zerrissen, verschoben und insgesamt untergesunken sind unter eine Decke von alten kristallinen Gesteinen, die sich im allgemeinen aus Südostrichtung mehr als 5 km weit darüber gelegt hat. Diesen Ueberschiebungsrand sehen wir aus dem Tiroler Gebiete kommen, wo KOCH¹ und andere ihn beobachtet haben. Am *Piz Lad*² erreicht er die Schweizer Grenze, an der er im wesentlichen entlang läuft bis zur *Furcla Sesvenna*. Vom *Piz Lad* zieht er südwestlich zum *Piz Ayüz*, *Munt Russena*, *Inn. Nockenkopf*, springt bei *Plattas* etwas südöstlich zurück, um bei der *Hinteren Scharte* aufs neue vorzubiegen gegen *Piz S-chalambert*. Von hier läuft er über *Piz Mezdi*, *Piz da Gliasen*, *Gross Läger*, *Möser* zur *Pforzheimer Hütte*, bis wohin er gut verfolgbar ist. Westlich dieser Linie liegt die isolierte Gneissdecke des *Piz Rims* auf Lias, ursprünglich mit der des *Rasassergrates* zusammenhängend. Bei der *Pforzheimer Hütte* biegt der Rand rechtwinklig um und scheint sich nördlich vor dem Triasbaue des *Follerkopfes*, der normal auf kristalliner Unterlage aufsitzt, westwärts zu wenden. Die Fortsetzung der Ueberschiebung ist in den Gneisskappen des *Piz Cornet* und *Lischanna* zu suchen. Südlich von der *Alp Marangun* fällt Muschel-


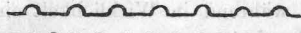


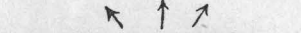

¹ 1875. S. 124 u. 226.

² DIENER (1888. S. 41. 1891. S. 195) stützt sich, um Spuren von postkarbonischer Faltung (Diskordanz zwischen Trias und älteren Gesteinen) im Unterengadin nachzuweisen, auf eine Angabe GÜMBELS (1887. S. 293), dass am Endkopf und Piz Lad die Trias an Gneiss abstosse, während in Wirklichkeit eine Ueberschiebung von Gneiss auf Trias stattgefunden hat.

Tektonische Skizze des östl. Unterengadin.

1: 150 000



-  Hauptfaltenzüge
-  Axe der nördl. Triasmulde
-  Nebenfaltenzüge
-  Ueberschiebungen
-  Gneissueberschiebungsdecken. Reste derselben
-  Schubrichtung

kalk (und Verrucano darüber?) flach unter Granitgneiss. Bei *Mot del hom* ist die Umbiegungsstelle der liegenden Falte, aus der die Gneissmütze des *Piz S. Jon* hervorgegangen ist, sehr schön aufgeschlossen. Von hier geht der Rand über *Scarl* zum *Mot Tavrü*. Dort schwenkt er scharf ab und zieht gen Süden, Osten und abermals gegen Süden; dann stellt er auf irgend eine Weise die Verbindung mit dem Oberengadin her, wo sich auch Ueberlagerungen altkristalliner Massen auf dem Sedimentärgebirge verfolgen lassen.

Wirkungen der Südostüberschiebung.

1. Gebiete blosser Faltung.

Da wir bei allen Ueberschiebungen eine vorausgegangene Faltung annehmen, wo keine widersprechenden Gründe vorliegen, so kann man davon in dem zu beschreibenden Gebiete keine Ausnahme machen, da Verwerfungen nirgends beobachtet sind. •

(Ueber zweifache Faltung siehe weiter unten.)

Solche Faltung ohne Zerreißung hat im wesentlichen die tiefer gelegenen Formationen, also Verrucano und Trias, betroffen, wenn auch ganz ungemein heftig, manchmal schwer nachweisbar. In mächtigen liegenden Windungen streichen die Schichten (Verrucano bis Raibler) südlich vom *Piz Cornet* nach Westen über das *Scarlal*. Am Sockel des *Piz Rims* (Hauptdolomit) und *Mot da dora* (Nordostausläufer des *Piz Ayüz*, Muschelkalk) sind vom Uinatale aus Umbiegungsstellen liegender Falten sichtbar. Im *Scarlale* (nördlich von der Einmündung des *Triglbaches*) sind Wiederholungen von Wetterstein und Hauptdolomit angedeutet, die vom *Madlain* und *S. Jon* zum *Pisoc* laufen.

Eine Ausquetschung einzelner Schichten innerhalb der gefalteten Trias liess sich an zwei Stellen beobachten. 1. Raibler und Hauptdolomit fehlen südwestlich von *Gross Läger* auf der linken Seite von *Val Cristannes*, wo Wetterstein und Liasbreccie aneinander grenzen. 2. Raibler Schichten verschwinden im Streichen zwischen *Val Chazet* und *Triazza*. Man kann allerdings nicht bestimmt von Ausquetschung reden, denn im ersten Falle wäre es möglich, dass Raibler von vornherein dort nicht zum Absatze gelangten und dass der ganze Hauptdolomit als Liasbreccie aufgearbeitet worden ist, im zweiten, dass Raibler entweder auch nicht abgelagert wurden oder durch Dolomite vertreten werden.

Am regelmässigen ist die nördliche Triasmulde ausgebildet. Zwischen *Piz S-chalambert dadaint* und *dadora* streicht sie — jüngstes Glied sind Raibler — in südwestlicher Richtung hindurch, hinab zur *Uinaschlucht*, die eine infolge der Ueberschiebungen auf dem Kamme mit Ausquetschung jüngerer Schichten zusammengestauchte und unten nach Norden übergelegte Muschelkalkmulde darstellt, deren oberer Teil Widerstand gefunden zu haben scheint an Gneiss-schichten, die jetzt abradiert sind. Oestlich von *La Foppa* gehen die bisher parallel zusammengepressten Schenkel der Mulde auseinander und nehmen wieder Schichten bis zu den Raiblern auf, in der *Val Triazza* wird Hauptdolomit ihr jüngstes Glied, nördlich ist noch ein nebensächlicher Sattel aus Partnachschichten und Wettersteindolomit. Genau unter dem nördlichsten Vorgipfel des *Lischanna* läuft die Mulde dann weiter über *Mot S. Jon* zum *Piz Pisoc*, wo der Nordflügel wie in der *Val d'Uina* in seinem oberen Teile nordwärts fällt, als ob er durch ein jetzt erodiertes stauendes Hindernis nach Süden umgebogen sei. (Vgl. Fig. 17 S. 66.)

2. Gebiet vorwiegender Ueberschiebungen.

Am Nordrande von Trias und Verrucano finden wir den Faltenwurf zerrissen. Drei Ueberschiebungslinien lassen sich von Nordosten nach Südwesten verfolgen. Wenn die bunten Bündner Schiefer jünger sind als die grauen, würde noch eine Ueberschiebungslinie *Val Chazet—Triazza* hinzukommen, da das Fallen in der ganzen Zone nördlich von der Nord-Triasmulde südlich ist. Sind die bunten Schiefer älter, so gibt es statt dessen eine Linie *Crusch—Sent—Schuls*.

Der südlichste (I der tektonischen Skizze) der drei bzw. vier Ueberschiebungsränder beginnt westlich von der *Val Lischanna*¹. Nach Südwesten zu verschwindet durch Auspressung der Muschelkalk, dann Wettersteindolomit zum Teil, so dass am Nordabhange des *Piz Pisoc* Raibler Rauhwacke und etwas Wetterstein unmittelbar auf Gneiss liegen.

Der ist nun ebenfalls überschoben (Linie II der tektonischen Skizze) und zwar auf graue Bündner Schiefer, die sich in nichts

¹ Es ist schwer zu sagen, ob er nach Nordost seine Fortsetzung hat. Ich habe Muschelkalk unmittelbar auf Gneiss lagernd gezeichnet. Es gibt drei Möglichkeiten: 1. dass Verrucano und Buntsandstein ausgequetscht wären, 2. dass beide hier gar nicht entwickelt wären oder, 3. dass ich Verrucano für stark zerrümmerten Gneiss gehalten habe, eine Unterscheidung ist häufig unmöglich.

von denen im Norden des *Inn* unterscheiden. Die II. Linie habe ich auf der kolorierten Karte und den Profilen deswegen als „Hauptüberschiebung“ abgetrennt, weil sie die Grenze zwischen der normalen Schichtenfolge (Gneiss, Verrucano, Trias, Jura) im Süden und dem Gebiete der Serpentine und Bündner Schiefer bildet. Man kann sie vom *Inn* gegenüber *Sent* bis über den Nordabhang des *Pisoc* hinaus beobachten. Der vielleicht als dritte Ueberschiebung (graue auf bunten Schiefeln) hinzukommende Rand zieht sich auch vom *Inn* durch *Val Chazet* und *Triaxza* hindurch, westlich davon fehlen die bunten Schiefer, sind also jedenfalls ausgepresst, so dass die Ueberschiebung von grauen Schiefeln von dort bis über das *Scarttal* auf Serpentin erfolgt ist.

Die folgende Linie (III) läuft südlich von *Crusch*, dann über die Strasse, die unterhalb *Sent Val da Muglins* schneidet, nach *Pradella*, *Vulpera*. Es liegt hier Granit und Gneiss¹ auf bunten Schiefeln. Südlich von *Pradella* schiebt sich nach Westsüdwesten zu ein schmaler Serpentinzug ein.

Ob sich Linie III mit der südlichen (II) in nordöstlicher Richtung etwa zwischen *Sur En* und *Crusch* vereinigt, kann man nicht sagen, weil alles Anstehende verdeckt ist. Wenn die bunten Schiefer älter sein sollten als die grauen, so würde an der Grenze zwischen beiden noch eine Ueberschiebungslinie zu zeichnen sein (*Crusch—Sent—Schuls*).

Hier im Gebiete der Bündner Schiefer setzen dann wieder mächtige liegende Faltenzüge ein, die vornehmlich nordöstlich bis südwestlich streichen. (Siehe Fig. 7 S. 46.)

3. Gebiet der Faltung verbunden mit Uebergleitung (Faltungsdiskordanz) und Ueberschiebung (Quetschzonen).

Diesem Bereiche gehören die höchsten Gipfel des Sedimentgebirges an, die am heftigsten von Dislokationen betroffen worden sind.

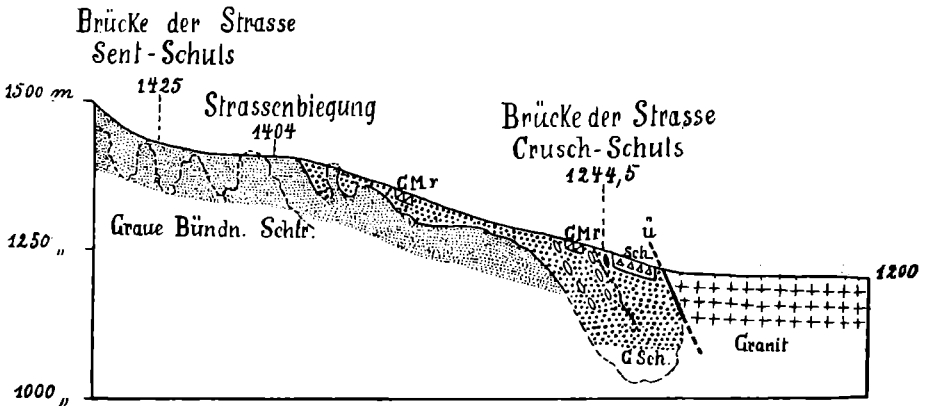
Beginnen wir wieder mit der Hauptursache, der grossen Gneissüberschiebung im Südosten.

¹ Es ist bemerkenswert, dass der Gneiss übereinstimmend auf der ganzen III. Linie nordwärts fällt, während er nach Süden zu umbiegt (Sattel) und das allgemeine Südfallen annimmt. Ein gleiches Verhalten zeigt der Gneiss, der an der Nordostfortsetzung der Linie II liegt, aber nur an einer Stelle, südöstlich von *Sur En*. Vielleicht deutet das an, dass wir den erhaltenen Stirnrand einer Gneissüberschiebung vor uns haben, der den Rest des zerrissenen Mittelschenkels darstellt.

Gleich darunter folgen am südöstlichen Ausläufer des *Piz S-chalambert* südöstlich fallende Kalkschiefer (zum Teil mit Hornsteinen) des Malm, die diskordant (unter dem Drucke der überlagernden Gneissdecke) auf Hauptdolomit (Fallen nordwestlich) zu liegen gekommen sind.

Südlich schliesst sich eine gewaltige Quetschzone daran, die ich bis zur *Pforzheimer Hütte* verfolgt habe. Bunt durcheinandergewürfelt findet man Gneiss, Verrucano, Trias, Jura. Zum grossen Teil sind die genannten Schichten in den senkrechten Hauptdolomitwänden des *Piz Mezdi* und *da Gliasen* (Westabstürze) eingebettet. Die Dolomitmauern ihrerseits sitzen diskordant

Fig. 7. Spezialprofil IIa. 1:12500.



direkt auf Gneissglimmerschiefer des *Unatales*, zum Teil auf älteren Triasschichten des nordwestlichen *S-chalambertkammes*.

Von dieser mächtigen Uebergleitung ist schon im Anfange des tektonischen Teiles gesprochen worden.

Wo die Gleitfläche nach Südwesten ausklingt, ist schwer zu sagen; da westlich des oberen *Unatales* eine normale Schichtenfolge (Gneiss, Verrucano, Trias, Jura) herrscht, nehme ich die Schlucht zwischen *Gross Läger* und *Una dadaint* als Grenze, indem ich mir denke, der Teil des Hauptdolomits östlich davon sei aus seinem Schichtverbände gerissen, der westliche dagegen nur gefaltet.

Wir kommen jetzt zu dem zusammenhängenden Gebiete, welches sich um die Firnfelder des *Piz Cornet*, *Lischanna* und *Triazza* gruppiert. Auf der Karte herrscht die Liasfarbe mit den Gneissresten vor. *Piz Rims*, *Lais da Rims*, *Piz Cornet*, *Madlain*,

S. Jon, Lischanna, Ayüz, Triazza, Curtinatsch setzen den Bezirk zusammen.

Der tektonische Grundplan ist folgender: Im wesentlichen ostweststreichende Faltenzüge der Liasbreccie, in deren Synklinalen Liasschiefer und selten Malm liegen.

