

Zur

Kenntniss der Schichtenfolge im Engadin.

Von

Dr. Emil Böse
in Karlsruhe.

Sonderabdruck aus der Zeitschrift der Deutschen geologischen
Gesellschaft, Jahrgang 1896, Heft 3.

6. Zur Kenntniss der Schichtenfolge im Engadin.

Von Herrn EMIL BÖSE in Karlsruhe.

Einleitung.

Im Sommer 1893 untersuchte ich eine Anzahl von Profilen im Unter- und Ober-Engadin. Um den Zusammenhang mit dem Algäu und Vorarlberg zu erkennen, beging ich zusammen mit meinem Freunde Herrn Dr. J. BÖHM mehrere Theile dieser Gegenden. Hier wurde uns die Untersuchung durch die grösseren Arbeiten von v. RICHTHOFEN¹⁾, v. MOJSISOVICS²⁾ und ESCHER³⁾, sowie durch die neuerdings von SKUPHOS⁴⁾ veröffentlichte Abhandlung wesentlich erleichtert. Schwieriger lagen die Dinge in der Arosa-Gruppe (zwischen Chur-Davos-Alvenëu-Tiefencastel), wo wir als Vorgänger eigentlich nur THEOBALD hatten. Ich selbst beging dort nur ein Profil am Parpaner Weisshorn, während Herr Dr. BÖHM⁵⁾ auch in dem übrigen Theile der Gebirgsgruppe Untersuchungen anstellte. Ich begann meine Hauptuntersuchungen im Gebiete der Albulagruppe und beging dann verschiedene Profile in dem südlich und nördlich vom Innthal gelegenen Kalkgebirge. Alle diese Profile liegen innerhalb der Linien Val d'Uina-Cierfs (Westen), Val Saluver-Bernina (Osten). Leider gestattete mir die vorgerückte Jahreszeit nicht, auch den Oberhalbstein in den Bereich meiner Studien zu beziehen; immerhin hoffe ich, auf den nachstehenden Seiten manches Neue und nicht Uninteressante zur Geologie des südlichen Graubündens beizutragen. Durch den Um-

¹⁾ v. RICHTHOFEN, Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., (1859) 1861.

²⁾ v. MOJSISOVICS, Beiträge zur topischen Geologie der Alpen, No. 3. Der Rhätikon. Ibidem 1873.

³⁾ ESCHER, Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. N. Denkschr der Schweiz. Naturf. Gesellschaft, 1853.

⁴⁾ SKUPHOS, Ueber die Entwicklung und Verbreitung der Partnachschichten in Vorarlberg etc. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., 1893.

⁵⁾ J. BÖHM, Ein Ausflug in's Plessurgebirge. D. Zeitschr., 1895.

stand, dass ich ein sehr ausgedehntes Gebiet zu bereisen hatte. wurde es bedingt, dass manche meiner Untersuchungen den Charakter des Kritischen tragen mussten, insofern als ich genöthigt war, die in neuerer Zeit von GÜMBEL und DIENER publicirten Profile zu untersuchen, doch glaube ich, auch in diesen Fällen mancherlei Positives zu bringen. Meine Untersuchungen sind natürlich keine abschliessenden; nur eine genaue kartographische Aufnahme etwa im Maassstab 1 : 50 000 — 1 : 25 000 würde alle Fragen beantworten, alle Räthsel lösen können. Das Studium der Schichtenfolge wird durch die häufig sehr complicirte Tektonik ungemein erschwert; zwar treten hier nicht die vielen kleinen Verwerfungen auf, welche in den bayrischen Alpen regelmässig vorhanden sind, dafür aber finden wir starke Faltungen, sowie colossale Ueberschiebungen und Längsbrüche.

Nur wenige geologische Karten existiren über Graubünden. Diejenigen von ESCHER und STUDER sind veraltet, aber die von ihnen gegebenen Profile sind äusserst schätzbar und wichtig, weil Alles, was ESCHER und STUDER beschrieben, auch in der Natur vorhanden ist. Sicherlich werden sich in den Tagebüchern ESCHER's noch zahlreiche wichtige und interessante Notizen finden, doch hat man bisher diese Tagebücher nicht durch den Druck dem wissenschaftlichen Publikum zugänglich gemacht; bei dem heutigen Stande der Dinge wäre es nöthig, wenn man diese Notizen benutzen wollte, sich nach Zürich zu begeben und sie dort zu studiren, wozu es mir aus privaten Gründen an Zeit gebrach. Ich kann mich somit nur auf die von ESCHER und STUDER¹⁾ publicirten Notizen stützen.

Eine bestimmte Schichtenfolge festzustellen ist diesen älteren Geologen noch nicht gelungen, so reich ihre Arbeiten auch an Detailbeschreibungen sind; den ersten Versuch dazu machte THEOBALD²⁾ und zwar in zahlreichen kleineren Arbeiten, deren Resultate er später in seinem grossen Werke über Graubünden zusammenfasste. Er gab folgendes Schema der Schichtenfolge:

1. Gneiss und Glimmerschiefer.
2. Casannaschiefer (nicht regelmässig vorhanden).
3. Verrucano.

¹⁾ ESCHER, Geol. Bem. nördl. Vorarlberg etc., 1853. — ESCHER und STUDER, Geologie von Mittelbünden. Denkschr. d. schweiz. naturf. Gesellsch., 1839. — STUDER, Die Gebirgsmasse zwischen Chur und Davos. Ibidem, 1837.

²⁾ THEOBALD, Geologische Beschreibung der nordöstlichen Gebirge von Graubünden. Geol. Karte d. Schweiz, 1863, und Geologische Beschreibung der südwestlichen Gebirge von Graubünden. Ibidem, 1866.

4. Raubwacke.
5. Muschelkalk.
6. Partnachschiechten (nicht immer entwickelt).
7. Arlbergkalk (= Wettersteinkalk, Hallstätter Kalk).
8. Lüner Schichten.
9. Obere Raubwacke.
10. Hauptdolomit.
11. Koessener Schichten.
12. Dachsteinkalk (nicht immer vorhanden).
13. Steinsberger Kalk (Lias in Adnether Facies).
14. Algäuschiefer.

Zum Algäuschiefer rechnet THEOBALD auch die kalkig-thonigen, zuweilen glimmerhaltigen Schichten, welche die nördliche Thalseite des Unter-Engadins bilden, sowie jene petrographisch wechselnden Schichten, welche den Thalboden des Oberhalbsteins und der Lenzerhaide bilden. Diese Meinung hatte bereits ESCHER aufgestellt, während STUDER die Schiefer der Lenzerhaide und des Schanfigg für Flysch hielt, in welcher Meinung ihm v. MOJSISOVICS folgte, doch will dieser, ebenso wie GÜMBEL, die Grenze des Flysches mit dem Thale des Schanfigg zusammenfallen lassen. Diese Frage gehört jedoch nicht in den Rahmen meiner Arbeit, da ich die Schiefer der Lenzerhaide nur flüchtig, die des Schanfigg und Oberhalbsteins gar nicht kennen gelernt habe.

So wichtig THEOBALD's Arbeit in Beziehung auf Detailbeobachtungen ist, so wenig bedeutet die Karte für die Tektonik. THEOBALD hält alle Kalke und Dolomite für mesozoisch, manche Gesteine für Stufen, während sie in Wirklichkeit Facies sind; die Schichtgrenzen sind fast immer unrichtig, zuweilen sogar physikalisch unmöglich und die tektonische Auffassung stimmt äusserst selten mit der Wirklichkeit überein. THEOBALD sucht Alles mit Faltungen zu erklären, Verwerfungen giebt er selten oder nie an. Immerhin bleibt sein Verdienst ein überaus grosses, insofern als er der erste ist, dem wir eine genauere Kenntniss der interessanten geologischen Verhältnisse Graubündens verdanken. Nach ihm geschah im Gebiete des Engadins lange Zeit nichts zur Aufklärung der Schichtenfolge. Erst im Jahre 1884 publicirte DIENER¹⁾ eine Arbeit über die Kalkfalte am Berninapass. Er stellte folgende Schichtenserie fest:

1. Gneiss.
2. Casannaschiefer.

¹⁾ DIENER, Die Kalkfalte des Piz Alv. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., 1884.

3. Verrucano.
4. Untere Trias, als schmale Bank entwickelt.
5. Hauptdolomit.
6. Koessener Schichten.
7. Rothe Liaskalke.

Ihm folgte im Jahre 1887 GÜMBEL¹⁾ mit zwei Arbeiten. In der ersten behandelt er zwei Hauptprofile, am Endkopf und Piz Lat. An dem ersteren liegen:

1. glimmerreiche, quarzitishe Gneisse,
2. chloritische Schiefer,
3. schwärzliche, dünnplattige Dolomite mit *Gyr. pauciforata* (Ob. Muschelkalk),
4. Rauhacken, im unteren Theil mit mergeligen dunklen Kalken wechsellagernd (Partnachschiechten, Wettersteinkalk, Raibler Schichten).