An den Rändern, zumal im Norden, zeigt sich, dass die Liasbreccie mit allem, was auf ihr liegt, nordwärts diskordant übergeglitten ist auf Hauptdolomit, der sich unter dem Drucke aufgebäumt hat. Massenhafte, manchmal spiegelglatte Rutschflächen beweisen die Tatsache. Am Vordergipfel (3049) des *Piz S. Jon* ist Liasschiefer mit eingewickelten Blöcken von Breccie seitlich förmlich gegen Hauptdolomit geklebt (vgl. Fig. 14 S. 63), der infolge davon fächerförmig aufgeblättert ist (vgl. Taf. VI Profil V und die Ansicht von *Fetan* aus, Fig. 8 S. 50). Am *Ayüz* sitzt ungeschichtete Liasbreccie, durch die gelbliche Farbe sofort kenntlich, eingekeilt zwischen grauem Hauptdolomit, der mit nordwärts gerichtetem Fallen an sie stösst, sogar auf ihr liegt (siehe Taf. V Profil II und Fig. 8 S. 50, Ansicht von *Fetan* aus). Auf ihm lagert südlich fallende Liasbreccie, stark rot gefärbt. Dieses Beispiel scheint offenbar zu beweisen, dass die Diskordanz nicht durch Faltung vor Ablagerung der Breccie entstanden ist, sonst könnte Hauptdolomit nicht auf ihr liegen. Dass die Diskordanzen gewöhnlich zwischen Hauptdolomit und Liasbreccie erfolgt sind, ist wohl dadurch zu erklären, dass letztgenannte eine aufgearbeitete, verhältnismässig lockere Masse ist und deshalb den schiebenden Kräften weniger Widerstand entgegengesetzte.

Ueber den Faltenzügen des Hochgebietes, das aus Lias und oberem Jura aufgebaut ist, liegen verstreut die Reste einer ehemals zusammenhängenden Uberschiebungsdecke, deren heutiger Rand bereits zu Anfang des Kapitels „Tektonische Leitlinien“ beschrieben worden ist. Darunter herrscht der Gneiss vor, an manchen Stellen sind jedoch auch jüngere Glieder des Mittelschenkels erhalten, gewöhnlich als regellose Quetschzonen. Vom hangenden Schenkel (über Gneiss) ist nirgends etwas erhalten (ausser auf der zusammenhängenden Decke, wo an drei Stellen, 1. an der *Hinteren Scharte*, 2. *Rasasserscharte* (2777) in winzigen Spuren Triasdolomit, 3. im *Follerkopfe* Verrucano und Trias erhalten geblieben ist).

Ein ziemlich grosser Rest der Gneissüberschiebung, unter dem etwas Liasbreccie als Mittelschenkel liegt, krönt *Piz Rims*

(Taf. V Profil III und Fig. 12 S. 59). Ein Haufwerk von kleinen Gneissblöcken liegt auf dem Plateau der *Lais da Rims* nordöstlich vom *See 2734*. Eine Quetschzone von Kalkschiefern (Malm? Muschelkalk?) und Triasdolomiten zieht sich auf dem Nordostausläufer des *Piz Cornet* entlang. Seinen Ostgrat bildet ein Ueberbleibsel von Gneiss mit einem Quarzporphyrgange von derselben Beschaffenheit wie an der *Cruist Alta*, ausserdem etwas Porphyrit oder Diabas (Taf. IV Profil IV und Fig. 12 S. 59). Auf dem Westabhange liegen Reste des Mittelschenkels, ebenso auf dem Kamme ostnordöstlich vom *Piz Madlain*. Eine grosse Quetschzone von Gneiss, Casannaschiefer, Quarzporphyr, Verrucano, Trias, Liasbreccie auf Liasschiefern zieht am Südwestrande des *Vadret Lischanna* entlang zum Mittelgipfel des *S. Jon*, auf dem Hauptgipfel liegt Gneiss. Am Nordrande des Gletschers taucht der Mittelschenkel in guter Ordnung wieder auf. Man findet von unten nach oben Liasbreccie und -kalk, Hauptdolomit, Spuren von Raibler Rauhwanke, weisslichen kieselhaltigen Dolomit (Wetterstein?), Casannaschiefer, Gneiss (Insel des Südostvorgipfels *Piz Lischanna*).

Zweifache Faltung.

Es bleibt noch eine Erscheinung zu besprechen übrig, die im ganzen Gebiete, sogar weitab von der faltenden Kraft, der Südostüberschiebung, in den Tälern *Triaxza*, *Lischanna* und am *Piz S. Jon* wiederkehrt, nämlich zwei sich kreuzende Arten von Faltenzügen. Beide Systeme sind wohl gleichzeitig entstanden, jedenfalls findet sich kein Anhaltspunkt für die Annahme zweier zeitlich getrennter Faltungen, wie sie fürs Rhätikon von LORENZ¹ gemacht wird.

Ein Blick auf die tektonische Skizze des östlichen Unterengadins (S. 42) lehrt, dass die Hauptfaltenzüge im allgemeinen ostnordöstlich bis westsüdwestlich streichen, die Nebenfaltenzüge mehr oder weniger winkelig damit verlaufen. Beide sind indessen nicht streng geschieden, sondern es findet vielfach ein Umbiegen und Aneinanderlegen statt. Daraus scheint hervorzugehen, dass der faltenwerfende Druck überwiegend aus Südosten gekommen und in zwei Komponenten zerlegt ist, in eine etwa östlich bis westlich und eine südsüdöstlich bis nordnordwestlich verlaufende. Besonders gut ist die Wirkung solcher Zerlegung in der Umgebung des Dorfes *Scarl* zu

¹ 1900. S. 37—40, 47, 48. 1901. S. 77—80.

sehen, wo das Charnier der Südostüberschiebung sein Ostweststreichen plötzlich ändert und nördlich bis südlich weiterzieht. (Fig. 19, 20, 21 auf S. 69 und 70.)

C. Einzelbeschreibung.

Es bleibt nur noch wenig zu sagen. Meist sind die tektonischen Erscheinungen im Allgemeinen Teile besprochen, das übrige ist aus der Karte, den Profilen und Ansichten zu entnehmen.

Val d'Uina — Rasassergrat — Schliniger Alpe

(vgl. GÜMBEL¹ und BÖSE²).

Von *Sur En* auf dem Wege ins *Uinatal*. Zunächst viel Moränen und Flussschotter, durch mächtigen Gehängeschutt überdeckt. Bald steht Gneiss an, zunächst nordnordwestlich³, dann massig, schliesslich höchst unruhig südsüdöstlich fallend. Er geht allmählich in ebenso fallenden Verrucano (nicht Casanna-schiefer), Servino und Buntsandstein über. Am Eingange der Schlucht beginnt Muschelkalk mit seinen Dolomiten, zu unterst dünne kalkig-rauhwackige Lagen. Die obere *Val Glatschera* einerseits, wo noch Wetterstein und Raibler Rauhwaacke nebst weinroten Tonschiefern eingeklemmt sind, die mächtige Runse, die von *Mot dadora* herabkommt, andererseits bilden den Kern der Muschelkalkmulde. Der Südflügel ist viel mächtiger als der nördliche. Offenbar liegt in ersterem eine Wiederholung der Schichten vor. Am Nordostabsturze des *Mot dadora* kann man die Umbiegungsstelle einer horizontal liegenden Falte im Muschelkalk sehen. Viele der Art sind beim Aufstiege zum genannten Berge von *Uina dadora* aufgeschlossen. Auf jeden Fall sind die Schichten riesig von Dislokationen betroffen worden, wie man auch im kleinen an den vielen Fältchen, Verschiebungsflächen mit Schleppungen und dergleichen sehen kann.

Jenseits (südlich) der Schlucht tauchen wieder Buntsandstein, Servino, Verrucano und Gneiss auf. Der Talgrund zwischen *Uina dadora* und *dadaint* ist in Gneiss eingesenkt, westlich herrscht normale Lagerung der Trias darüber, die nur in grosse liegende Falten (besonders Raibler Rauhwaacke und Hauptdolomit) gelegt ist, wie man z. B. an der Hauptdolomitwand (*Mot Radond*) süd-

¹ 1888. S. 20—21.

² 1896. S. 565—67.

³ Vgl. Anmerkung 1 auf S. 45 im Abschnitt VI B (Wirkungen der Südüberschiebung).

westlich von *Uina dadora* sieht. Östlich ist dagegen Hauptdolomit mit seinen Quetschzonen¹ direkt auf Gneiss — oder weiter nördlich über ältere Trias — übergeglitten. Solche eingeklemmten Massen kann man gut beim Aufstiege von *Uina dadaint* nach *La Stüra* wahrnehmen. Muschelkalk liegt neben Malmkalkschiefern, die diskordant gegen Hauptdolomit abstossen, Liasbreccie ist mit rotem Braunstein führenden Radiolarienhornstein verquickt u. s. w.

Auf der Höhe von *La Stüra* künden die grasbewachsenen Hänge die Grenze des Hauptdolomits gegen überlagernden Gneiss an. Dazwischen im Rasen versteckt sitzt ein Kalkschieferband mit verstreut eingelagerten roten Hornsteinen, das dadurch sehr gut als Malm kenntlich ist. Er krönt den ganzen Kamm des *S-chalambert*, im südlichen Teile wird er mit Liasbreccie darunter diskordant von Hauptdolomit unterteuft, der, nach seiner grossen Mächtigkeit zu schliessen, offenbar mehrmals gefaltet ist. An einer Stelle ist dem Schiefer ein Käppchen von Dolomit aufgesetzt, der Rest eines Mittelschenkels.

Zu dem Profile I (Taf. V) und zur Skizze Fig. 8 S. 50 ist zu bemerken, dass es scheint, als ob auf dem Vorderkamme (*P. 3000* und *P. 3034—Gipfel—*) die Liasbreccie diskordant auf Hauptdolomit sich befände. Dem ist aber nicht so. Es soll dadurch nur angedeutet werden, dass die Aufarbeitung des Hauptdolomits zur Liaszeit ungleichmässig vor sich gegangen ist. Nur da, wo wirklich Breccie zu sehen ist, habe ich sie gezeichnet.

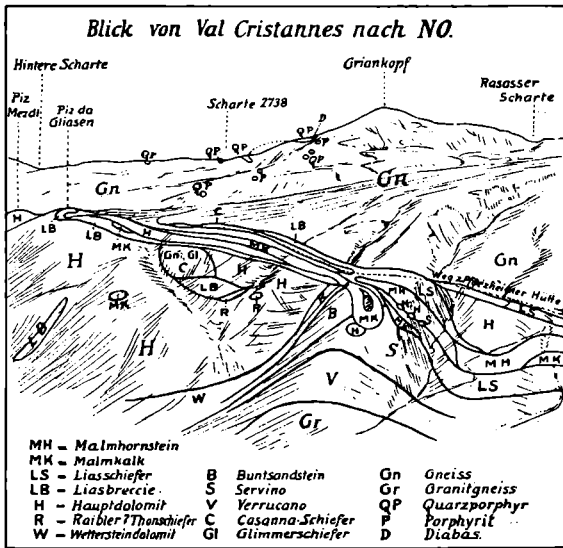
Es sei hier eine Eigentümlichkeit erwähnt, die ich sonst nirgends entdeckt habe. Bei *P. 3000 m* (im Profile) befinden sich nämlich Hauptdolomitfelsen mit deutlicher Bankung, die nicht oben, sondern seitlich brecciös sind, so dass es den Anschein gewinnt, als ob sie hier als Steilküste oder Klippe aus dem Liasmeere aufgeragt haben und von den Flanken her aufgearbeitet worden seien.

Ausser genanntem Dolomit finden sich in dem übergeglittenen Kamme noch Reste von Rauhwanke (Raibler) und schön geschichtete Dolomite, die genau wie Wetterstein unseres Gebietes aussehen und kleine Schnecken sowie Megalodonten ähnliche Durchschnitte enthalten.

¹ Ob ich immer das Alter der daran teilnehmenden Formationen richtig erkannt habe, darf ich schwerlich behaupten, indes kann man fast nur nach petrographischer Beschaffenheit urteilen.

Auf dem Gipfel (kurz südlich von 3034) ist ein seltenes Vorkommen über Lias: ein Fleckchen von Crinoidenkalk der Malm mit Belemniten und Aptychen genau wie in der oberen *Val Lischanna*, auf die wir noch zu sprechen kommen. Wie schon im V. Hauptteile (Schichtfolge) gezeigt wurde, stellt es die Zone mit *Aspidoceras acanthicum* OPPEL, dar. Am *S-chalambert* ist darüber noch fossilereer Kalkschiefer des obersten Malm entwickelt (II des Tithonprofiles S. 28).

Fig. 9.

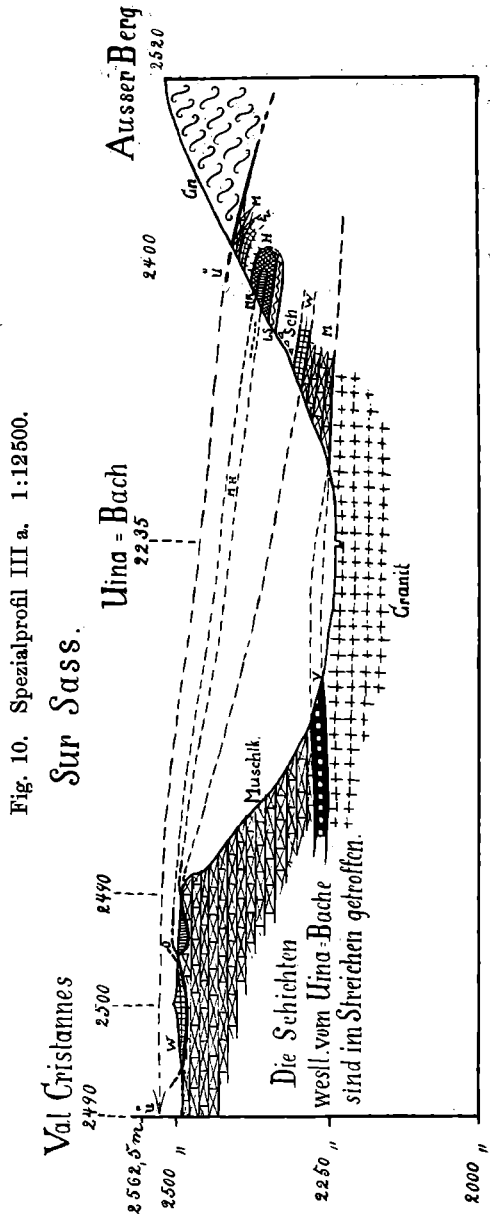


Gehen wir zurück zur Gneissdecke. Sie enthält vorwiegend auf dem Kamm (*Rasasser Grat*) zwei Reste von Triasdolomit und viele parallele Quarzporphyrgänge mit Nordost—Südweststreichen, einige grobkörniger, andere feinkörnig bis dicht, ferner Schlote von Porphyrit und Diabas, auch Quarzlager. Wandert man von *La Stüra* über *Piz Mezdi* und *da Gliasen* in den glacialen Talboden von *Gross Läger* und *Sur Sass*, so findet man in den Bachrissen und im Weidegehänge die eingepressten Formationen zwischen unterem Granitgneiss und überschobenem Gneiss und Glimmerschiefer aufgeschlossen (Fig. 9). Unter anderm sitzt ein riesiger Gneissklotz mit Glimmer- und Casanna-schiefer vermengt in Dolomit und Liasbreccie eingewickelt. Auf dem westlichen Gehänge von *Sur Sass* liegt an der Grenze

von Muschelkalk und Wettersteindolomit (hier diskordant auflagernd — überglitten — Fig. 10 und Fig. 12 links S. 59) Radiolarienhornstein des Malm. Noch beiderseits der *Pforzheimer Hütte* sind mitten im Gneiss Reste von allerhand Formationen. (Vgl. Fig. 11 S. 54.)