In der zweiten Arbeit bespricht GÜMBEL 5 Profile, von denen ich 4 begangen habe, eine Würdigung der GÜMBEL'schen Resultate werde ich im nächsten Theile dieser Arbeit geben, hier interessirt uns nur die allgemeine Gliederung der Schichten, welche GÜMBEL aufstellt. Er fand:

1. Gneiss und krystallinische Schiefer.
2. Buntsandstein

{	Sandsteine und Schiefer vom Typus der Werfener Schichten,
{	Trümmergesteine (Verrucano z. Th.).
3. Rauhacke.
4. Schwarze Kalke und Dolomite mit *T. vulgaris* und *Dadocrinus gracilis* (Muschelkalk).
5. Partnachschiechten mit *Bactryllium* und Fischreste.
6. Obere Rauhacke.
7. Hauptdolomit.
8. Rhätische Mergel und Kalke.
9. Röthlicher Liaskalk (Steinsberger Kalk).
10. Liasmergel.

Im Text selbst weicht GÜMBEL allerdings zuweilen von diesem Schema ab, z. B. pag. 21 soll der Hauptdolomit concordant auf Partnachschiechten liegen, pag. 22 der Wettersteinkalk,

¹⁾ GÜMBEL, Geologisches aus Westtirol und Unter-Engadin. Verhandl. d. k. k. geol. R.-A., 1887, p. 291 ff., und Geologisches aus dem Engadin. Jahresber. d. naturf. Gesellsch. Graubündens, 1888 (ersch. 1887).

nach pag. 31 Raibler Schichten, über welchen aber die dunklen Kalke mit *Gyroporella* liegen sollen, trotzdem wenige Seiten vorher behauptet wurde, diese Kalke entsprächen dem Wettersteinkalk; nach pag. 34 soll wieder Wettersteinkalk auf den Partnachschichten (hier Wengener Schichten genannt, trotzdem sicherlich keine Tuffe vorhanden sind) liegen. Ferner können nach dem Profil auf pag. 24 die Liaskalke sowie die Algäuschiefer direct auf dem Hauptdolomit liegen, ja die Liasgesteine bilden hier eine liegende Mulde, während der Hauptdolomit flach südlich einfällt, ohne dass eine Verwerfung vorhanden wäre.

Schliesslich spricht sich GÜMBEL noch dahin aus, dass die „Bündener Schiefer“ des Engadins paläolithische Schichten seien und wahrscheinlich dem Cambrium angehören.

1888 publicirte DIENER¹⁾ eine weitere Arbeit über das Ober-Engadin. Er fand folgende Schichtreihe:

1. Gneiss und Glimmerschiefer.
2. Kalkphyllite und paläozoische Kalke.
3. Verrucano von unbestimmtem Alter.
4. Rauhwacken der Raibler Schichten, transgredirend auflagernd und zuweilen ganz fehlend.
5. Plattenkalk.
6. Rhätische Mergel und Kalke.
7. Lias in Kalk- und Mergelfacies.

Besonders wichtig ist es, dass hier eine Discordanz zwischen Verrucano und Raibler Rauhwacke resp. Hauptdolomit (DIENER's Plattenkalk) constatirt wurde.

In seiner „Geologie der Westalpen“ fügt DIENER dem bisher von ihm Beigebrachten nichts Neues hinzu, sondern verarbeitet darin nur das bereits publicirte.

Sehr wichtig ist eine kleine von GÜMBEL²⁾ im Jahre 1892 publicirte Notiz. Er constatirte darin das Vorkommen von Aptychen-Schichten in der Val Trupchum.

Im Jahre 1893 erschienen zwei weitere Arbeiten über Graubünden; ich lernte sie leider erst kennen, als ich meine eigenen Untersuchungen im Felde abgeschlossen hatte. Die erste der Abhandlungen verfasste GÜMBEL³⁾; sie bezieht sich auf das Ober-

¹⁾ DIENER, Geologische Studien im südwestlichen Graubünden. Sitz.-Ber. der k. Akad. d. Wiss., Wien, 1888 (citirt nach dem Separat-Abdruck).

²⁾ GÜMBEL, N. Jahrb. f. Min., 1892, II, p. 1162.

³⁾ Derselbe, Geologische Mittheilungen über die Mineralquellen von St. Moritz im Ober-Engadin und ihre Nachbarschaft nebst Bemerkungen über die Gebirge bei Bergün und die Therme von Pfäfers. Sitz.-Ber. der math.-phys. Cl. d. k. b. Akad. d. Wiss., München 1893.

Engadin, das Gebirge bei Bergün, die Therme von Pfäfers, ausserdem auf das Gebirge bei Scanfs und Livigno, sowie auf den Piz Umbrail (im Ortlergebiet). GÜMBEL stellt in dieser Arbeit für das Unter-Engadin dieselbe Reihenfolge der Schichten auf, welche er schon früher angegeben hatte, immerhin nimmt er einige merkwürdige Veränderungen in den Namen vor. Verrucano heisst jetzt „Sernfit“, d. h. GÜMBEL stellt den Engadiner Verrucano theils dem Sernfit, den er als oberpermisch und untertriadisch aufzufassen scheint, theils den Werfener Schichten gleich. Eine merkwürdige Stellung nehmen die Casannaschiefer ein, GÜMBEL scheint sie für gleichalterig mit dem „Sernfit“ zu halten, während sie nach THEOBALD doch älter sein sollen; meiner Ansicht nach wenigstens giebt es nichts klareres als folgender Satz THEOBALD's¹⁾: „In der Abhandlung zu Blatt XV gab ich diesem Namen (Casannaschiefer d. Ref.) . . . einem Complex von krystallinischen und halbkristallinischen, schieferigen Gesteinen, welcher zwischen dem bunten Sandstein (rothem Verrucano-Conglomerat . . .) und dem deutlich entwickelten Gneissgebirge, durch Lagerung sowohl als petrographische Beschaffenheit eine Mittelstellung einnimmt.“ Daraus geht doch auf das deutlichste hervor, dass THEOBALD nur die zwischen Verrucano und den echten Glimmerschiefern liegenden Schiefer Casannagestein nennen will; ja er sagt am selben und anderen Orten geradezu, dass der Casannaschiefer das Carbon, das Devon und das obere Silur vertrete.

Ich weise schon hier auf die willkürliche Veränderung der Bedeutung des Namens „Casannaschiefer“ hin, um dagegen zu protestiren, dass GÜMBEL die Bedeutung des Namens „Casannaschiefer“ total verändert. Hat THEOBALD wirklich — wir werden darauf zurückkommen — Gesteine des „Verrucano“ ebenfalls als Casannaschiefer bezeichnet, so muss man entweder diesen Namen fallen lassen, oder besser ihn fürderhin nur für diejenigen Gesteine benutzen, für welche THEOBALD ihn theoretisch benutzt haben will, nämlich für die glimmerreichen, oft Kalk und Mergel führenden Schiefer zwischen Glimmerschiefer und „Verrucano“.

Was nun die Reihenfolge der Sedimentärschichten im Ober-Engadin angeht, so hat GÜMBEL hier auf die Aufstellung eines Normalschemas verzichtet; er behauptet, dass man bis zum Rhät keine sichere Identificirung mit den Schichten der übrigen Alpen vornehmen könne, da die Gegend zu sehr von Brüchen durchzogen sei. Leider bezieht sich GÜMBEL fast nirgends auf DRENER's Arbeiten und giebt selbst keine Profile; so war es mir

¹⁾ THEOBALD, Südöstl. Graubünden, p. 27.

nicht möglich aus dem Text zu erkennen, wie GÜMBEL sich den Aufbau des Gebirges bei Samaden vorstellt. Nicht zur Uebersicht trägt bei, dass GÜMBEL die Berg- und Ortsnamen gern verändert oder übersetzt, so schreibt er Rimsee statt Lej da Rim, ¹ Drei Schwestern statt Trais Fluors (was übrigens Drei Blumen bedeutet, die Dues Suors liegen auf der anderen Thalseite), Piz Uertz statt Piz Uertsch u. s. w., von Kleinigkeiten wie Piz Patella statt Piz Padella, Saluber statt Saluver ganz abgesehen.

Die zweite der beiden vorhin erwähnten Arbeiten stammt von TARNUZZER ¹⁾, sie behandelt das Gebiet zwischen Landwasser, Oberhalbstein, Albula, Engadin und Sertig. Die Reihenfolge der Sedimentärgesteine ist bei TARNUZZER:

	Kalkphyllite (Casannaschiefer e parte, Verrucano e parte), Verrucano.
	Werfener Schiefer.
	Virgloriakalk.
	Streifenschiefer.
Trias	Partnachschiefer.
	Arlberg- oder Hallstätterkalk.
	Raibler- oder Lünerschichten.
	Hauptdolomit.
	Kössener Schichten.
Lias	Weisse und rothe Kalke.
	Bündener Schiefer.