An dem Bache, der von der Westseite herabfließt und bei *Sur Sass* in den Oberlauf des *Uina-baches* mündet, bietet sich ein lehrreiches Beispiel (Fig. 12 links S. 59), wie aus einer liegenden Falte eine Ueberschiebung werden kann. Die unteren Bänke des Muschelkalkes hängen noch zusammen, während die oberen in ihrem südlichen Teile den hangenden Schenkel einer nach Norden übergelegten Falte bilden, die gegen den nördlichen, den zerrissenen Mittelschenkel, auf einer glatten Klufffläche diskordant abstossen.

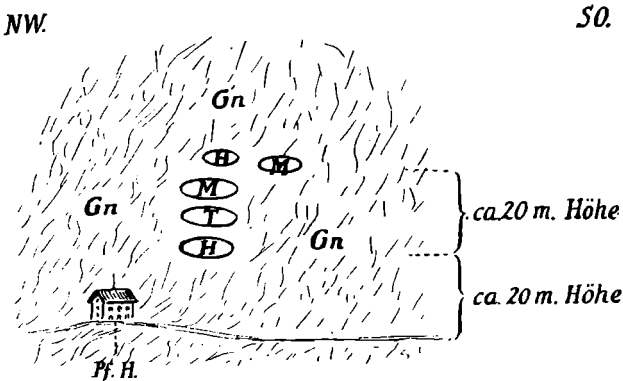
Noch weiter nach Süden an der Felswand hin bis zur Schweizer Grenze (*Rimswand*) konstatiert man massenhaft kleinere liegende Falten. Es möge die Schichtenfolge von unten nach oben an irgend einem Durchschnitte genannt werden.



Profil an der Rimswand.

Ueber granitartigem Gneiss folgen ca. 15 m grüne und rote Tonschiefer (Servino), an andern Stellen ein gneissähnliches grünliches Konglomerat (Verrucano), nicht sehr mächtig, deren Hangendes gelblichgraue Sandsteine (Buntsandstein), etwa 15—20 m sind. Darauf liegt der Muschelkalk, der vielfach gewunden in steilen Mauern zum *Piz Cristannes* emporzieht. Zu unterst 1—3 m mächtige Dolomite, zuweilen dünngebankt, darüber entweder 2—3 m kompakte Sandsteine (eingefalteter Buntsandstein), die in ebenfalls wenig mächtige, gelbstreifige Kalkschiefer (Muschelkalk) mit sandigen

Fig. 11. Spezialprofil im Streichen unmittelbar ONO
der Pforzheimer Hütte.



M = Malm (Kalkschiefer, z. T. mit Hornstein).

H = Haupt(?) -Dolomit.

T = Aelt. Trias (von der sandig-dolomit. Basis d. Muschelk. aufwärts).

Gn = Granit, Gneiss, Glimmerschiefer.

Zwischenlagen (Buntsandstein) übergehen, oder an einer andern Stelle nur 1 m mächtige, hier und da auskeilende Kalkschiefer. Darüber dünnbankige Dolomite, durch Gebirgsdruck zertrümmert und mit zahlreichen kleinen Verschiebungsdiskordanzen versehen. Sie sind das Liegende der Hauptmasse, teils dünnbankiger, teils ungeschichteter Kalkwände mit eingepressten Dolomitpartien. Auf der Höhe liegt als Decke, ziemlich scharf getrennt (vielleicht überglitten wie nördlich), ein mässig gebankter Dolomit, der dem Wetterstein gleicht.

Am Fusse der ganzen Wand findet man in angewitterten Dolomitstücken grosse *Encrinurus*stielglieder¹. Vermutlich stammen sie

¹ Auf den Platz machte mich Herr Topograph Jacot (Bern) aufmerksam.

aus den oberen Lagen des Muschelkalkes. Das Fossilienfundzeichen im Gneiss bezieht sich hierauf.

Vallorgia — Val Curtinatsch.

Vom *Inn* aufwärts sieht man zunächst nur Schutt und Geröll. Wo das Tal oben sich ausweitet, steht am linken Ufer ungeschichteter Gneiss an in ziemlich hohen Felsen, am rechten ein vereinzelter Klotz. Bald zeigt das Gestein Schichtstruktur, Einfallen südlich mit 15—20°. Eine Strecke weit wird er sehr feinschieferig und glimmerreich. Kurz vor seiner oberen Grenze am Fusse eines Wasserfalles stellt sich ausser Quarz, Orthoklas, Plagioklas überwiegend Hornblende ein (Hornblendegneiss). Auf der Karte ist dieses Vorkommen markiert. Zweifellosen Verrucano konnte ich nicht beobachten. Die hohen Wände des Sturzbaches bestehen bereits aus zum Teil sehr massivem Muschelkalk und -dolomit, fallen höchst ungleichmässig — bald sehr flach südsüdöstlich, bald senkrecht nordwestlich. Durch Klettern am Osthange gelangt man in die obere Fortsetzung des Tales, dabei quert man dunkle, stark gefaltete Kalkschiefer, die den Partnachschiefern gleichwertig sein dürften und in Wetterstein — etwas kalkige mit Kalkspatadern versehene mitteldicke Dolomitbänke und dünnbankige Kalke — übergehen. Man steigt südwärts hinab zu *La Foppa* („die Mulde“). Auch geologisch gesprochen ist es eine Mulde, in deren östlichem Teile seltsame Türme, Mauern und Zinnen erhalten geblieben sind, die die Gegend höchst malerisch und abenteuerlich machen. Es sind stark zerfressene Ueberreste von Raibler Rauhwacke, deren Fortsetzung man als dolomithaltige Rauhwacke auf *Mot da dora* wiederfindet. Von hier südwestlich schieben sich darunter gelbe, rote und schwarze Schiefertone ein. Der Wetterstein zeigt von *La Foppa* aufwärts sehr wechselndes Nordwestfallen, das oben (etwa in 2010 m¹) abermals in flaches Süd—Südostfallen rasch umbiegt; er führt zwei Horizonte kleiner Kiesellinsen in den höheren Lagen, beim trigonometrischen *P. 2289,1* auch grosse Diploporen(?). Konkordant liegen Raibler Schichten und Hauptdolomit, der in der Richtung zum *Piz Ayüz* immer mächtiger wird.

Nach *Val Curtinatsch* hinunter ist die Schichtenfolge ähnlich,

¹ Die meisten Höhenangaben sind mit dem Anaëroidbarometer gemessen, manche mehrmals zur Kontrolle.

nur dass zwischen Muschelkalk und Gneiss deutliche Zwischenbildungen (Verrucano und Buntsandstein) vorhanden sind.

Val Chazet — Piz Ayüz.

Im Walde zwischen *Vallorgia* und *Val Chazet* sind wenige Aufschlüsse zu entdecken. Einen lehrreichen Durchschnitt liefert dagegen das letztgenannte Tal. Etwas oberhalb des *Inn* findet man am Waldesrande und auf den Wiesen Gneissblöcke; gleich hinter dem ersten Holzwege, der von *Pradella* her den Bach quert, steht Gneiss an, Fallen schwach südlich. Bei etwa 1310 m trifft man auf ganz unverkennbare Bündner Schiefer mit konkordanter Schichtneigung. Sie gleichen mehr den grauen als den bunten am *Inn*, es sind Kalkschiefer, Tonschiefer, Phyllite, zum Teil glimmerig, ein anscheinend einheitlicher Komplex. Ein im Bache gefundener Gipsblock spricht dafür, dass ein Teil den bunten Schiefeln entspricht, um so mehr, als solche in der nordöstlichen Fortsetzung am *Innufer (Plan Piz)* typisch entwickelt sind. Bei etwa 1400 m folgt abermals Gneiss. Südlich des zweiten Weges (von *Pradella* und *Meierei S. Jon*) findet man einen ganz zerquetschten Grünschiefer. Im Dünnschliffe liess sich die Natur dieses anscheinend effusiven Gesteins nicht feststellen. Es steht an der linken Talseite kurz vor der Spaltung in zwei Aeste an, vorausgesetzt, dass kein grosses Glacialgeschiebe vorliegt. Im rechten (östlichen) Arme aufwärts trifft man bald auf dick- und dünnbankigen Dolomit, südöstlich fallend, offenbar Muschelkalk. Eine Strecke lang ist das Anstehende verdeckt, bis aufs neue Dolomitbänke auftauchen, die der Lagerung nach Wetterstein sind. Die Schichten, manchmal gefältelt, stellen sich immer steiler, zuweilen auch flacher, bis sie bei den ersten schroffen Felsterrassen senkrecht südlich fallen. Nach oben zu fallen sie wieder ziemlich flach west-südwestlich. Allmählich wird das Gestein sehr dünnbankig, enthält weisse Adern und ist unruhig gewunden — bei 1950 m. 30 m höher wieder dick gebankt, Fallen bei 2130 m 50—65° südöstlich. Hier scheint eine leichte Diskordanz anzudeuten, dass die Raibler Schichten, die östlich und westlich auftreten, ausgequetscht sind. Hauptdolomit, schwach westsüdwestlich fallend, setzt von hier ab den Sockel des Liaskegels *Piz Ayüz* zusammen. In 2200 m Höhe ist eine Mulde, der Hauptdolomit biegt empor, seine Neigung ist von jetzt ab etwa 30° nordwestlich.

Val Triazza — Piz Triazza — Lais da Rims.

GÜMBEL¹ und BÖSE² haben das Profil ebenso wie *Val d'Uina*, *Lischanna*, *da S-charl* und *Sesvenna* schon beschrieben. Bei *Pradella* ist nur Schutt. THEOBALD³ gibt an, dass in den Wiesen Gips vorkommen soll, mithin lägen hier die bunten Schiefer, was gut mit meinen Berechnungen stimmt. Es ist der Zug, der von *Crusch* und südlich *Sent* hauptsächlich auf dem linken *Innufer* nach *Schuls* zieht, wo er auf einen Vorsprung des rechten übergeht. Bald oberhalb *Pradella* ist Gneiss aufgeschlossen, ungeschichtet, später südlich fallend. Zuweilen wird er hornblendehaltig, an einer Stelle (siehe die Karte) steckt dichter Diorit oder Diabas darin (enthält ca. 90% Epidot, nebenbei etwas Augit und Chlorit; die ursprüngliche Struktur ist nicht erhalten). Von 1400 m aufwärts Geröll bis kurz vor den Holzweg (1445 m). Da ist Serpentin, der obere Zug, der zwischen *Val Chazet* und *Triazza* sich in Gneiss und auflagernde Bündner Schiefer einschiebt. Noch vor dem Wege lagert darauf eine Zone von allerhand bunten Schiefen. Zu unterst grüne sericitische Tonschiefer, die denen am *Innufer* südlich von *Schuls* sehr ähneln. Sie gehen in schwarze über, Fallen 40—45° südwestlich. Darüber ein graugrünes grauwackenartiges Trümmergestein, auf das Raiblern gleichende hellgraue — verwittert rostbraune — und rotbraune Tonschiefer, durch eine Quarzlage getrennt, folgen, ferner schwarze, glänzende Tonschiefer, dünnblättrig und gering mächtig, steil bis senkrecht südlich fallend. Abermals grüne sericitische Tonschiefer. Sodann graue Marmore und schwarze, kalkige Tonschiefer, reich an Schwefelkies. Eine Strecke weit kommt Schutt. Bei 1485 m treten wieder hellgraue rötlich verwitternde kristalline Kalke (nicht Dolomite) zu Tage, ziemlich mächtig, mit Einfallen von 30° südöstlich, auf denen schwarze, kalkige Schiefer liegen.

Die ganze Folge vom Serpentin an halte ich für bunte und graue Bündner Schiefer⁴. Bei 1505 m legt sich Gneiss darauf, der 30 m höher in klastische, verrucanoähnliche Schichten übergeht, die sich schwer von ihm trennen lassen. Es muss dahingestellt bleiben, ob der Gneiss durch Gebirgsdruck so stark zertrümmert ist, oder ob schon Verrucano vorliegt. Bei 1575 m türmen sich steile Felsen von Buntsandstein-Rauhawacke in

¹ 1888. S. 21—25.² 1896. S. 567—69.³ 1864. S. 263, 301.⁴ Eine Anzahl von Dünschliffen hat nichts ergeben.

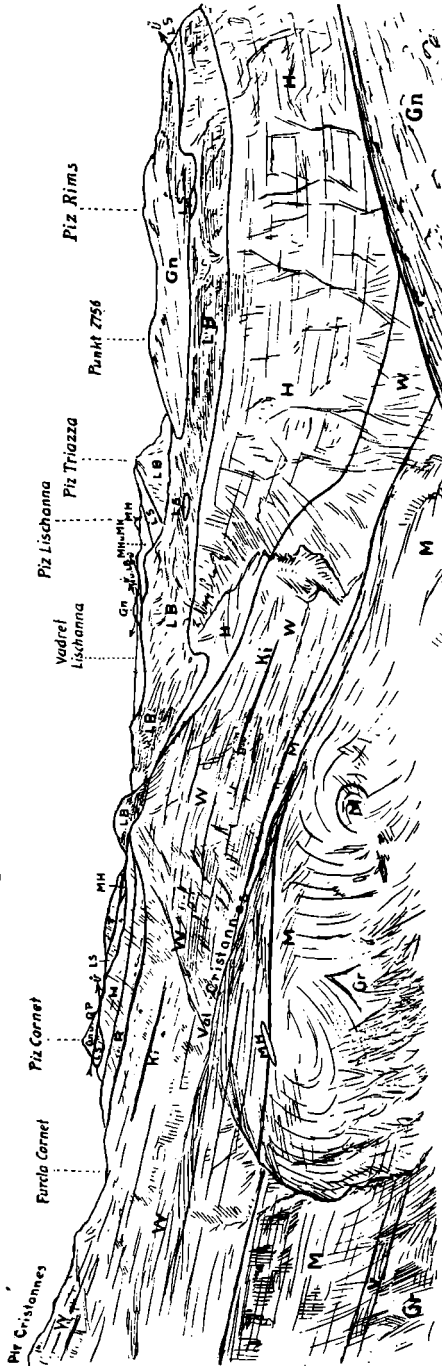
grosser Mächtigkeit auf. Kurz vor einem Wasserfalle (1605 m) beginnt Muschelkalk — dünnbankige, graublaue Dolomite, 30° südsüdöstlich fallend. BÖSE fand in den unteren Bänken *Modiola triquetra* SEEB. Kleine Diploporen (*panciforata?* GÜMB.) bestätigen das Alter der Dolomite. Um höher im Tale empozugelangen, muss man östlich über die Rauhwackenhalde zum Holzweg hinaufgehen, der von *Pradella* heraufzieht, dann steigt man am besten wieder ins Bachbett, da hier die Aufschlüsse mehr zusammenhängen. Sehr gut kann man zu beiden Seiten Ungleichheiten im Streichen des Muschelkalkes bemerken. Im allgemeinen ist nach Süden zu das Fallen immer steiler südöstlich — südlich, manchmal überkippt. Eine schöne Stauchung sieht man gleich südlich des Wasserfalles.

Dort gehen die dickeren Muschelkalkbänke in dünnplattige etwas kohlige Dolomitschiefer (nicht Mergelschiefer) über, die den Partnachschiefern entsprechen dürften, da GÜMBEL *Bactryllien* und *Fischschuppen*, BÖSE *Bactryllium* Schmid *HEER* gefunden haben. Es folgt Wettersteindolomit, mässig gebankt, auch dünnbankige Kalke mit Adern und schwarzen Kieselknollen. Im Dolomit — grau und weisslich — finden sich kleine Schnecken und grosse Diploporen (*annulata?* SCHAFFH.). In der Höhe von 1710 m ist eine Mulde, das Fallen wird rasch nördlich. Bei 1780 m tauchen noch einmal Partnachschiefer als Sattel auf. Dann Wettersteindolomit senkrecht südlich oder nördlich fallend. Gleich südwestlich von *P. 1823* findet man in einer Runse nach unten auskeilend gelbliche Raibler Rauhwacke, die steil südsüdwestlich bis südwestlich fällt und nach Westen sehr mächtig wird. Es kommt Hauptdolomit in dicken Bänken darüber, steil südwestlich¹, am *Ayüz* flach nordwestlich geneigt, auf dem graue und rote Liasbreccie diskordant sich aufbaut. Am *Lischanna* stürzt sie in senkrechten Wänden von 4—500 m hinab. Geht man noch höher im Kare bis zum *Triaszagletscher*, so sieht man an der Westseite dunkle, gelbstreifig verwitternde Liasschiefer zweimal als Mulden mit steilem Südfallen eingekellt. Ebenso findet man am Nordhange des *Piz Triazza* eine noch viel weiter (flach südlich fallende) übergelegte Mulde von ihnen mit Breccie darüber, auf die nochmals stark zerknitterte Schiefer folgen, die den *Triaszagipfel* bilden. Sie ziehen

¹ Im Wetterstein- und Hauptdolomit und in den brecciösen Liaskalken erschwert am linken Gehänge eine falsche Schichtung das Erkennen der richtigen.

südlich etwas unterhalb des halb-
 kreisförmigen
 Grates *Triazza*—
Lischanna als
 flache Mulde hin,
 fallen im allge-
 meinen südöstlich
 mit 15–20°. Nor-
 mal darauf lagern
 graue Kalke und
 bunte, kalkige
 Hornsteine des
 oberen Malm.
 Eine Schuppe von
 Liasbreccie und
 Hauptdolomit
 darüber bildet den
 Rücken des Gra-
 tes. Wandern wir
 jetzt über den
 Nordostrand des
 Gletschers an der
 schmalsten Stelle
 nach *Lais da*
Rims. Am ersten
 Gletscherbruche
 heben sich die
 Liasschiefer
 des *Triazza*-Gip-
 fels. Breccie
 taucht darunter
 hervor, säumt den
 oberen Rand der
Val Curtinatsch
 ein und breitet
 sich in der ein-
 tönigen Stein-
 wüste von *Lais*
da Rims aus, wo

Fig. 12. Block von Craist Alta nach W.



- | | | |
|--------------------------|--|--------------------|
| MH = Malmhornstein. | M = Muschelkalk. | Gn = Gneiss. |
| MK = Malmkalk. | T = Triasquatschzone. | Gr = Granitgneiss. |
| LS = Liasschiefer. | V = Verrucano (u. Servino u. Buntsandstein). | QP = Quarzporphyr. |
| LB = Liasbreccie. | W = Wetterstein. | U = Überschiebung. |
| H = Hauptdolomit. | R = Raibler Rauhwaacke. | |
| R = Raibler Rauhwaacke. | Ki = Kieselbank im Wett. | |
| Ki = Kieselbank im Wett. | | |
| W = Wetterstein. | | |

sie den Hauptbestandteil des Bodens bildet. Häufig ist es eine reine Dolomitbreccie mit quarzitischen (Buntsandstein?, Wand nordöstlich vom *See 2734* und südlich vom *See 2566*) und schwarzen, tonigen Einschaltungen (Raibler?, Wand nordöstlich vom *See 2734*), die in östlich—westlich gerichteten Faltenzügen Reste von Liasschiefern und Malm als Mulden mit vielfach senkrecht stehenden Flügeln enthält. Hervorzuheben wäre ein Fleck Acanthicusalk (siehe unter „Acanthicusalk“ im stratigraphischen Teile und die Karten), das sich am Südufer des Sees nordnordwestlich vom *Piz Cornet* auf Liasbreccie befindet.

Ueber die Gneisskappen auf *Piz Rims*, am kleinen *See* (nordöstlich vom *See 2734*) und am *Piz Cornet* ist schon im allgemeinen Teile gesprochen. Die letzte enthält einen grobkristallinen Quarzporphyr genau wie an der *Craist Alta* und einen Porphyrit oder Diabas.

Auf dem Süd- und Nordoststeilrande des *Cornet* finden sich untergeordnete Verschiebungen aneinander, Schuppen und Quetschzonen von Trias und Jura.

Val Lischanna — Piz Lischanna (Westseite) — Piz S. Jon (Ostseite) — Piz Madlain.

(Vgl. Böse 1896 S. 569—71.)

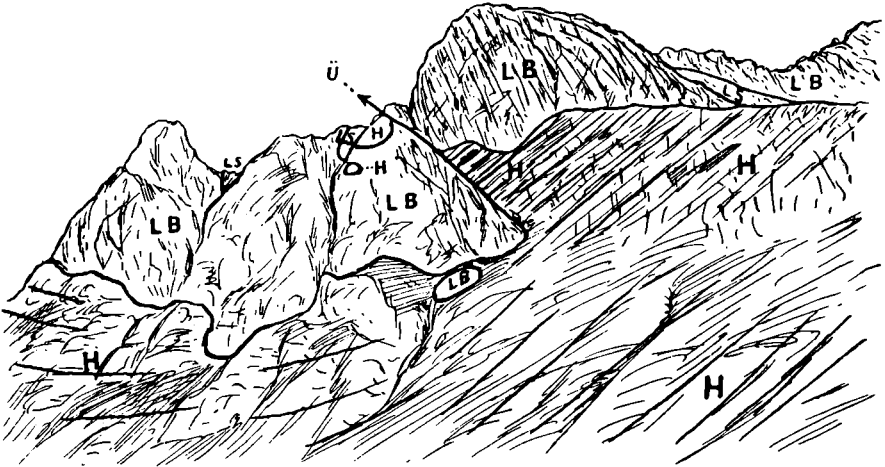
Auf die verdeckten bunten Schiefer (fallen südsüdöstlich mit etwa 30°) am *Inn* legt sich Serpentin (unterer Zug), den man westlich von *Val Triazza* im Walde zum ersten Male anstehend findet. Nach Süden zu lagert darüber Gneiss, ca. 30—40° nördlich fallend, meist massig, später südlich fallend mit 30—40°. Kurz vor dem Wege *Meierei S. Jon—Pradella* folgt, die Wände eines Wasserfalles bildend, abermals Serpentin (oberer Zug) unter 40 bis 60° nach Süden geneigt. Oberhalb der kleinen Brücke wird er durch graue Bündner Schiefer abgelöst, die südwestlich im Walde sehr paläozoisch aussehen. Zu unterst bestehen sie aus schmaler Schicht kalkiger glänzender Tonschiefer, zum Teil ungeschichtet und mit Serpentin durchsetzt (Ophicalcitzone: Fallen ca. 20° südlich bis 45° südöstlich). Dann kommt auf dem Westgehänge etwas dunkler Marmor, ungeschichtet, der seitlich in geschichtete Kalke übergeht. Auf dem Ostufer stösst ein kleiner (dritter) Serpentinzug daran. Nun erscheint beiderseits in schmaler Zone ein stark gedrücktes glimmerführendes Tiefengestein, wahrscheinlich Diorit (Zwillingsstreifung der umgewandelten Feldspäte

noch erkennbar), dann Schutt, worauf sicherer Gneiss folgt. Eine lange Strecke Schutt, an der rechten Böschung mächtige Kalksinterbildungen, wie sie in reicher Menge zwischen *Crusch* und *Schuls* zu finden sind. Kurz vor einem Wege, der den hier mit einer Mauereinfassung versehenen Bach kreuzt, stehen im Wasser dunkelgraue Kalke mit weissen Adern an (Muschelkalk?). Wieder wird der Fels im Waldboden verborgen. Gerölle von Gneiss und andern kristallinen Gesteinen sind nicht selten, offenbar Ueberbleibsel der *Inntalmoräne*. In der Mitte zwischen den beiden nächsten Bachübergängen (Höhe rund 1600 m) ragt weissgaderter Dolomit (Wetterstein?) aus dem Flussbette, teils ungeschichtet oder dickbankig, schwach südlich fallend. Steigt man von dem besprochenen Wege an der Bacheinfassung östlich im Walde aufwärts anstatt im Bache, so kann man den Uebergang von Muschelkalk zu Wetterstein verfolgen, Partnachschiefer sind nicht ausgebildet. Muschelkalk ist als dünnbankiger Dolomit ausgebildet (45° ost-südöstlich fallend), Wetterstein als massiger, der schliesslich in senkrechten Bänken etwa südwestlich bis nordöstlich streicht und dann überstürzt steil nordnordwestlich fällt. Raibler Rauwacke in mächtiger Entwicklung. Zuerst fällt sie an einer Stelle mit 20° nördlich, dann (kleine Diskordanz) mit 50° südlich, wenn gebankt, meist ungeschichtet. Südlich liegt konkordant Hauptdolomit darüber (60° südlich). Die *Val Lischanna* und die Wände des *Piz S. Jon* sind fast ganz daraus aufgebaut. Wie im Nordosten die älteren Glieder, bildet hier der Hauptdolomit eine Mulde, die man nach Südwesten bis über den *Piz Lavetscha (Pisoc)* verfolgen kann. Am *Lischanna* liegt sie unter dem nördlichsten Vorgipfel. Zu erwähnen ist, dass die Muldenachse sich westlich ins Tal senkt, mithin eine Unregelmässigkeit in der allgemeinen Streichrichtung zeigt, die jedoch schon nördlich der *alten Clubhütte (2517 m)* verschwindet. Das Fallen ist dort auf beiden Seiten gleichmässig nordwestlich mit 30°, so dass wir, obwohl bergauf gehend, wieder in die liegendsten Bänke des Hauptdolomites gelangen. Vielleicht sind sogar Schichtenwiederholungen vorhanden. Ja es ist sogar nicht unwahrscheinlich, dass die untersten Lagen bereits Raibler und Wetterstein vertreten. Am Grate nördlich des vordersten *S. Jongipfels* gehen fossilere Dolomite steil zur Tiefe, so dünnplattig, wie Hauptdolomit eigentlich nie ist. Ferner ist immerhin auffällig, dass ich südöstlich der erwähnten verfallenen Hütte in verschiedenen Bänken Zweischalerdurchschnitte und korallenähnliche

Gebilde entdeckt habe. Dafür, dass wir es doch mit Hauptdolomit zu tun haben könnten, spräche höchstens der Umstand, dass westnordwestlich vom Lischannagipfel in einer Rufe grosse Zweischalerdurchschnitte (Megalodonten) im oberen Hauptdolomit zweifellos vorkommen (siehe auch „Nördliches Scarltal“).

Nähern wir uns über viel Geröll dem Gletscher, so trifft man auf eine Ueberschiebungslinie (höherer Ordnung) mit Ostnordoststreichen (Taf. VIII, 1). Aeusserlich macht sie sich durch eine grosse Spalte im Boden kenntlich, in der Schmelzwässer ihren Weg nehmen. Ganz deutlich lässt sich hier betrachten, wie über

Fig. 13. Piz Lischanna-Nordwestgrat von der Val Lischanna aus.



LS = Liasschiefer.

LB = Liaskalk u. -breccie.

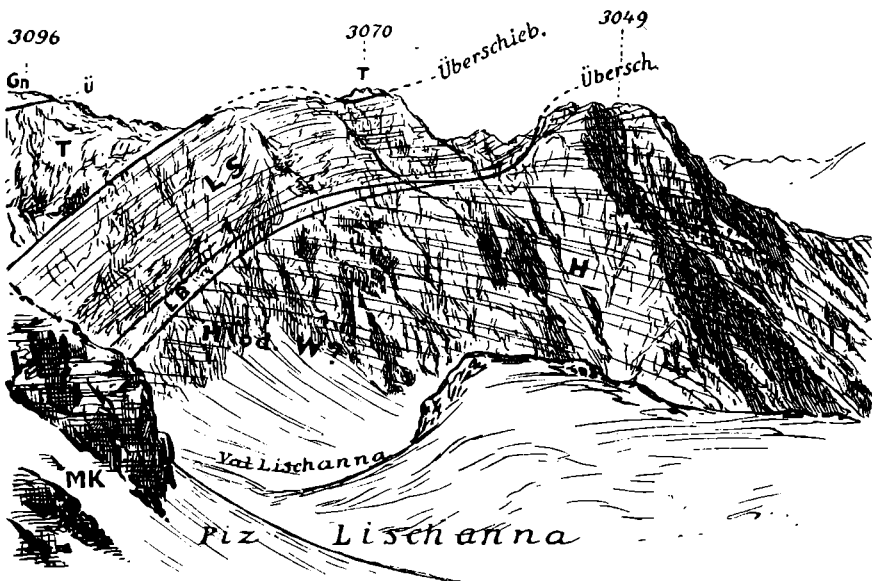
H = Hauptdolomit.

dem Dolomit (Fallen 30° nordwestlich) Steinsberger Breccie und -kalk gelagert ist, die aber mit 45° südsüdöstlich fällt. Hier kann man sich von diskordanter Lagerung des Lias auf Wetterstein (?) und Hauptdolomit am besten überzeugen, ebenso in der Fortsetzung an der Nordostwand des *S. Jon*, wo fast horizontaler Dolomit gegen Liaskalk und -schiefer ($30\text{--}45^\circ$ südöstlich geneigt) scharf abstösst (Fig. 14). Für den, der sich an der *Lischannawand* davon überzeugen will, bedarf es meist umständlichen Kletterns. Wer die Mühe nicht anwenden will, betrachte das Profil IV (Taf. IV, Fig. 13 und Taf. VIII, 1). Man achte darauf, dass der Lias bei der von Südosten kommenden Ueberschiebung (höherer Ordnung) manchmal ganz ausgewalzt und nördlich vom Hauptgipfel zu grosser Mächtigkeit zusammengestaucht worden ist. Die Breccie

ist von grossen und kleinen Verschiebungsflächen durchsetzt und enthält mitgerissene Teile von reinem gebankten Dolomit. Besonders interessant ist die Lagerung an den Stellen, wo sie mit südsüdöstlich gerichtetem Fallen überlagert wird von nord-nordwestlich fallenden Bänken des Hauptdolomits.

Die Schiefer bilden drei nordwärts übergelegte Mulden (das Profil durchschneidet nur zwei), von denen die mittlere nach Westen sich gabelt.

Fig. 14. Piz S. Jon (O.-Wand) vom Lischannagletscher aus.