Wir haben es hier einfach mit einer Wiederholung der Ansichten THEOBALD's zu thun, was sich sogar in den Profilen ausspricht. Wenn THEOBALD glaubte, alle Lagerungsverhältnisse durch Faltungen erklären zu müssen, so muss man dies den seiner Zeit in der Schweiz herrschenden theoretischen Ansichten zuschreiben; nun haben aber gerade die Anschauungen über Tektonik der Alpen sich in den letzten 20 Jahren wesentlich verändert; die früher so beliebten Luftsättel verschwinden mehr und mehr, seitdem man begonnen hat, genaue Profile aufzunehmen, und anstatt kühne Falten zu construiren, eine exacte Beobachtung zu geben. Es wird heute schwerlich noch sehr viele Geologen geben, welche das Profil 10 auf Taf. 4 bei TARNUZZER für wahrscheinlich halten. THEOBALD beging den Fehler, dass er allen Dolomit für Hauptdolomit hielt, daher seine unglaublich

¹⁾ TARNUZZER, Wanderungen in der bündnerischen Triaszone, Jahresber. d. Naturf. Ges. Graubündens, XXXVI, 1893.

lichen Faltungen, welche sich zum Theil schon unter den Händen DIENER's aufgelöst haben. THEOBALD wird aber durch TARNUZZER weit übertroffen, denn dieser giebt Profile, welche unmöglich sind. Hierher gehört Fig. 4 auf Taf. III; dort wird am Piz Mezaun (bei mir Piz Mezzem) dargestellt, wie Hauptdolomit im Streichen auf muldenförmig gebogene Kössener Schichten stösst, ohne dass eine Verwerfung existirt; hierher gehört ferner die Fig. 9 auf Taf. VII, dort soll am Plattenhorn anscheinend senkrecht stehender Hauptdolomit von senkrecht stehenden Partnachschieben ohne Verwerfung unterlagert werden. Ich mache auf diese merkwürdigen Profile hauptsächlich deshalb aufmerksam, weil TARNUZZER die von DIENER constatirten Bruchlinien nicht annimmt, sondern stets auf die älteren Ansichten THEOBALD's zurückgeht; nach den von TARNUZZER publicirten Profilen kann ich mich nicht zu der Meinung bequemen, dass gerade er geeignet sei, als vorurtheilsloser Beurtheiler tektonischer Verhältnisse aufzutreten.

Tektonischer Theil.

Allgemeines.

Bevor wir daran denken können, eine Gliederung der Engadiner Sedimentärschichten aufzustellen, müssen wir eine Betrachtung der beobachteten Profile vornehmen. Der leichteren Uebersicht halber will ich sie nach ihrer geographischen Lage ordnen, dabei aber doch möglichst dem geologischen Zusammenhang Rechnung tragen, und zwar indem ich zwei nicht weit von einander liegende Profile trenne, wenn sie einen geologisch wichtigen Unterschied aufweisen, dagegen nahe verwandte möglichst zusammenfasse, auch wenn sie von einander entfernt liegen (z. B. Piz Alv an der Berninastrasse, und Piz Padella bei Samaden).

Wir wollen im Nordosten beginnen und zwar mit dem Bezirk Tarasp, welcher hier Val d'Uina, Val Triazza, Val Lischanna, Piz Lischanna, Piz Jon, Scarlthal, Val Sesvenna und Ardetz umfassen soll. Darauf lasse ich den Bezirk „Ofenpass“ mit der Gegend zwischen Cierfs, Ofenpass, Zernetz, Spölthal bis Livigno folgen. Einen dritten Abschnitt wird das Gebiet von Ponte bilden, welches die Thäler Val Chamuera mit Piz Mezzem, Val Trupchum und Varusch, Passo Lavirum (Val Everone und Val Federia) mit Piz Casanella und Casanapass umfasst. Der vierte Abschnitt bringt einige Beobachtungen, welche ich an der Albulastrasse machte. Das fünfte und letzte Kapitel endlich wird sich mit der Umgebung des Berninapasses, sowie mit derjenigen von Samaden beschäftigen.

Meine Profile haben als topographische Grundlage die sehr

genauen Karten des Siegfried Atlas, sowie die Karten in 1 : 50000 des R. Istituto geografico.

Eine eingehende Darstellung des tektonischen Aufbaues der begangenen Regionen kann ich natürlich nicht geben, da zur Erreichung dieses Zieles eine genaue geologische Kartirung nothwendig wäre; es war vielmehr mein Hauptbestreben darauf gerichtet, möglichst einfache und klare, gut aufgeschlossene Profile zu untersuchen, um vor Allem die Aufeinanderfolge der Schichten festzustellen; kartirt habe ich nur einen Theil der Gegend nördlich von Samaden.

I. Die Umgegend von Tarasp.

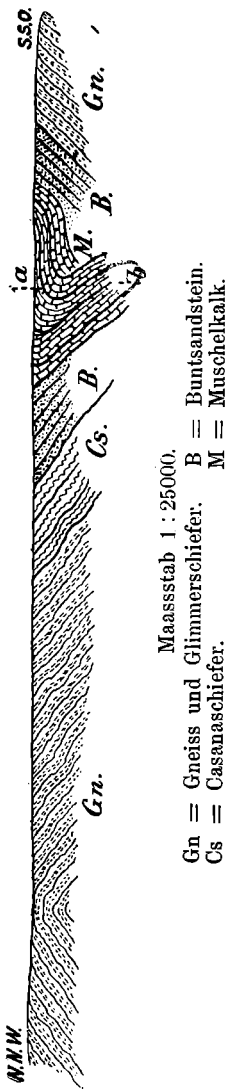
Bei Tarasp beginn ich vier geologisch in inniger Verbindung stehende Profile, nämlich diejenigen der Val d'Uina, Val Triazza, Val Lischanna (und Piz Lischanna), Piz Jon.

Das nördliche Ufer des Inn, sowie ein Theil des südlichen besteht aus Gesteinen von wechselndem Habitus; die Hauptmasse bilden wohl kalkige, schwarze bis graue Schiefer mit eingelagerten, häufig ziemlich starken Kalkbänken; daneben finden sich rothe, grüne und graue, sandige, glimmerhaltige Schiefer, ausserdem rothe, gelbe und graue Sandsteine; Gypseinlagerungen, sowie Salzausblühungen sind nicht selten. Wie bereits GÜMBEL¹⁾ bemerkt hat, stehen diese Schichten geologisch in inniger Verbindung mit den in Tyrol weitverbreiteten und als paläozoisch angesehenen Kalkschiefern (Thonschiefer). In der Gegend von Tarasp habe ich am nördlichen Innufer nirgends sicher die Unterlage dieser Schiefer beobachten können, sie lagern jedenfalls discordant an die Gneisse und Glimmerschiefer des südlichen Innufers an; östlich von Schuls setzen sie selten über den Inn hinüber, eine solche seltene Ausnahme bildet eine Stelle östlich von Pradella; dagegen liegen die Schiefer westlich von Schuls auch auf der Südseite des Thales. THEOBALD hielt diese Schiefer für liasisch.

Während die Nordseite des Innthales sehr einfach ist, bietet die Südseite einen sehr starken Gesteinswechsel dar. Wir wollen hier einige Profile in ihrer Reihenfolge von Osten nach Westen besprechen. Wenn man von Sur En den Karrenweg verfolgt, welcher in die Val d'Uina führt, so stösst man bald auf schlecht aufgeschlossene Gneisse und dioritische Schiefer; sie fallen ziemlich regelmässig nach Norden. Beim Eintritt in die Klamm werden die Aufschlüsse besser, das Fallen ändert sich und wird ein südliches. Sobald man weiter vorgedrungen ist, zeigen sich gelbliche, grüne und röthliche schieferige Gesteine, welche sehr

¹⁾ GÜMBEL, Geol. a. d. Engadin, p. 11.

Figur 1. Profil durch Val d'Uina bei Tarasp.



viel Glimmer enthalten; möglicher Weise vertreten sie die Casanaschiefer. Auf sie legt sich eine Art von grauer bis röthlicher, glimmerhaltiger Breccie oder Conglomerat, welche bis nahe vor die Oeffnung der Uina-Schlucht anhält; die Breccie geht in grau, grün und roth gefärbte Schiefer und schieferige Sandsteine über, sie ist von diesen nicht zu trennen. Nahe vor der Uina-Schlucht werden diese Gesteine durch südfallende schwarze Kalke und Mergel und schwarze hornsteinreiche Dolomite überlagert; in diesen Kalken und Dolomiten finden sich Diploporen, Crinoidenstiele, Durchschnitte von Brachiopoden und Gastropoden, alle in sehr schlechtem Erhaltungszustand. Dieser Schichtencomplex ist gefaltet, und zwar sieht man an dem obersten Theil der Klammwände die Umbiegung in einen liegenden Sattel (a in Fig. 1), auf dessen Südflügel dann die jüngeren Schichten des Piz Ayütz liegen, während die Kalke und Dolomite des südlichen Sattelflügels ausserhalb der Klamm von Sandsteinen und Breccien unterlagert werden, die ihrerseits wieder bei Uina da dora auf Augengneiss liegen. Aus dieser Lagerung (siehe Profil 1) geht hervor, dass die Kalke und Dolomite der Klamm vor (d. h. nördlich von) dem Sattel eine Mulde (b der Fig. 1) bilden müssen, da sonst diese Art der Lagerung nicht möglich wäre. Verfolgt man südlich der Klamm wieder den Karrenweg, so findet man am Wege grosse Schuttmassen von schwarzen, dünngeschichteten, kalkigen Mergeln; vielleicht haben wir es mit einem kleinen Einbruch zu thun. Von Uina da dora bis Uina da daint bietet der

Weg keinen Aufschluss; grosse Schottermassen verdecken das Anstehende, doch sieht man, dass in der Höhe die Sedimentärschichten wieder den Gneiss überlagern. Auch hinter Uina da daint sind die Aufschlüsse nicht gut, erst beim Anstieg zur Alp

Schlingia trifft man wieder die Dolomite und Kalke, welche ich vorhin beschrieben habe.