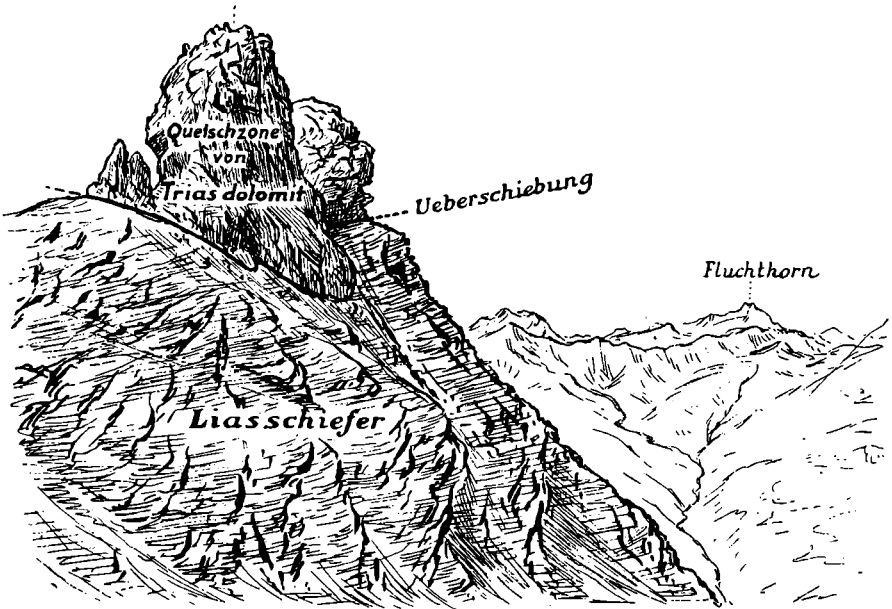
- | | |
|----------------------------|------------------------------|
| MK = Malmkalkhornsteine | H = Hauptdolomit |
| LS = Liasschiefer | W = Wettersteindolomit |
| LB = Liaskalk und -breccie | T = Triasdolomitquetschzone. |
| Gn = Gneiss. | |

Kehren wir jetzt zu der Uebergleitungsspalte im Tale zurück. Geht man in der Richtung südöstlich zum Gletscher weiter, so kommt man bald an ein Fleckchen, das man gar leicht übersieht. An der auf engem Raume zusammengedrängten reichen¹ Fauna (vgl. S. 24—27) ist zu erkennen, dass die Ablagerung genau den **Acanthicus-schichten** entspricht. (Zwei ähnliche Inselchen sind bereits vom *S-chalambertgipfel* und von der Südostseite des *Vadret Lischanna*

¹ Jetzt wird zwar nicht übermässig viel mehr zu finden sein. Ich habe an der Stelle eine Steindaube errichtet.

erwähnt.) Der graue Kalk, der durch Crinoidenstiele ein brecciöses Aussehen erhalten hat, ist von der umgebenden Liasbreccie durch rostbraune Verwitterungsfarbe unterschieden. Nach Osten und Süden zu bilden das Hangende der Steinsberger Breccie Algäuschiefer, die ohne Zwischenlagerung der fossilführenden Kalke von oberem Malm, gefalteten und zerknitterten, von kleinen Verwerfungen betroffenen bunten Kalken, Kalkhornsteinen, Tonen und Hornsteinen mit Radiolarien überlagert werden.

Fig. 15. Mittelgipfel des S. Jon 3070 von SO gesehen.



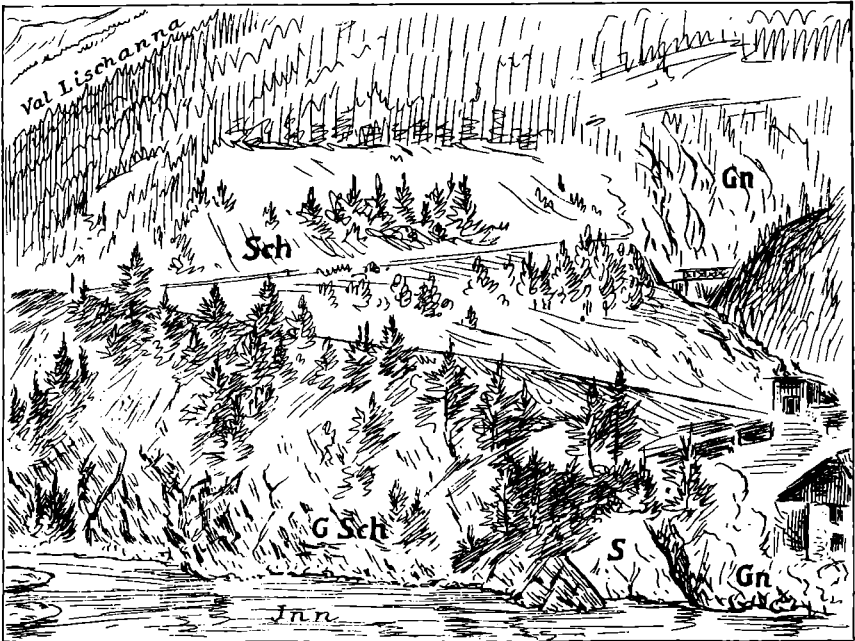
Nur südlich am Rande des *Vadret* folgt auf Algäuschiefer (Fallen 45° südlich) noch einmal Crinoidenkalk des Lias. Ein grosser Block ist in Schiefer eingepresst.

Auf dem Tithon (bezw. Neocom) liegt am Grate *Lischanna—Triassa* (wie schon im vorigen Abschnitte erwähnt), Liasbreccie und Hauptdolomit¹. Spuren von *Rauhwaacke* und ein gelblicher Dolomit mit Kieseleinlagerungen zu oberst deuten *Raibler* und *Wetterstein* an. Eine kleine Mütze von *Casannaschiefer* und *Gneiss* bildet den Schluss.

¹ Eine Reibungsbreccie von schwarzem Hornstein und Liasbreccie oder Hauptdolomit ist im Westen von P. 2958.

Einen ganz ähnlichen tektonischen Grundplan wie am *Triazza* und *Lischanna* finden wir am *S. Jon* und *Madlain*: Lias diskordant auf Hauptdolomit. Am Ostgrate des *Madlain* sind kleine Schichtenwiederholungen. Nur fehlt oberer Jura ganz. Statt dessen ist vom überschobenen Mittelschenkel mehr als im *Lischanna*-gebiete erhalten. In buntem gesetzlosem Gewirre lagern Verrucano, Buntsandstein, Triasdolomite und Liasbreccie auf den beiden

Fig. 16. Blick vom N-Ufer des Inn auf die Gneissüberschiebung an der Clemgia-Mündung.



Sch = Schotterterrasse (u. Grundmoränenreste)
G Sch = Bunte (Grüne) Schiefer

Gn = Gneiss
S = Serpentin.

hinteren *S. Jongipfeln*, auf dem höchsten noch (*Casannaschiefer?* und) *Gneiss* (Fig. 14 u. 15). Da, wo das Knäuel der Formationen unter dem Gletscher verschwindet, trifft man *Casannaschiefer* und einzelne Gerölle von *Rauhwaacke* (*Raibler?*), *Gneiss* und *Quarzporphyr*.

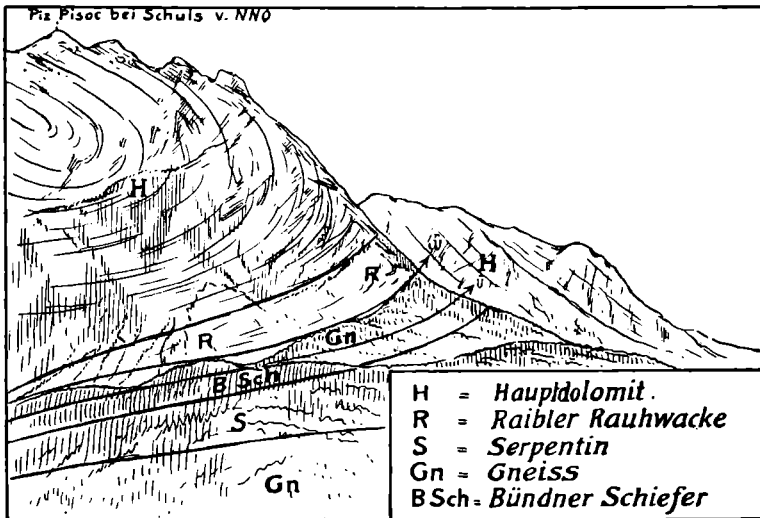
Nördliches Scarltal.

(Vgl. GÜMBEL 1888 S. 25—28, BÖSE 1896 S. 571.)

Auf die steil gestellten grauen und bunten Schiefer am *Inn* bei *Schuls* folgt ein schmaler Streifen *Serpentin*, darüber grossenteils *kaolinisierter Gneiss* (Fig. 16 S. 65) anfangs nördlich,

später südlich fallend, worauf der obere mächtige Serpentinzug erscheint. In ihm setzen Gänge auf, so einer im Walde bei der *Meierei S. Jon* (Fallen steil ost-südöstlich), deren zwei im *Clemgia-bette* gegenüber *Avrona* (Fallen fast senkrecht ost-südöstlich). Der Serpentin wird überlagert durch graue Bündner Schiefer (45° südlich bis südsüdöstlich geneigt), die an der *Richardsbank* — linkes Ufer — Lagen von Crinoidenkalk (Lias?) und Fetzen von Gneiss enthalten. Aufs neue taucht Gneiss auf, der bis *Plan da Fontanas* anhält. Mächtige Geröllhalden verdecken zu beiden

Fig. 17.



Seiten des Baches das Anstehende. Dagegen ragen östlich im Walde unmittelbar über Gneiss unter Auspressung der Zwischenglieder Felsen von Wettersteindolomit auf (unten steil südöstlich, sogar nordwestlich fallend, oben 20—45° südöstlich), der von Raibler Schichten überteuft wird. Westlich an der Riesenhalde des *Pisoc* ebenso.

Beiderseits türmen sich nun mächtige Wände des Hauptdolomits auf, der eine Mulde bildet. Am *S. Jon* ist sie normal, bei dem Wegweiser auf *Plan da Fontanas* ist ihre Sohle an den Wänden zu sehen. Am *Pisoc* schwieriger; bei leichtem Schneefalle kann man jedoch die nach Süden zurückgebogenen Schenkel verfolgen (Fig. 17¹). Dass noch jüngere Schichten eingefaltet sind,

¹ Ueber einige Unrichtigkeiten an Profilen und Zeichnungen siehe S. 74.

beweist ein Stück roten kieseligen Radiolariantones, das Führer Neuhäusler angeblich südlich vom Hauptgipfel gesammelt hat. (Ich selbst habe den Grat nur flüchtig untersucht.)

Geht man auf dem Wege nach *Scarl* weiter, so wird das Einfallen des Südflügels auf beiden Seiten im Mittel 45° nordnordwestlich, während ganz unten die Bänke senkrecht oder steil süd-südöstlich geneigt sind. Wegen der ungeheuren Mächtigkeit des Dolomites muss man wohl Wiederholungen annehmen. Auch finden sich sonstige Anzeichen dafür. 10 m südlich von einer Quelle (*Hennyquelle*) — nördlich von der Einmündung des *Triglbaches* — sitzen Schneckendurchschnitte und sichere Diploporen oder Gyroporellen in einer Schicht, etwa 120 m weiter gegenüber der grossen *Pisocrunse* und einem Felsblocke am Bache stehen Bänke mit Muschel- oder Schneckendurchschnitten. Bald kommen an einer Stelle so feingeschichtete ca. 80 m mächtige Dolomite mit Diploporen, wie ich sie nur als Wetterstein kenne. So scheint es ziemlich gewiss, dass mehrere kleine Sättel von ihm herauftauchen. Auch auf dem ganzen Nordgrate des *Pisoc* und am Gipfel schienen mir die Schichten hin und wieder mehr dem Wetterstein anzugehören. In den Felsen (siehe Fossilzeichen auf Taf. IV), die in die Runse nördlich von *Munt dels Vadels* abfallen, fanden sich zahlreiche Zweischalerdurchschnitte.

Bei *Val del Guad nair* treten dann zweifellose ältere Schichten wieder zu Tage. Raibler mit Wetterstein in langgezogenen liegenden Falten streichen vom Südabhange des *Pisoc* in östlicher Richtung südlich am *Madlain* und *Cornet* vorbei (vgl. Profil Va S. 68, Profil IV [Taf. IV] und Profil V, VI [Taf. VI]).

An der Einmündung der *Val Minger* kommen Wetterstein und Muschelkalk mit steilem meist nordnordwestlich gerichtetem aber sehr wechselndem Fallen aus der Tiefe.

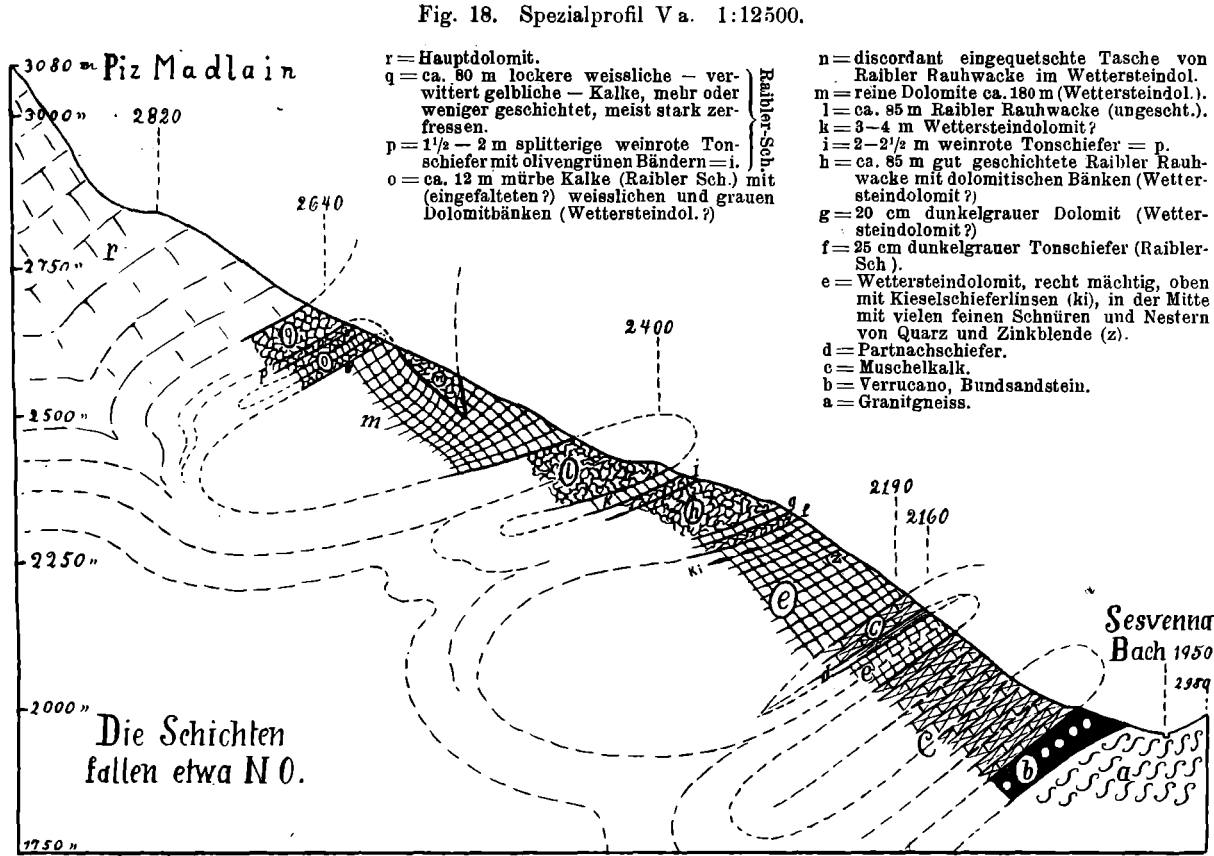
Bei *Scarl* befinden wir uns im Gneiss, der mitsamt *Verrucano* und Buntsandstein fast gänzlich verdeckt ist.