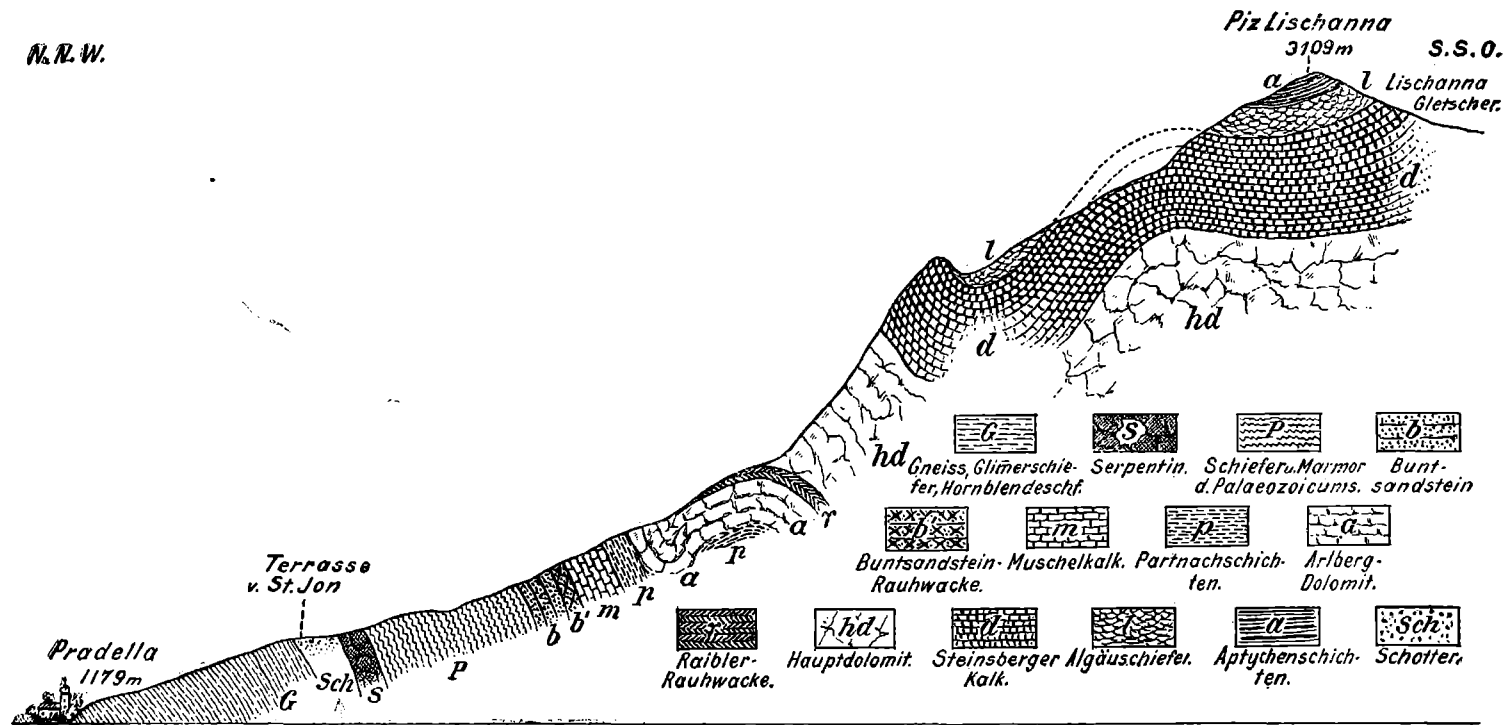
GÜMBEL lieferte bereits 1887 ein Profil dieses Thales, doch ist die nördliche Falte bei ihm unrichtig, sowohl was die Lagerung wie auch die Horizontbestimmung anbetrifft, denn in der Klamm ist nicht eine einfache Mulde, sondern Mulde und Sattel; auch nicht Muschelkalk, schwarze Mergelschiefer und Hauptdolomit, sondern nur jene Dolomite und Kalke mit mergeligen Einlagerungen vorhanden, welche, wie wir später sehen werden, zusammen den Muschelkalk vertreten. Auch die südliche Mulde sieht sicherlich nicht so aus, wie GÜMBEL sie zeichnet, doch kann ich nichts Genaueres darüber sagen, weil die Aufschlüsse am Wege zu schlecht sind und es mir an Zeit gebrach, den Piz Schalembert zu begehen.

Ein Profil, welches dem der Val d'Uina ziemlich parallel läuft, aber weitaus vollständiger ist, weist die Val Triazza auf.

Wenn wir von Pradella zur Terrasse von St. Jon hinaufsteigen, wobei wir soviel wie möglich das Bett der Triazza benutzen, durchqueren wir eine Zone von Hornblendeschiefern, Glimmerschiefern und Gneiss. Etwas unterhalb der Stelle, wo der von St. Jon herüber kommende Karrenweg die Val Triazza kreuzt, beginnt eine Zone von Serpentin, welche gleich südlich von dem Wege schon wieder ihr Ende findet; über dem Serpentin folgen grünliche und schwarze Schiefer, diese werden von grauem marmorartigen, krystallinischem, anscheinend ungebanktem Kalk überlagert. Nach oben folgt nun wieder schwarzer, kalkiger Schiefer (Streichen N 45° O. Fallen 60° S), welcher im Bach selbst zum Theil mit Schutt bedeckt, an den Thalwänden jedoch anstehend zu treffen ist. Darüber liegt eine ziemlich mächtige Lage von dünnbankigem, ziemlich hellem, röthlich verwitterndem, krystallinischem Kalk und Dolomit, über welchem wiederum jene schwarzen Schiefer und zwar hier mit eingelagerten Kalkbänken folgen. Dieser ganze Complex über dem Serpentin macht den Eindruck einer einheitlichen Ablagerung; scharf von ihm geschieden folgen gelblich grüne, zerquetschte, glimmerhaltige Schiefer, welche aus klastischem Material zu bestehen scheinen; mit ihnen ist eine glimmerreiche Breccie untrennbar verbunden, welche an Stellen ausserhalb des Bachbettes zuweilen in eine Art von Conglomerat und Sandstein übergeht. Nach oben schliessen sich mächtige gelbe Rauhwacken und poröse Dolomite an. Auf den Rauhwacken liegen steil südlich fallende, schwarze, dünnbankige Dolomite, ich fand in einer der untersten Bänke *Modiola triquetra* SEEB.; wir hätten es also anscheinend mit Reichenhaller Kalk zu thun. Darüber liegen gut gebankte, schwarze Dolomite, welche

Figur 2. Profil von Pradella bei Tarasp bis zum Gipfel des Piz Lischanna.

N.N.W.



Maassstab 1 : 25000.

Diploporen, Crinoiden-Stielglieder und Durchschnitte von Brachiopoden enthalten. Nach oben werden die Kalke dünnbankiger und schwarze Mergel schieben sich ein, ja überwiegen die Kalklagen, in ihnen fand ich *Bactryllium Schmidtii* HEER. Hier versperrt ein kleiner Wasserfall im Thal den Weg; man steigt also im Osten über die Rauhwacken hinauf, um entweder auf dem von Pradella heraufkommenden Holzwege weiterzugehen, oder von Neuem in das Thal hineinzusteigen. Die östliche Thalseite ist oben leider schlecht aufgeschlossen, es folgen graue splitterige Dolomite, deren anscheinend sehr grosse Mächtigkeit sich dadurch erklärt, dass sie zuerst eine Mulde, dann aber einen Sattel bilden, unter welchem auch im Thalgrund die schwarzen Mergel wieder auftauchen. Eine genaue Untersuchung des Bachbettes wurde mir dadurch unmöglich gemacht, dass Holzfäller an vielen Stellen von den Seiten Baumstämme in das Thal rollten, es ist also möglich, dass die schwarzen Mergel und Kalke noch mehrere Male auftauchen. An die splitterigen grauen Dolomite schliessen sich nach oben gelbe Rauhwacken an, welche dann ihrerseits wieder von einem grauen, splitterigen, zuweilen fast brecciösen Dolomit überlagert werden; er bildet den Fuss des Lischannakegels.

Die Fortsetzung unseres Profiles begeht man am besten vom oberen Lischannathale aus, von wo aus man auch am leichtesten auf den Piz Lischanna gelangt. Bevor ich jedoch den geologischen Bau dieses Berges beschreibe, will ich noch kurz das nachholen, was man im unteren Lischannathale sieht. Von Schuls auf dem neuen Wege nach St. Jon emporsteigend, durchquert man wiederum jene Zone von Glimmerschiefern, Hornblendeschiefern und Gneissen, welche wir bereits oberhalb Pradella kennen gelernt haben. Wenn man nun von St. Jon aus auf dem Karrenweg nach Osten bis zur Val Lischanna fortschreitet, so findet man in diesem zuerst Serpentin; in dem Thal hinaufsteigend beobachtet man an den Serpentin anstossenden grauen bis schwärzlichen Marmor; auf diesen folgt Schutt; bald aber stehen glimmerreiche Schiefer an, auf welche dann wieder Schutt folgt. An der Ostseite des Thales finden sich an einigen Stellen junge, ziemlich starke Kalktuffbildungen; älteres Gestein ist eine Strecke weit nicht zu sehen. An einer Stelle sind im Bach schwarze Kalke angeschnitten, welche ganz jenen gleichen, die in der Val Triazza über den unteren Rauhwacken liegen; an einer höheren Stelle finden wir graue, splitterige Dolomite, jenen der Val Triazza ähnelnd, welche unter der oberen Rauhwacke liegen. Wenn man nun östlich in die Höhe steigt, so findet man überall die eben