Val Sesvenna.

(GÜMBEL 1888 S. 28, BÖSE 1896 S. 573—74.)

Die ganze Nordseite bis über den *Piz Cristannes* hinaus besteht aus liegenden Falten von *Verrucano*, Buntsandstein, Muschelkalk, Wettersteindolomit, Raibler Rauhwacke und Tonschiefern. Das Spezialprofil Va, S. 68, erläutert dies am besten.

Mit diesen westlich bis östlich streichenden, im allgemeinen nördlich fallenden Zügen kreuzt sich ein kleineres Falten-

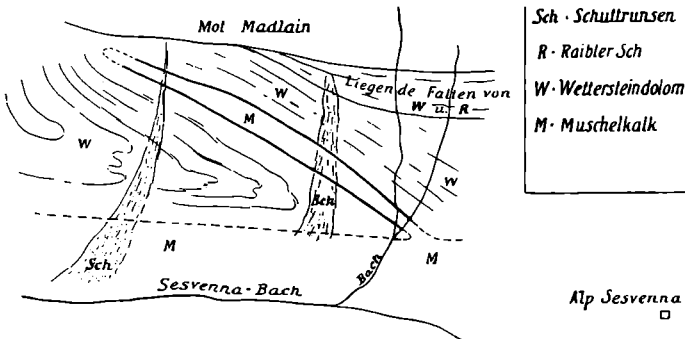


system ungefähr senkrecht. Weithin sichtbar sind solche kombinierten Schlängelungen am *Mot Madlain*, Südostseite, und an

der West- und Südwand der „*Cornet*“ bezeichneten Felsenterrasse (östlich der *Alp Sesvenna*). Hierzu vgl. die Fig. 19, 20, 21.

Oestlich und südlich des Tales herrscht Augengranit, Gneiss und Glimmerschiefer vor. Bei der *Alp Marangun* tritt ein Zipfel von Verrucano, Buntsandstein und Muschelkalk auf das linke Ufer. Sie scheinen von Granitgneiss überdeckt zu werden, man sieht wenigstens Muschelkalk südwärts fallen, während der erstgenannte südlich eine viel grössere Höhe erreicht.

Fig. 19. Blick von Mot del hom (Val Sesvenna) nach WNW.
SW NO



Das Hauptfallen aller Schichten ist NW; wie man jedoch an obiger Skizze sieht, sind die Schichten auch in der Streichrichtung (SW—NO) gefaltet.

Der Muschelkalk sendet von ONO unten nach WSW oben apophysenartig einen Sattel in den Wetterstein mit beiläufig nördlichem Fallen. Diese Tatsache soll die auf der Südseite etwas eigentümlichen Profile V, Va, VI rechtfertigen.

Eine zweifellose Ueberlagerung erblickt man am *Mot del hom*. An der Flanke des Berges hängt eine Mulde von Verrucano, Buntsandstein, unterer Rauhawacke, Muschelkalk und Wetterstein. Aus der Ferne ist sie durch die grauen Felsen kenntlich, die sich schroff von dem sanften, bunt bewachsenen Hange abheben.

VII. Die Mineralquellen von Schuls-Tarasp.

Ueber die chemische Zusammensetzung gibt die Schrift von Dr. A. v. PLANTAREICHENAU, Chur 1859, „*Chemische Untersuchung der Heilquellen zu Schuls und Tarasp*“ Auskunft. Im übrigen hat GÜMBEL¹ so ausführlich die Quellen behandelt, dass wenig Neues hinzuzufügen ist. Er² kommt zu dem Ergebnis, dass die Kohlensäure die wichtigste Ursache der Mineralwässer ist, ferner, dass sie auf der *Inntalverwerfungs-* bzw. Ueberschiebungsspalte aus grösserer Tiefe empor-

¹ 1888. S. 52—71.

² Ibid. S. 68—70.

Fig. 20. Blick von Alp Sesvenna gegen O.

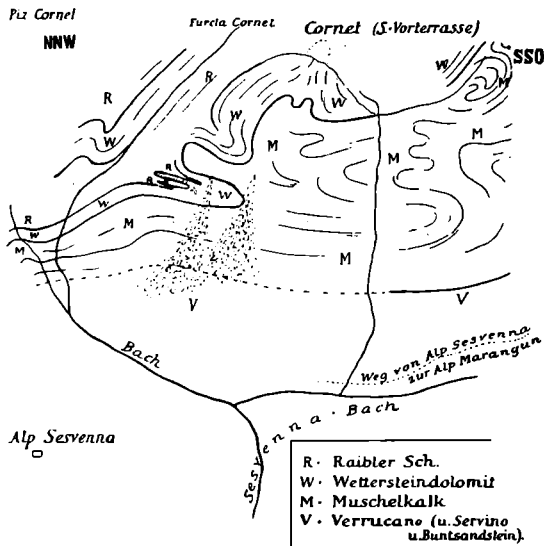
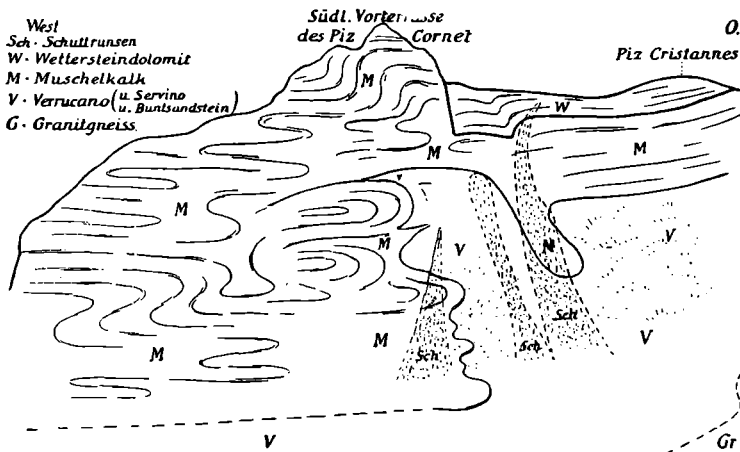


Fig. 21. Blick von Blaisch dels Manaders (Val Sesvenna) nach N.



Die Skizzen Fig. 20 und Fig. 21 geben die Ansicht auf den Felsklotz Cornet (südlich vom Piz Cornet) von W und S wieder; die Ebene des Papiers von Fig. 21 ist also etwa rechtwinklig zu der von Fig. 20 zu stellen. Fig. 20 zeigt die Haupt-, Fig. 21 die Nebenfaltenzüge. Bei \times in Fig. 20 ist das Umbiegen einiger Nebenfalten im Wetterstein längs der Streichrichtung sichtbar.

steigt. Ein Teil dringt frei als Mofetten an die Oberfläche, z. B. an der Strasse *Schuls-Fetan* („*Mofettas*“). Ein anderer wird von den in den oberen Gesteinsschichten zirkulierenden Wässern absorbiert; dieses Sauerwasser löst aus den kalkigen Lagen Karbonate der alkalischen Erden und des Eisens und tritt derartig beladen mit Tagestemperatur ans Licht (Säuerlinge). So in der *Vih-* und *Sotsassquelle*. Ferner stösst ein Teil kohlen säurehaltigen Wassers auf Gipslinsen, in denen ausserdem noch andere Sulfate, Kochsalz und Natriumkarbonat vorhanden sind. Aus ihnen nimmt es die am leichtesten löslichen Salze (Kochsalz, Natriumkarbonat, Sulfate der Alkalien) und steigt als heilkräftige Quelle empor. Also für die Heilquellen (im Gegensatze zu den Säuerlingen) sind nächst der Kohlensäure die in den Gipslinsen enthaltenen Stoffe die Hauptsache. Ich füge hinzu: Da beobachtetermassen der Gips nie in den grauen, sondern nur in den bunten Schiefeln vorkommt, so würden neue Bohrungsversuche auf Heilquellen (d. h. solche, die reich an Kochsalz, Natriumkarbonat, Sulfaten der Alkalien sind) nur dort Aussicht auf Gelingen haben, wo an der Oberfläche oder im Untergrunde die bunten gipshaltigen vorhanden sind. Vor allem kommt der Streifen in Betracht, der südlich von *Schuls* über *Pradella*, südlich an *Sent* vorbei nach *Crusch* zieht. Vielleicht ist auch in der südöstlich gelegenen Zone, die *Val Triazza* und *Chazet* kreuzt, etwas zu machen.

Umgekehrt kann man sagen: Wo sich Ausblühungen von diesen Salzen oder derartige Quellen zeigen, ist Gips und mit ihm bunter Schiefer vorhanden, wenn auch vielleicht verborgen.

Zum Schlusse möge eine kleine Quelle erwähnt werden, die Herr HAAG entdeckt hat. Sie entspringt an der *Innbrücke Schuls-Pradella* (1177) etwas flussabwärts auf der rechten Seite im Bette des *Inn* selbst. Gewöhnlich ist sie durch Geröll und Schlamm verstopft. Herr HAAG sagte, das Wasser hätte salzig geschmeckt; demnach scheint es eine Heilquelle zu sein. Die Entstehung im *Serpentin* wäre dann nur scheinbar, sie kommt aus den bunten Schiefeln, die südlich unter den *Serpentin* fallen.

Kaolin.

Im Anschlusse an die Kohlensäureexhalationen, die heute noch eine Kommunikation der Erdoberfläche mit dem Innern andeuten, ist noch ein Zeugnis vergangener vulkanischer Tätigkeit zu melden. Gelegentlich des Tunnelbaues für die elektrische Anlage an der *Clemgia* wurde ich darauf aufmerksam gemacht. Trotzdem sich der Tunnel nicht so sehr hart unter der Verwitterungsrinde bewegt, enthält das Gestein — Gneiss und Granit — keinen frischen Kern, ist tiefgründig zersetzt. Dabei fehlt jene charakteristische rotbraune Färbung durch Eisenoxyd: es ist weisser Kaolinit, der manchmal, besonders gegen den *Inn* zu, vollständig grusig ist, während er gegen Süden noch Gneissstruktur erkennen lässt. Er enthält Nester von grossblättrigem Muskovit, die keine Spur von Zersetzung zeigen. Nach einer schriftlichen Mitteilung des Herrn Ingenieur SCHORER wird das Gestein immer frischer, je weiter es vom *Inn* entfernt ist. „Das Südende des Tunnels geht durch fast undurchbohrbaren Granit¹. Mitten in diesem harten Material finden sich Spalten, die alle un-

¹ Nach den mir gesandten Proben ist es Juliergranit, z. T. hornblendeführend.

gefähr parallel dem *Inn* laufen; der Inhalt ist weisser Kaolinit, hie und da durch Eisenoxyd verunreinigt. Die italienischen Arbeiter erzählten, sie hätten bei Durchbohrung einer solchen Spalte einen eigentümlichen Geruch bemerkt, den sie aber nicht näher bezeichnen konnten.“

Wie RÖSLER¹ kürzlich in einer grösseren Arbeit dargelegt hat, entsteht durch gewöhnliche Verwitterung kein Kaolinit, sondern Ton, ein Produkt, das eine abweichende chemische Zusammensetzung zeigt, besonders charakteristisch ist $Fe_2 O_3$. Der chemische Unterschied ist jedoch noch keineswegs klargelegt. Kaolinit entsteht nach ihm nur durch heisse Dämpfe und Wässer, die auf Verwerfungsspalten postvulkanisch empordringen. Dann müsste diese Kaolinbildung an der Clemgia durch Dämpfe entstanden sein, die jedenfalls auf der Inntalverwerfung emporgestiegen sind.

Erdbeben.

Vielfach sind im Engadin lokale, wenn auch nur leichte Erdbebenstöße beobachtet worden. GÜMBEL² führt sie zum Teil wenigstens darauf zurück, dass in der Tiefe Einstürze stattfinden, die durch die auslaugende Tätigkeit des kohlen-sauren Wassers bewirkt werden.

Erzvorkommen.

Wie im Wetterstein der Nordalpen³ und von *Bleiberg* in Kärnthen, ferner im gleichaltrigen Esinokalke der Südalpen, finden sich auch im Wetterstein des von mir bearbeiteten Gebietes Nester und Schnüre von Erzen. Hauptsächlich sind es hier silberhaltiger Bleiglanz und Zinkblende. Daneben kommen weisser Baryt, Galmei, Brauneisenstein vor (THEOBALDS⁴ Angabe). Die Bildung scheint durch Sublimation auf Klüften erfolgt zu sein. Auch im Muschelkalke lässt sich das Auftreten nachweisen. Aeusserlich kenntlich sind solche Stellen an dem braunen, zelligporösen Verwitterungsrückstände von Quarz und Eisenoxyd im Ausgehenden. Ausser an den ehemaligen Bleiminen bei *Scarl*⁵ (im Muschelkalke und Wetterstein) und auf der Südterrasse des *Piz Cornet* (Wetterstein), von wo das Vorkommen geraume Zeit bekannt war, gibt's noch andere Stellen, so nordöstlich von *Mot Madlain* in einer langen Runse, die vom *Piz Madlain* zu Tale zieht (Wetterstein). Südöstlich und nordöstlich der *Furda Cornet* sind zwei weitere Fundorte im Wetterstein, zu denen sich einer im Muschelkalk der unteren *Val Cristannes* gesellt (rechte Seite, nordwestlich von P. 2421).

In höheren Schichten sind Erzklüfte nicht bekannt. THEOBALD⁶ erwähnt zwar, dass man auch Stollen in die Raibler Rauhwacke, die von Gängen durchsetzt sei, getrieben habe. Leider ist die Richtigkeit dieser Angabe nicht mehr zu prüfen, weil die Stollen verschüttet sind. Es wäre jedenfalls möglich, dass zwar diese Schichten durchbohrt worden, aber nur in den älteren Dolomiten, die ja so vielfach mit Rauhwacke wechsellagern, Erze sich fanden.

¹ 1902. ² 1888. S. 67.

³ GÜMBEL 1861. S. 223 ff. ⁴ 1860. S. 40. 1864. S. 319.

⁵ Sollte vielleicht der Name Sessenna bedeuten: cis venas = diesseits der Adern (Minen)?

⁶ 1860. S. 40. 1864. S. 319.