erwähnten grauen Dolomite und darüber auch die obere Rauh-
 wacke, welche von dem grauen Dolomit überlagert wird, der den
 Fuss des Lischannagipfels bildet. Dieser Dolomit (Streichen
 N 50° O, Fallen 65° S) ist ziemlich mächtig; er zieht sich hoch
 hinauf und wird von einem anderen, fast ungebankten, grauen
 Dolomit überlagert, welcher sich von dem ersteren dadurch unter-
 scheidet, dass er mächtige linsenförmige Einlagerungen von rothem
 Kalk mit Brachiopoden - Durchschnitten, sowie von rothen und
 grauen Kalkconglomeraten aufweist. Diese beiden eben bespro-
 chenen Schichten sind am Vorgipfel des Piz Lischanna deutlich
 muldenförmig gefaltet, sie bilden dann einen Sattel, unter der
 Spitze des Piz Lischanna wiederum eine seichte Mulde, während
 am Gletscher nochmals eine Sattelfaltung vorhanden zu sein
 scheint. Die Axen aller dieser Faltungen liegen jedoch
 nicht horizontal, sondern im Osten höher als im Westen.
 Wenn man den Piz Lischanna von dem Lischannathal aus be-
 steigt, so bleibt man bis zu der Stelle, wo die verfallene Club-
 hütte steht, im Hauptdolomit; man kann nun auf zwei Wegen
 zum Gipfel gelangen: der erste führt sehr beschwerlich in einer
 Schuttrunse in die Höhe, der andere (Hauptweg) führt weiter
 nach Süden; man steigt über ausgedehnte Schutthaldden, welche
 den oberen Dolomit zum Theil verdecken, im Zickzack empor,
 gelangt dann zu schwarzen, stark verquetschten Mergelschiefern,
 in welchen sich selten Spuren von Belemniten finden; über diesen
 schwarzen Schiefern lagern gelbe und graue, welche sich jedoch
 von den ersteren kaum scheiden lassen; über ihnen befinden sich
 stellenweise grüne und rothe Schiefer. Dieser Complex gehört
 nicht zum eigentlichen Lischannagipfel, ist aber die Fortsetzung
 von dessen Gesteinsserie. Der Weg führt nämlich auf dem
 schwarzen Mergelband entlang nach NW bis zu der Schlucht,
 welche zu der Clubhütte hinuntergeht. Hier muss man mittels
 eines Sprunges in die Schlucht hinunter zu gelangen suchen, da
 der seitliche Abhang vereist ist und hier zugleich oft kleine Stein-
 schläge stattfinden. Man steigt nun in dem Schutt der Belem-
 niten führenden Mergel bergauf zu einem kleinen Sattel, hinter
 welchem wieder der conglomerathaltige Dolomit ansteht; über ihm
 folgen schwarze, graue und gelbe Mergel; diese werden am Gipfel
 von rothen und grünlichen, Hornstein führenden Mergeln über-
 lagert. Herr Dr. Rüst hatte die Güte, ein Stück dieses Horn-
 steins zu untersuchen; er fand darin zahlreiche, schlecht erhaltene
 Radiolarien. Wenn man von dem Hauptgipfel nach Norden hin-
 unterklettert, so findet man, dass in der Mulde, welche der Con-
 glomerat führende Dolomit bildet, den wir fortan mit THEOBALD

als Steinsberger Dolomit (resp. Kalk)¹⁾ bezeichnen wollen, wieder jene grauen und schwarzen Belemniten führenden Mergel liegen.

Wir haben bisher nur die Ostseite der Val Lischanna betrachtet; wenden wir uns jetzt zur Westseite, d. h. zum Piz St. Jon, so finden wir einen ganz ähnlichen Aufbau. Gegen Norden bestehen die Wände aus steil nördlich fallendem, grauem Dolomit, er biegt nach Süden sattelförmig um, und gegen den Gipfel hin sowie hinter diesem folgen regelmässig auf den grauen Dolomit: Steinsberger Kalk, schwarze, graue und gelbe Mergel und stellenweise auch rothe, Hornstein führende Schiefer, alles flach nördlich fallend.

Auch wenn wir das Scarlthal (Val Clemgia) hinaufgehen, können wir den Sattel im Dolomit constatiren.

Fassen wir nun das, was uns diese vier Profile über den tektonischen Aufbau des Gebirges sagen, zusammen: am Nordfuss des Piz Schalembert, des Piz Ayütz und des Piz Lischanna bilden die Schichten, welche über dem Gneiss und Glimmerschiefer liegen, eine Mulde und einen Sattel; die Axen dieser Falten senken sich von Ost nach West, so dass am Piz Schalembert die Mulde schon in den tiefsten Kalkschichten beobachtet wird, während der Gneiss das tiefste Glied des Sattels bildet; am Piz Lischanna ist das tiefste aufgeschlossene Glied der Mulde jener graue Dolomit, welcher unter der jüngeren Rauhwacke lagert; die untersten sichtbaren Schichten des Sattels sind die *Bactrylitium* führenden Mergel. Die Mulde, welche wir am Vorgipfel des Piz Lischanna finden, halte ich für nebensächlich, ich fasse sie als Sattelmulde auf und rechne in Folge dessen auch die südliche Sattelwölbung am Piz Lischanna zu derjenigen, welche am Piz Schalembert südlich von der ersten Mulde auftritt, was aus dem Umstand hervorgeht, dass diese südlichen Sattelflügel fast die gleiche Ausdehnung nach Süden haben; ihr Streichen ist dasselbe. Auch der Sattel des Piz Jon, welche Aufwölbung auch noch im Scarlthal am Piz Pisog wahrnehmbar ist, muss somit die Fortsetzung des Schalembert-Sattels bilden; das tiefste hier aufgeschlossene Glied ist der Dolomit, welcher unter dem Steinsberger Kalk liegt.

Der tektonische Grundplan des Gebirges zwischen Val d'Uina und dem Scarlthal weist also einen südlichen Sattel und eine nördliche liegende Mulde auf, und zwar sind die Axen beider von Ost nach West gesenkt. Das Vorhandensein dieses letzteren Umstandes geht daraus hervor, dass bei gleicher Höhe die

¹⁾ An anderen Orten, vor Allem an der Ruine Steinsberg (Ardez), wird die Grundmasse durch graue Crinoidenkalke gebildet.

tiefsten Glieder des Sattels und der Mulde im Osten ältere Schichten aufweisen als im Westen; thatsächlich beobachten lässt sich die Neigung der Axen in der Val Lischanna beim Aufstieg zur Clubhütte; man sieht deutlich, dass alle Faltungen schief liegen und zwar so, dass sie sich von Osten her in das Thal senken.

GÜMBEL¹⁾ gab 1887 ein Profil vom Innthal über Piz Ayütz, Piz Triazza und Piz Lischanna. Dieses führt von unten nach oben folgende Schichten auf:

1. Gneisssschichten.
2. Serpentin.
3. Gneisssschichten.
4. Serpentin.
5. Gneisssschichten (im Text grünliche und schwarze Schiefer).
6. Verrucano.
7. Untere Rauhwacke und Gyps.
8. Muschelkalk.
9. Schwarze Mergelschiefer.
10. Schwarze, splittrige Kalke (Wettersteinkalk).
11. Obere Rauhwacke.
12. Hauptdolomit.
13. Weisser und rother Liaskalk (im Text ist auch Rhät angegeben).
14. Algäuschiefer.

Dazu wird bemerkt, dass jüngere Schichten nicht vorkommen.

Bevor wir auf die in dem Profil dargestellten tektonischen Verhältnisse eingehen, wollen wir uns mit den Beobachtungen GÜMBEL's beschäftigen. Was No. 1—5 angeht, so muss ich gestehen, dass ich nicht zwei Serpentinzonen beobachten konnte, immerhin mögen diese an einer anderen Stelle vorhanden sein. Aber auch in den übrigen Theilen von 1—5 stimmen meine eigenen Beobachtungen nicht mit denjenigen GÜMBEL's überein. Ich fand:

1. Gneiss.
2. Schotter.
3. Serpentin.
4. grünliche und schwarze Schiefer,
5. grauen, marmorartigen Kalk,
6. schwarzen, kalkigen Schiefer,

¹⁾ GÜMBEL, Geol. a. d. Engadin, p. 24.

7. hellen, dünnbankigen Dolomit,
8. schwarze, kalkige Schiefer mit Kalkbänken.

GÜMBEL's No. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 habe ich ebenfalls beobachtet, dagegen fand ich keine Koessener Schichten, die aber wohl am Piz Ayütz vorhanden sein mögen. GÜMBEL's No. 13 ist wohl mit meinem grauen Steinberger Dolomit identisch, dagegen enthält seine No. 14 sowohl die grünen, grauen und schwarzen Mergel, wie die rothen Mergel mit Radiolarien-Hornstein, von welchen letzteren ich weiter unten nachzuweisen suchen werde, dass sie die Aptychen-Schichten (oberen Jura) vertreten.