Einiges Lokalinteresse dürfte es haben, wenn ich alle Angaben¹ über die Geschichte des Bergwerkes *Scarl*, deren ich habhaft werden konnte, zusammenstelle. Die älteste Nachricht steht in einer lateinischen Urkunde, die sich in TH. v. MOHR'S *Codex diplomaticus*, Bd. II, Chur 1852—54, findet: Am 1. November 1317 verleiht Herzog Heinrich von Kärnthen, König zu Böhmen, Graf von Tirol, dem Ritter Gebh. von Guarda, den Söhnen Alberts von Porta und zwei Söhnen des Andr. von Planta von Zuz, Konrad und Friedrich, das Silberbergwerk *Scarl*. 1356 bestätigt der Graf von Tirol dem Ulrich Planta den Vertrag über die Bergwerke im Unterengadin. Dazu gehörten auch die Bergwerke am *Ofen*, *Valdera* und *Buffalora*. Damals muss der Bergbau sehr ergiebig gewesen sein, denn bis zum 8. Februar 1499 waren 200 Knappen dort beschäftigt. Als sie jedoch das Dorf *Schuls* überfallen wollten, wurden sie geschlagen und fast alle getötet, der Rest vertrieben. Im Volksmunde heisst die Kampfstelle im *Scarl tale* noch heute „*Knappentod*“ (erste Brücke südlich von *Plan da Fontanas*). Erst in den Jahren 1820—28 wurde der Betrieb mit Hütten wieder aufgenommen, lohnte sich aber anscheinend nicht mehr. Ahermalige Versuche fallen in die Zeit von 1854—59. Zuerst waren es Sprecher aus Chur und sein Betriebsleiter Oberföll. Dann erprobte J. J. Grass aus Düsseldorf sein Glück. Er fand auch am *Cornet* reiche Proben von Bleiglanz. Doch auch sein Unternehmen scheiterte, wobei er ein Vermögen von 10 000 preussischen Talern verlor. Wie ich hörte, soll nächstens vielleicht noch einmal der Betrieb aufgenommen werden.

An sonstigen Erzvorkommen sei Kupferkies in Liasbreccie erwähnt, der bei *Lais da Rims* vereinzelt auftritt. Der rote Radiolarienhornstein am *Lischanna* und *Piz Mezdi* führt Braunstein. Aehnliches (Mangan-Eisen-Konkretionen) beschreibt WÄHNER² aus den roten Kalken des mittleren Lias.

VIII. Gesamtergebnisse.

Fassen wir kurz zusammen, was die vorliegende Arbeit Neues bringt.

1. Petrographisch. Ausser einigen andern Notizen ist es die **Entdeckung und Kartierung grosser Effusivmassen.**

2. Stratigraphisch-paläontologisch. Einige Beiträge zur Gliederung der Trias und des Jura. Die Entdeckung einer reichen **Acanthicusfauna. Fossilienfunde im Bündner Schiefer.**

3. Tektonik. Die Hauptaufgabe war eine möglichst genaue **Darlegung des Aufbaues unserer Gegend.**

Es konnte festgestellt werden, dass wir in dem **Trias- und Jurakeile**, der sich vom *Piz Lad* in Südwestrichtung bis ins Oberengadin erstreckt, ein **Massiv** zu erblicken haben, das unter einer **Decke altkristalliner Gesteine versunken** ist, die sich in dem be-

¹ Nach Mitteilung von Herrn Roner in *Scarl*.

² 1903. S. 112.

handelten Gebiete von Südosten her darüber gelegt haben. Durch dieses Untersinken unter eine schützende Decke erklärt sich allein die Erscheinung, dass unser mesozoisches Massiv erhalten geblieben ist, während in der Umgebung weit und breit alle Schichten mit wenigen Ausnahmen der Abrasion bis auf das kristalline Grundgebirge anheimgefallen sind, weil sie offenbar die grössten Höhen gebildet haben. Der durch die Südostüberschiebung entstandene nordwestlich gerichtete Druck hat die Formationen in nordöstlich—südwestlich streichende Falten gelegt. Aus ihnen sind vielfach Ueberschiebungen niederen und höheren Grades hervorgegangen, bei denen Faltungs- oder Ueberschiebungsdiskordanzen mit Quetschzonen verbunden, Begleiterscheinungen sind. Ausserdem begegnen uns überall die mehr oder minder deutlichen Spuren einer Zerlegung in ein Haupt- und ein Nebenfaltensystem, die sich recht- oder schiefwinklig kreuzen.

Bemerkungen zu den Tafeln und Zeichnungen.

Bei Profil I (Taf. V) ist im nordwestlichen Teile an Stelle der weissgelassenen Streifen zwischen Gneiss und Muschelkalk Schutt einzuzeichnen.

Ferner ist der Wetterstein, über dem die Zahl „2710“ steht, im mittleren Teile des Profils I, nach dem Liegenden zu auf Kosten des Hauptdolomits viel mächtiger zu zeichnen, so dass die Liasbreccie, über der „Tiroler Grenze 2760“ steht, diskordant auf Wetterstein liegt.

Bei Fig. 8 (S. 50) reicht die spitze Mulde von W und R am S-chalambert dadora tiefer gegen Val d'Uina hinab, als gezeichnet ist.

Den Piz S-chalambert werde ich in einer nächsten Arbeit („Piz Lad-Gruppe“), zu der die Untersuchungen im Felde bereits abgeschlossen sind, noch genauer behandeln.

In Profil VI (Taf. VI) ist die Raibler Raubwacke am Nordfusse des Pisoc zu mächtig gezeichnet, nach oben zu auf Kosten des Hauptdolomits, nach unten mit Vernachlässigung des Wettersteins, der sich als schmaler Streifen über Gneiss dazwischen befindet.

Dasselbe gilt von Fig. 17 (S. 66).

Auf der kolorierten Karte (Taf. IV) konnte ich die genannten Fehler rechtzeitig verbessern.

Druckfehlerverzeichnis.

Im Texte:

S. 41 Zeile 22 lies Russenna anstatt Russena.

S. 67 Zeile 21 lies Vades anstatt Vadels.

Auf Tafel IV:

~~In der Farbenskala ist bei den bunten Bündner Schiefen vergessen, den Dolomit und Marmor als kleine rote Linsen einzutragen.~~

Genau nördlich von dem Buchstaben „P.“ in P. Mezdi (im östlichen Teile des Gebietes) ist versehentlich ein Fleckchen Tithon-Kalkschiefer anstatt Lias-schiefer gedruckt worden.

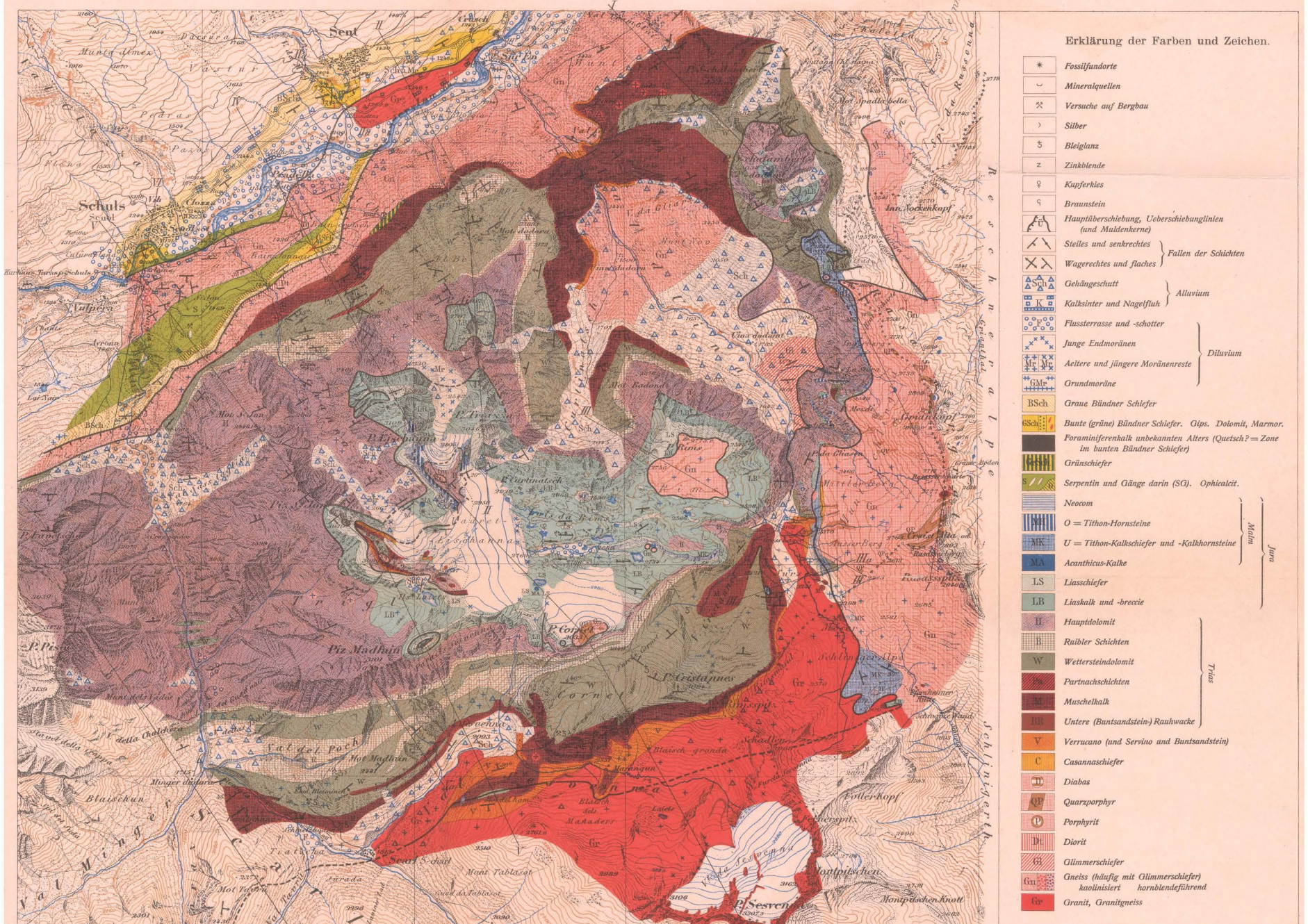
Ferner sind ein paar kleine belanglose Ungenauigkeiten (infolge technischer Schwierigkeiten) in der Quetschzone des Piz S. Jon untergelaufen.

GEOLOGISCHE KORTE DER LISCHANNAGRUPPE.

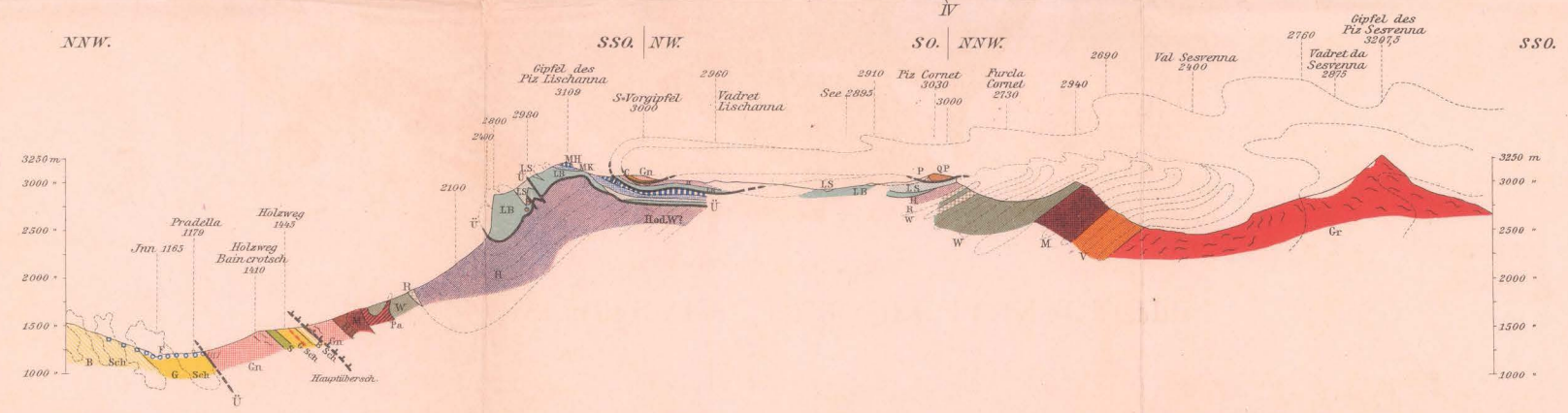
Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. Bd. XIV. 1904.

Entworfen von W. SCHILLER.

W. SCHILLER, I. Lischanngruppe. Tafel IV.



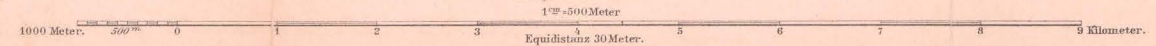
IV Profil: Pradella - Piz Lischanna - P. Cornet - P. Sesvenna.

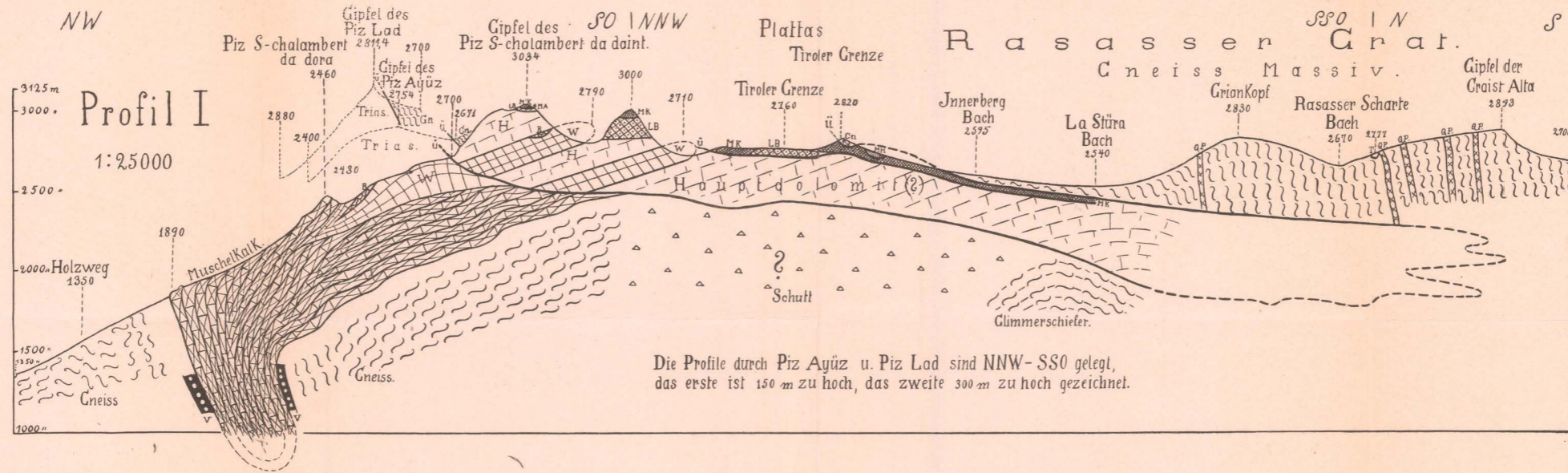


Mit Bewilligung der Schweiz. Landestopographie nach den offiziellen Karten bearbeitet.