Was nun die tektonischen Verhältnisse angeht, so ist zu bemerken, dass GÜMBEL vor Allem die nördliche liegende Mulde übersehen hat, in Folge dessen ist sein „Wettersteinkalk“ viel zu mächtig gezeichnet. Ganz unmöglich aber ist der oberste Theil seines Profils. Hier sollen die Liaskalke mit den darauf lagernden Liasmergeln eine liegende Mulde bilden, an welcher Auffaltung der darunter liegende Hauptdolomit nicht theilnimmt, ohne dass eine Verwerfung eingetragen wäre, ja eine solche ist auch nach der Zeichnung gar nicht denkbar. Darnach sollen also jüngere Schichten gefaltet sein, ältere jedoch nicht, eine Annahme, welche ich als unzulässig bezeichnen muss. Es ist ja denkbar (und auch nachgewiesen), dass bei horizontaler Lagerung dichter Kalke darüber liegende Mergel gefaltet sind, was aus der Verschiedenartigkeit des Widerstandes bei der Auffaltung zu erklären ist, niemals aber können ältere Schichten ohne Verwerfung an gefalteten jüngeren Schichten so abstossen, wie dies im südlichen Theile des obigen Profils der Fall sein soll. Vorstellbar ist auch, dass ältere Schichten gefaltet sind und jüngere Schichten sich horizontal über ihnen ablagern. Ferner muss ich darauf aufmerksam machen, dass jener Felszacken, von dem die punktirte Linie zum Piz Triazza ausgeht, aus Liaskalk bestehen soll, welcher somit ebenfalls discordant ohne Verwerfung an die Mergel stösst. Ebenfalls auffallend ist der Umstand, dass am Lischannagletscher die (nach GÜMBEL dem oberen Lias angehörigen) Liasmergel direct auf dem Hauptdolomit liegen, so dass hier die ziemlich mächtigen Liaskalke ganz fehlen. Auf alle diese Dinge wird leider im Text nicht eingegangen, trotzdem sie einer Erklärung und Begründung dringend bedürften.

Wir wollen jetzt die bisher besprochene Gebirgsgruppe auch im Süden kennen lernen und betrachten zu diesem Zwecke die Verhältnisse an der östlich von Scarl gelegenen Alp Sesvenna. Von Scarl an begleiten uns auf der nördlichen Thalseite graue und schwärzliche Dolomite und Kalke, welche stark erzhaltig

sind; sie wurden früher auf Silber und Blei abgebaut, doch hat man in neuerer Zeit die Bergwerke des zu geringen Ertrages wegen aufgelassen. Unter diesen Dolomiten und Kalken finden wir an der Alp Sesvenna schwarze, dünnbankige Kalke mit Mergel-einlagerungen, in welchen *Bactryllium Schmidt* HEER vorkommt; wir haben es hier offenbar mit derselben Schicht wie in der Val Triazza zu thun. Wenn wir uns über die Alp Sesvenna hinaus nach Osten begeben, so sehen wir auch das Liegende dieser Ablagerung: nämlich die Crinoiden und Diploporen führenden, schwarzen Kalke und Dolomite. Gehen wir von der Alp Sesvenna an dem Abhang gegen Piz Madlein (Ostseite) aufwärts, so finden wir über den nicht sehr mächtigen, Bactryllien führenden Schichten zunächst eine Bank von grauem Dolomit und Rauhwacke, darüber liegt gelblicher, sandiger Dolomit mit Rauhwacke, diese Ablagerungen werden von einer weithin sichtbaren Bank von rothen und grauen Schiefern und rothen Sandsteinen überlagert; auf diese folgt wiederum gelbliche Rauhwacke, welche das Liegende eines mächtigen, grauen bis dunklen, splittrigen, oft gut geschichteten Dolomites bildet, der die Hauptmasse des Piz Madlein zusammensetzt.

Gehen wir von Sesvenna nach Osten, so finden wir, dass an dem Gebirgsstock, welcher den Fuss des Piz Cornet resp. die diesem vorlagernde, hohe Felsterrasse bildet, die Schichten stark gefaltet und geknickt sind. Die Hauptmasse dieser Felsen wird im Osten durch schwarze Kalke und Dolomite gebildet; steigt man aber von der Alp Marangun gegen den Piz Cornet an den Wänden in die Höhe, so findet man zu unterst eine liegende Falte, deren Schenkel fast genau horizontal liegen, die Umbiegungsstelle ist gut aufgeschlossen. Die unterste Lage bilden sandige, glimmerhaltige, gelbe Schiefer, theilweise auch gelbe und röthliche Sandsteine; in diese sind schwarze Kalke und Mergel eingefaltet, nach oben scheinen diese Kalke und Schiefer noch einmal in die gelben, sandigen Schiefer eingefaltet zu sein, so dass zwei liegende Mulden vorhanden sind. Wahrscheinlich ist noch eine dritte Faltung vorhanden, denn unterhalb der Alp Marangun finden wir im Bachbett wieder schwarze Dolomite, welche an einigen Stellen auch Diploporen enthalten.

Stratigraphische Schlussfolgerungen.

Wenn wir die Schichtenfolge in den einzelnen soeben besprochenen Profilen vergleichen, so finden wir im Allgemeinen eine ziemlich grosse Uebereinstimmung. Die tiefsten Glieder, welche zu Tage treten, sind Gneiss, Glimmer- und Hornblendeschiefer. Ueber diesen treten dann entweder schwarze Kalk-

schiefer mit Marmor- und Serpentin - Einlagerungen oder aber glimmerhaltige Schiefer von klastischem Material auf. Das Hangende dieser Ablagerungen bilden regelmässig rothe und gelbe Sandsteine, Conglomerate, Breccien und sandige Schiefer, an welche sich nach oben zuweilen Rauhwacke anschliesst. Dieser Horizont ist sehr charakteristisch, einzelne seiner Glieder stimmen ganz mit den Werfener Schichten, andere mit dem Buntsandstein Nordtirols und Vorarlbergs überein. Vor Allem lässt sich der Buntsandstein Vorarlbergs weder petrographisch noch der Lagerung nach von der hier besprochenen Schicht unterscheiden; auch er wird sehr häufig von den schwarzen Kalkschiefern unterlagert, sowie von schwarzen Kalken und Dolomiten überlagert. Da SKUPHOS in dem Buntsandstein Vorarlbergs bezeichnende Fossilien fand, unsere Schicht sich aber weder petrographisch noch der Lagerung nach von jenen Ablagerungen unterscheiden lässt, so halte ich es für höchst wahrscheinlich, dass sie dasselbe Alter haben, und ich werde auf den folgenden Seiten sie der bequemen Ausdrucksweise halber als Buntsandstein bezeichnen. Auch das Auftreten von Rauhwacken ist charakteristisch, eine selbständige Zwischenschicht bilden sie jedoch nicht, da sie an manchen Stellen fehlen.

Gehören die eben besprochenen Schichten dem Buntsandstein an, so ist es von grosser Wahrscheinlichkeit, dass die sie häufig unterlagernden schwarzen, kalkigen Thonschiefer (DIENER's Kalkphyllite) und die ihnen eingelagerten Marmore das Palaeozoicum vertreten. Diese Schichten gleichen ganz jenen, welche in den Ostalpen z. B. am Brenner, bei Schwaz etc. verbreitet sind und von vielen Geologen als paläozoische Ablagerungen angesehen werden. Vielleicht liesse sich die obere Dolomitzone in der Val Triazza sogar mit dem Schwazer Dolomit identificiren. Dieselben Schiefer und Dolomite fand ich z. B. auch in dem an Vorarlberg anstossenden Theil von Tirol, bei Schnan, auf welche Localität ich später noch zurückkommen werde. Der petrographischen Beschaffenheit nach würden auch die Schiefer in der Thalsohle des Unter-Engadins, welche THEOBALD als Lias kartirte, theilweise hierher zu rechnen sein. Man darf aber nicht zu sehr generalisiren, jedenfalls befinden sich unter den Schiefern des Unter-Engadins auch echte Liasmergel; ich sah im Museum von Chur z. B. ein Handstück, welches mit Belemniten bedeckt war, es stammt aus der Gegend von Samnaun und gleicht äusserlich ganz den blaugrauen Kalken, welche ich als Einlagerungen in den Fleckenmergeln von Hohenschwangau¹⁾ beobachtete.

¹⁾ BÖSE, Geologische Monographie der Hohenschwangauer Alpen. Geognost. Jahreshfte, Jahrg. 1893, p. 16.

Ueber dem Buntsandstein liegen schwarze, gut geschichtete Kalke und Dolomite, welche stets Diploporen und Crinoidenstiele, an einer Stelle auch *Modiola triquetra* SEEB. führen. Ganz gleiche Kalke und Dolomite finden wir in Vorarlberg, wo sie durch Versteinerungen als Muschelkalk charakterisirt sind; sie führen dort auch meistens Crinoiden und Diploporen; *Modiola triquetra* aber ist im Reichenhaller Kalk häufig. Die äusserst charakteristischen Dolomite sind in Vorarlberg nicht selten, so treten sie z. B. in der Nähe des Lüner Sees (Scesaplana) sehr mächtig auf.

Die nicht besonders mächtigen, schwarzen Mergel und dünnbankigen Kalke, welche über dem Muschelkalk liegen, sind auf Grund ihrer petrographischen Beschaffenheit, sowie des Umstandes, dass sie oft massenhaft *Bactryllium Schmidt* führen, wohl als Partnachschichten anzusehen.