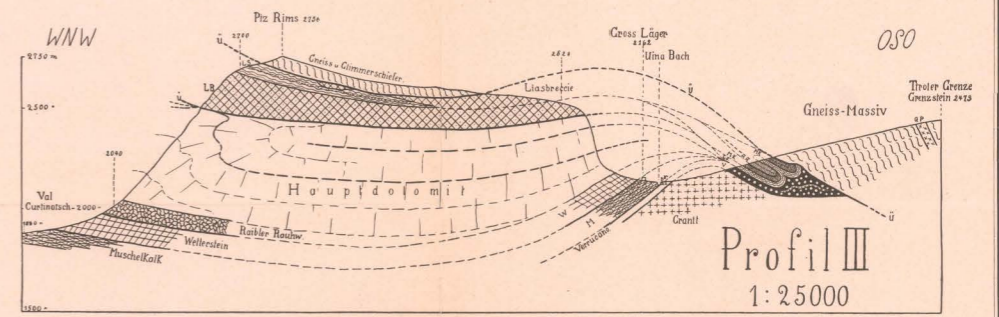
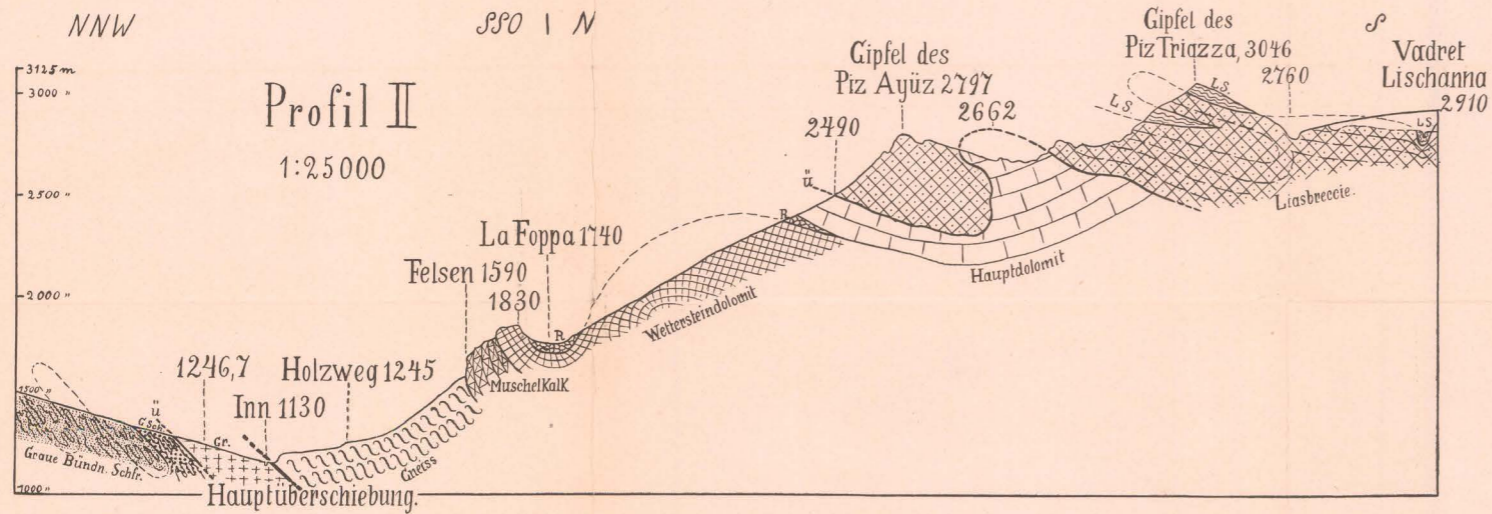
Farbendruck von Giesecke & Devrient, Leipzig.

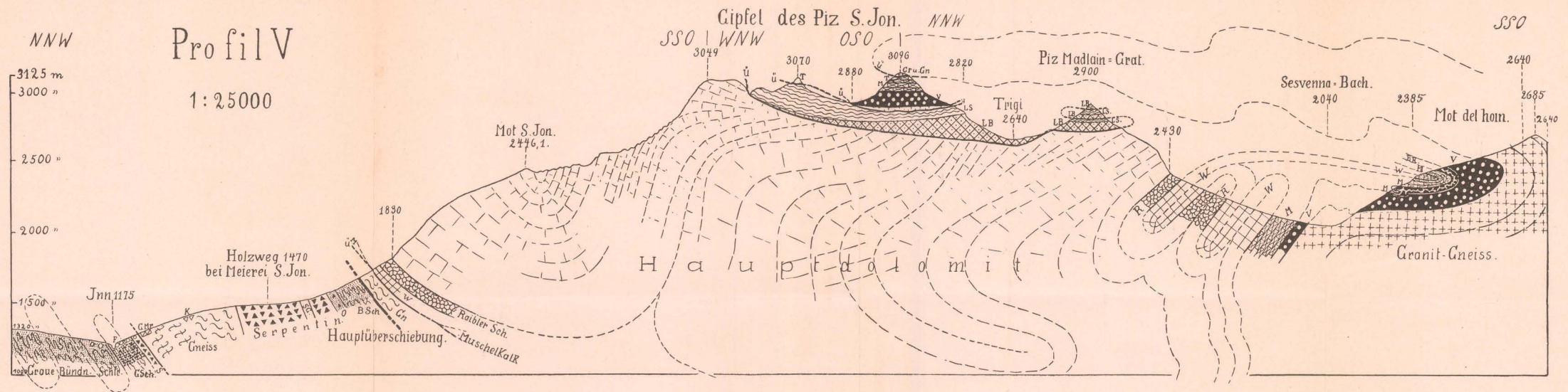
Masstab 1:50000.





Die Profile durch Piz Ayüz u. Piz Lad sind NNW-SSO gelegt, das erste ist 150 m zu hoch, das zweite 300 m zu hoch gezeichnet.



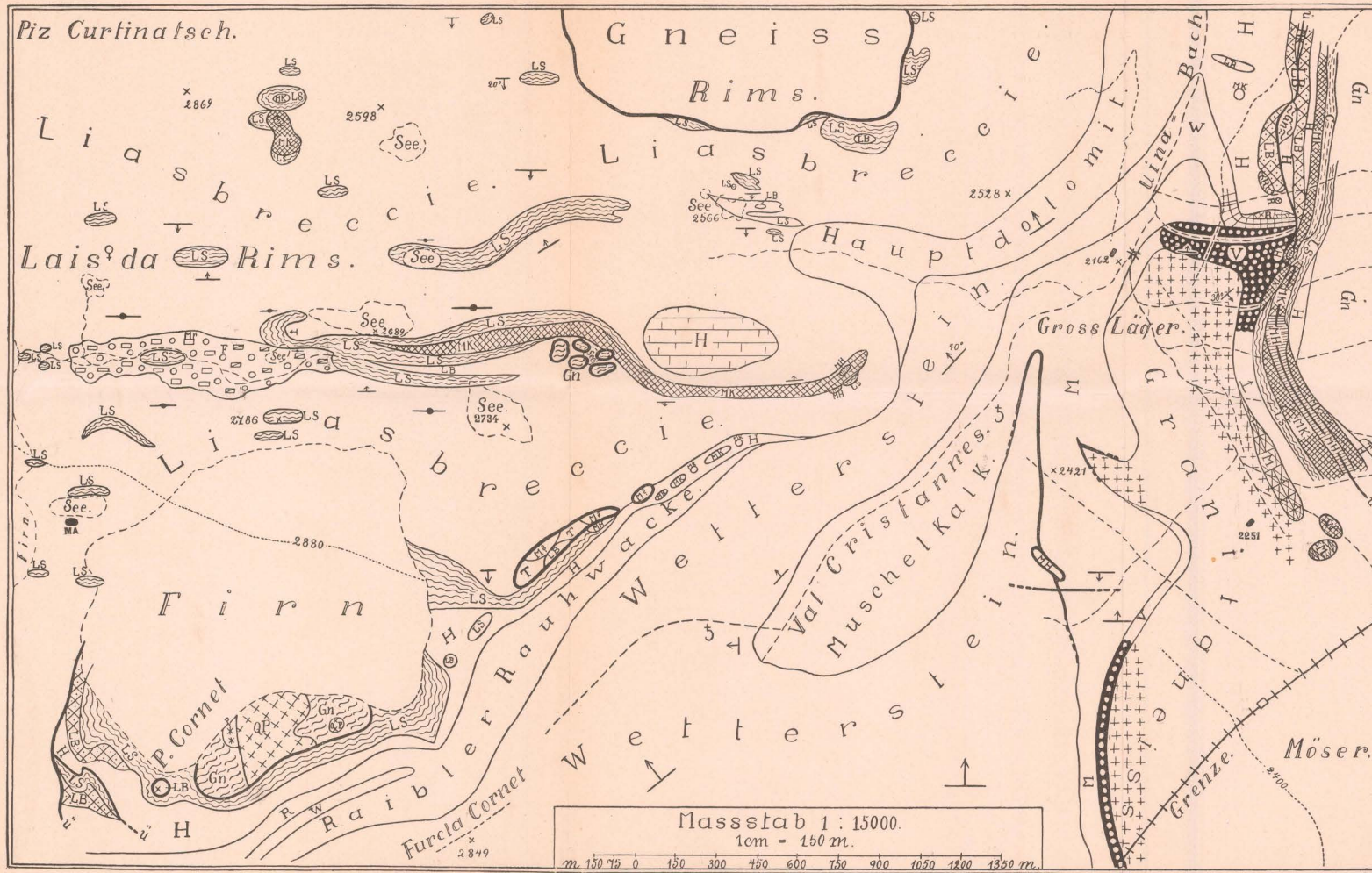


3125m N-NNO

2625 S-SSW Piz Pisoc NNW 2900 2670

Mat Tavrü SSO

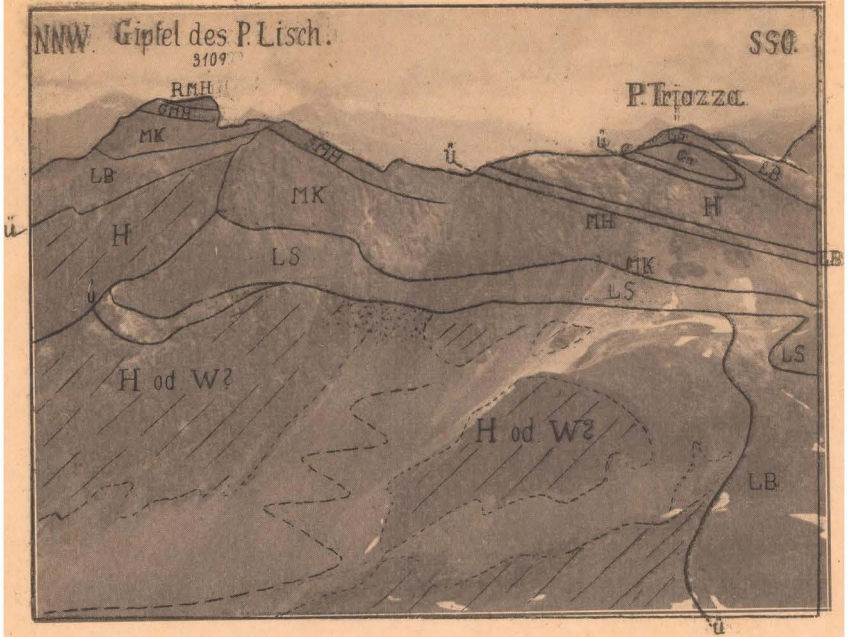
Specialkarte des Gebietes: Gross Läger — Val Cristannes — Piz Cornet — Lais da Rims.



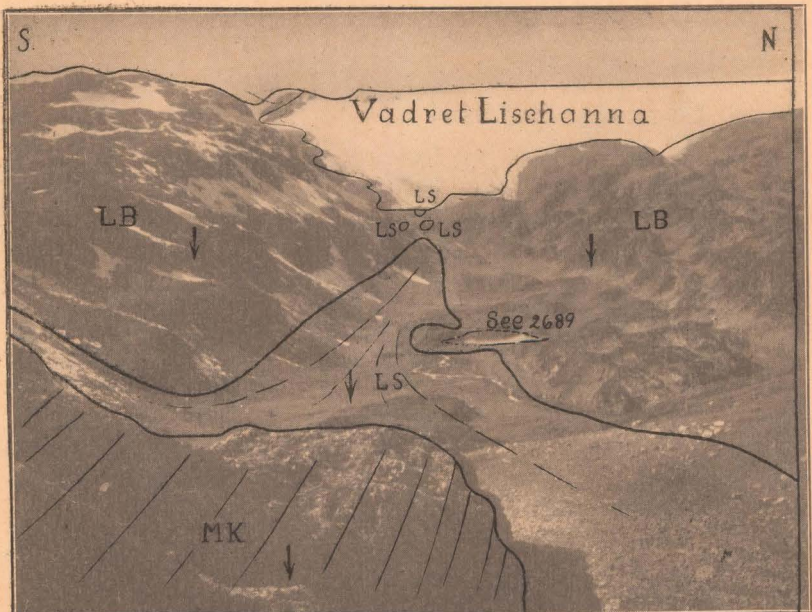
Erklärung der Zeichen für Karte und Profile.

* Fossilfundorte.	MA	Acanthicus-Kalke
♀ Kupferkies.	LS	Liasschiefer.
♂ Bleiglanz.	LB	LiasKalk und -breccie.
Ü / \ Überschiebungslinien.	T	Triasdolomit (Quetschzone).
↘ / ↗ steiles und senkrechtes	H	Hauptdolomit
↘ / ↗ wagerechtes u. flaches	R	Raibler Schichten.
Sch / \ Gehängeschutt.	W	Wettersteindolomit.
K / \ Kalksinter u. Nagelfluh.	Pa	Partnachschiefer.
F / \ Flussterrasse und Schotter.	M	Muschelkalk.
Mb / \ Altere u. jüngere Moränenreste.	BR	Untere (Bunt sandstein-) Rauwacke.
GM / \ Grundmoräne.	V	Verrucano (u. Servino u. Bunt sandstein).
BSch / \ Graue Bündner Schiefer.	C	Casannaschiefer.
GSch / \ Bunte (grüne) Bündner Schiefer, Gyps, Dolomit, Marthor.	QP	Quarzporphyr.
O / \ Ophicalcit.	P	Porphyrit.
S / \ Serpentin (u. Gänge darin SG)	Gl	Glimmerschiefer.
MH / \ O.-Tithon-Hornsteine	Gn	Gneiss (häufig mit Glimmerschiefer) Kaolinisiert.
MK / \ U.-Tithon-Kalkschiefer und Kalkhornsteine.	Gr	Granit, Granitgneiss.

Westwand des Piz Lischanna vom Hauptgipfel d. S. Jon aus.



2. Lais da Rims von Osten aus.



SMH = Schwarze Molmhornsteine. LS = Liasschiefer. C = Casannaschiefer.
 RMH = Rote " LB = Lias Kalkbreccie. Gn = Gneiss.
 GMH = Grüne " H = Hauptdolomit
 MK = Malza = Kalkschiefer u. Kalkhornst. W = Wellerstein dol. Ü = Überschiebung.