Ueber den Partnachschichten folgt nun in Bayern der Wettersteinkalk; im Engadin dagegen ein grauer Dolomit, der häufig mit Rauhwacken und Sandsteinen wechsellagert. Ebenso ist es in Vorarlberg; dort sind diese Dolomite schon seit längerer Zeit als Arlbegkalk bezeichnet worden, wir wollen diesen Namen einstweilen beibehalten und erst in einem späteren Abschnitt auf das Alter dieser Ablagerung eingehen. Dagegen können wir wohl jetzt schon den oberen Theil dieser Dolomite, sowie die oberen Sandsteine und Rauhwacken als Raibler Schichten bezeichnen, da sie der Lagerung nach ganz mit den petrographisch ähnlichen Raibler Schichten Vorarlbergs übereinstimmen. Wir werden jedoch auch auf diesen Punkt noch zurückkommen.

Während über das Alter der bisher besprochenen Schichten der Trias und des Palaeozoicum die Meinungen der Forscher weit auseinander gingen, bestand kein Zweifel darüber, dass die nun nach oben folgenden Dolomite als Hauptdolomit (Unterer Dachsteinkalk) anzusehen seien.

GÜMBEL giebt an, dass am Piz Ayütz über dem Hauptdolomit rhätische Mergel mit Fossilien vorkämen; am Piz Lischanna ist das nicht der Fall; wir haben hier über dem Hauptdolomit den oben beschriebenen Steinsberger Kalk oder Dolomit; wenn nun die rhätischen Mergel nicht einfach fehlen, sondern, wie wahrscheinlich, durch diesen Dolomit vertreten sind, so ist er als gleichalterig mit dem Koessener Kalk oder oberen Dachsteinkalk¹⁾

¹⁾ Der Name Dachsteinkalk, welchen GÜMBEL auf rhätische Kalke angewendet hat, ist wohl am besten auf die bei Berchtesgaden, Hallstatt etc. zwischen Raibler Schichten und Koessener Schichten liegenden, dem Hauptdolomit entsprechenden Kalkmassen zu beschränken. Der GÜMBEL'sche „Dachsteinkalk“ ist nichts als die Kalkfacies des alpinen Rhät, weshalb ich vorschlage, Namen wie „Dachsteinkalk GÜM-

(nicht mit dem Lias wie GÜMBEL und THEOBALD annehmen) anzusehen; da er jedoch petrographisch so stark von diesem abweicht, so ziehe ich es vor, den Localnamen Steinsberger Kalk (oder Dolomit) beizubehalten, wobei es dahin gestellt bleiben kann, ob er in's Rhät oder zum Lias gehört.

Die über dem Steinsberger Kalk folgenden schwarzen und gelblichen Mergel gehören, wie die in ihnen vorkommenden Reste von Belemniten beweisen, sicherlich nicht mehr zur Trias; sie sind petrographisch jenen Mergeln der Val Trupchum ähnlich, in welchen ich Arietiten entdeckte. Ferner stehen sie petrographisch den Liasmergeln des Algäu äusserst nahe, ich bezeichne sie deshalb als Algäuschiefer; mit dem Schiefer der Thalsohle bei Tarasp haben sie, wie schon GÜMBEL bemerkt, gar keine Aehnlichkeit.

Wir kommen jetzt zur höchsten und letzten Stufe: den rothen und grünlichen, Hornstein führenden Schiefer, welche die Spitze des Piz Lischanna bilden; sie gehören offenbar dem Jura an und sind ihrem Habitus nach als Aptychen-Schichten zu bezeichnen. Sie gleichen in Beziehung auf die Lagerung und den petrographischen Charakter ganz und gar jenen Schichten der Val Trupchum, in welchen GÜMBEL als Erster Aptychen entdeckte. Die Hornsteine vom Piz Lischanna enthalten nach der Untersuchung des Herrn Dr. RÜST ebenso wie diejenigen der bayrischen Aptychen-Schichten Radiolarienreste.

Der besseren Uebersicht halber wollen wir die Gliederung der Schichten im Gebiete von Tarasp in Form einer Tabelle darstellen.

(Siehe dieselbe umstehend.)

II. Die Gegend des Ofenpasses.

Wenn man von Cierfs im Münsterthal bergauf geht gegen den Ofenpass (Sü Som) zu, so trifft man an der nördlichen Bergwand zuunterst die uns bereits bekannten rothen Conglomerate und Sandsteine des Buntsandsteins, welche sattelförmig aufgewölbt sind. Nach oben gehen diese Schichten in Rauhwacken über, welche reichlich Gyps führen und ziemlich mächtig sind. Auf diese folgen die ebenfalls bereits bekannten schwarzen, Diploporen führenden Dolomite, welche hier an der Strasse vielfach durch Schutt verdeckt, aber weiter östlich besser aufgeschlossen sind. Die von GÜMBEL¹⁾ erwähnten schwarzen Glanzschiefer mit Fos-

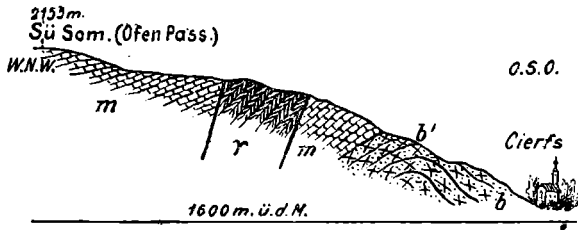
BEL's", „oberer Dachsteinkalk“ ganz fallen zu lassen und dafür den Namen Koessener Kalk oder rhätischer Kalk zu gebrauchen.

¹⁾ GÜMBEL, Geol. a. d. Engadin, p. 80.

Jura.	Aptychen-Schichten.	Grünliche und rothe Mergelschiefer mit Hornsteinen.
	Algäumergel.	Schwarze und graugelbe, kalkige Mergel mit Belemniten-Resten; Mergel in kleine längliche Splitter zerfallend.
Trias.	Steinsberger Kalk.	Grauer Dolomit und graue Crinoiden-Kalke mit Einlagerungen von rothen u. grauen Kalkconglomeraten, sowie grauen und rothen Kalklinsen.
	Hauptdolomit.	Grauer, splittiger, gut geschichteter Dolomit.
	Raibler Schichten.	Gelbe Rauhwacken, Dolomite und Sandsteine, rothe Schiefer und Sandsteine.
	Arlberg-Kalk.	Grauer Dolomit mit Einlagerungen von Rauhwacken.
	Partnachschiechten.	Schwarze Mergel u. dünnbankige schwarze Kalke mit <i>Bactryllium Schmid.</i>
	Alpiner Muschelkalk.	Schwarze, gut geschichtete Kalke mit <i>Modiola triquetra</i> , Diploporen und Crinoiden, schwarze Dolomite.
	Buntsandstein.	Quarzitische Conglomerate und glimmerhaltige Sandsteine und Schiefer von rother, gelber und grüner Farbe, grünlich gelbe, glimmerreiche Breccien.
	Palaeozoicum.	Schwarze, kalkige Schiefer, Marmorbänke, Dolomitlagen, zuweilen gut geschichtet, Serpentin, grüngelbe bis rothe Schiefer, zuweilen aus klastischem Material bestehend.
	Gneiss u. Glimmerschiefer.	Wie gewöhnlich.

silien der Partnachschiechten konnte ich im Anstehenden nicht entdecken. Ich fand überhaupt keine unterscheidbaren Vertreter der Partnachschiechten; entweder sind diese nicht vorhanden oder in der Facies des Muschelkalkdolomites oder des Arlbergkalkes entwickelt. Ueber dem schwarzen Dolomit, aber vermuthlich durch einen Bruch getrennt, finden wir zunächst eine Bank von grauem Dolomit(an der Strasse nicht aufgeschlossen); auf diesen folgen wenig mächtige, gelbe Sandsteine, welche mit schwarzen, oft sandigen Kalken und gleichfarbigen Mergeln wechsellagern; diese strotzen an der kleinen Wegerhütte der neuen Strasse von Versteinerungen, welche jedoch sehr schlecht erhalten, resp. nicht herauszupräpariren sind. Soweit man etwas erkennen kann, sind

Figur 3.



Maassstab 1 : 25000.

- | | |
|---|-----------------------|
| b' = Rauhwacke | } des Buntsandsteins. |
| b = Conglomerate | |
| m = Muschelkalk. | |
| r = Raibler Schichten (und Arlbergdolomit). | |

hauptsächlich die Gattungen *Megalodon*, *Corbis* (*Gonodon*?) vertreten. Diese Sandsteine und Kalke lassen sich nach Osten noch eine Strecke weit verfolgen, dann keilen sie in grauen splittigen Dolomit, der nicht selten Durchschnitte von Versteinerungen aufweist, aus. Auf der Sandsteinzone liegt nämlich ebenfalls der graue Dolomit, der sich unter ihr (wenn auch in geringer Mächtigkeit) befindet; das Streichen dieses Complexes ist im Allgemeinen N 60° O, Fallen 50° N. Sobald wir auf der neuen Strasse zu der letzten grossen Krümmung gelangen, zeigt sich nach Osten eine Art Terrasse, welche durch die eben erwähnten Dolomite gebildet wird; die Ursache der Terrassenbildung war offenbar ein Bruch, denn wir kommen nun wieder an Muschelkalk-Dolomite, die auch Diploporen führen; sie streichen N 40° W und fallen in der Nähe von Sü Som flach nördlich ein. Steigt man auf der anderen Seite des Passes hinunter gegen Il Fuorn zu, so sieht man, dass diese Dolomite von Buntsandstein unterlagert werden. Bevor wir den nun folgenden Theil des Ofenpasses besprechen, wollen wir uns noch einmal zu dem Aufstieg von Cierfs aus zurückwenden.

Während die neue Strasse sich am rechten Bergabhang entlang windet, benutzt die alte ungefähr die Mitte der Einsenkung, welche zur Höhe des Passes emporführt. Man erkennt beim Begehen des Terrains, dass der Pass tektonischen Störungen seinen Ursprung verdankt. Schon am Anfang sieht man im Streichen der Rauhwacken Massen von festem Dolomit, welche in der Thalsole anscheinend isolirt dastehen und mit dem Buntsandstein jedenfalls nichts zu thun haben; ferner haben die Schichten der linken Thalseite im Allgemeinen ein anderes Streichen als die der rechten. Wie viel nun bei Erzeugung des Passes auf Rech-

nung rein localer Einbrüche und wieviel auf Rechnung grösserer Verwerfungen kommt, wird sich wohl nur durch eine genauere Kartirung feststellen lassen. GÜMBEL¹⁾ nimmt an, dass die obere flächenförmige Niederung, welche mit kleinen Hügeln bedeckt ist, durch Einbruch der Schichten entstanden sei, und zwar meint er, dass die Rauhwacke ausgewaschen und das darauf lastende Gestein nachgestürzt sei. Meiner Ansicht nach haben auch Gletscher zur Bildung dieser kleinen Hügel beigetragen, wenigstens zeigen sich in der Umgebung schöne Gletscherschliffe und ich fand auch in einem kleinen Schutthaufen Kalkbrocken mit *Terebratula gregaria* sowie gekritzte Geschiebe; in der Umgegend habe ich die Koessener Schichten nicht anstehend finden können.

GÜMBEL's Deutung des oben beschriebenen Profils ist nicht ganz klar. Er zählt die Fossilien der Sandsteine (die Fundstelle wurde von ihm entdeckt) zu den Raibler Schichten, sagt²⁾ aber: „Ich möchte sie (die versteinierungsführende Bank, d. Ref.) mit mehr Wahrscheinlichkeit den Raibler Schichten zuweisen, weil an dem benachbarten Steilgehänge zum Pass Sur Som und auf diesem selbst schwarze dolomitische Kalke mit zahlreichen Durchschnitten von Versteinerungen, namentlich von grossen Gyroporellen darunter anstehen, die über den Fischschiefern ihre Stelle einzunehmen pflegen.“ Mit den Fischschiefern sind offenbar die Partnachschichten, mit den schwarzen dolomitischen Kalken GÜMBEL's Wettersteinkalk gemeint. Wie nun aber die von den Sandsteinen nördlich liegenden und nach Norden einfallenden Dolomite das Liegende bilden sollen, kann ich nicht einsehen. Selbst wenn man eine regelmässige Lagerung annähme (was wegen des verschiedenen Streichens unmöglich ist), so könnte doch der Dolomit die Sandsteine nur überlagern, nicht unterteufen (siehe Prof. 3). Wie nun aber die schwarzen Dolomite sich zu dem Buntsandstein auf dem Nordgehänge von Sü Som verhalten, darüber spricht sich GÜMBEL nicht aus.

Wenn man vom Pass nach Norden absteigt und in die Höhe der Alp Buffalora gelangt, so sieht man, dass hier der Buntsandstein eine grosse Verbreitung gewinnt. An der Strasse selbst sind keine Aufschlüsse von Bedeutung vorhanden. Nicht unerwähnt will ich hier lassen, dass schon vor längeren Jahren Herr Prof. SUSS am Buffalora - Pass in den schwarzen Kalken über den Rauhwacken des Buntsandsteins Fossilien fand, welche leider ganz verdrückt sind. Herr Prof. SUSS hatte die Güte, mir die betreffenden Stücke zur Verfügung zu stellen; eines scheint eine

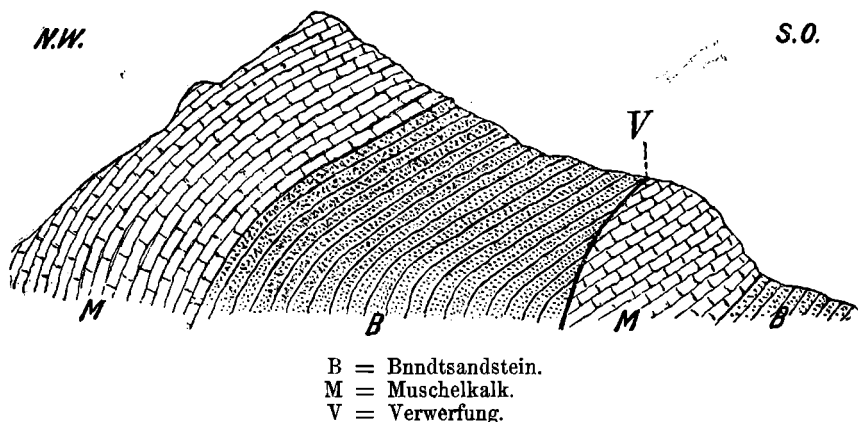
¹⁾ GÜMBEL, Geol. a. d. Engadin, p. 30.

²⁾ Ibidem, p. 31.

Avicula, ein anderes aber ein Brachiopode und zwar eine *Spiriferina* zu sein; eine Speciesbestimmung ist leider unmöglich.

Die ersten bedeutenderen Aufschlüsse an der Strasse erhalten wir bald hinter dem Wirthshaus Il Fuorn oder Ofenberg; hier stehen die Sandsteine, Conglomerate, Mergel, sandigen, glimmerreichen Schiefer und Rauhwacken des Buntsandsteins an. Schon GÜMBEL machte darauf aufmerksam, dass die sandigen Schiefer eine grosse Aehnlichkeit mit den Werfener Schichten haben. Wenige Schritte hinter der steinernen Brücke der Ova del Fuorn finden wir wiederum die schwarzen, Diploporen und Crinoiden führenden Dolomite und Kalke, welche wir als Muschelkalk deuteten. SUSS fand darin einen leider ganz verdrückten Ceratiten.

Figur 4. Profil an der Brücke bei Ova del Fuorn.

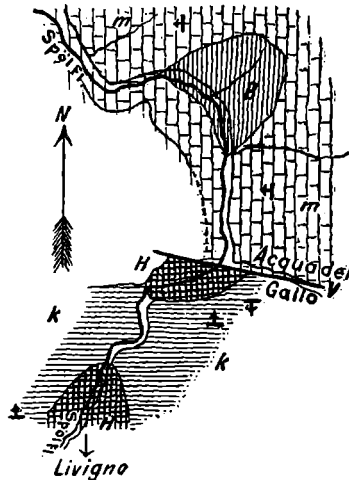


Gleich darauf wiederholt sich die Schichtenserie; GÜMBEL erklärt dies durch eine Falte, in Wirklichkeit sieht das Profil aus wie Fig. 4, sodass wohl ein Längsbruch anzunehmen ist. Die schwarzen Dolomite begleiten uns nun eine sehr lange Zeit hindurch. Bei Ova da Spin enthalten sie Mergeleinlagerungen, im Uebrigen ist der Gesteinscharakter ein sehr gleichmässiger. In dem grössten Theil seiner Verbreitung weist hier der Muschelkalk ein nördliches Fallen auf, hinter Champ Sech jedoch ein südliches, so dass wir es offenbar mit einer grossen Mulde zu thun haben. Hinter der Val Laschadura wird das anstehende Gestein durch Schotter etc. verdeckt, doch schon vor Val da Bareli erkennen wir krystalline Schiefer, welche sich bis Zernetz erstrecken.

Kehren wir nun zu der Stelle zurück, wo die neue Strasse

die Ova del Fuorn übersetzt. Von dort geht ein Karrenweg ab, welcher nach Livigno führt. Wir erkennen hier dasselbe Profil wie am nördlichen Ufer der Ova del Fuorn, nämlich eine Wiederholung von Buntsandstein und Muschelkalk; der Weg selbst durchkreuzt zuerst den Buntsandstein, dann den Muschelkalk, die nun folgende Bruchlinie ist durch eine Einsenkung orographisch deutlich markirt; der kleine westlich liegende Hügel, dessen höchster Punkt auf der Karte mit der Zahl 1893 m bezeichnet ist, besteht zum grössten Theil aus Buntsandstein, in seinem nordwestlichen Theil aus Muschelkalk. Der Weg bringt uns, indem er eine Biegung nach Süden macht, aus dem N 35° O streichenden, mit 45° N fallenden Muschelkalk noch einmal in den unterlagernden Buntsandstein. Eine grössere Strecke wird sodann durch Schutt verdeckt. Erst nahe vor der Stelle, wo der Spöl, in dessen Thal wir uns jetzt befinden, aus seiner südwestlichen Richtung knieförmig in eine ostwestliche übergeht, treffen wir wieder anstehendes Gestein. Es ist ein gut gebankter, schwar-

Figur 5. Geologisches Kärtchen des mittleren Spölthals.



Maassstr. 1 : 50000.

B = Buntsandstein. H = Hauptdolomit.
m = Muschelkalk. K = Koessener Schichten.

zer Kalk mit wulstiger oder welliger Schichtfläche, er ist äusserlich nicht von der in den Bayerischen Alpen weit verbreiteten Ausbildung des alpinen Muschelkalkes zu unterschei-

den. Ich habe derartigen Muschelkalk am Hirschberg bei Tegernsee, im Karwendel, in der Partnachklamm bei Partenkirchen und an der Schönleiten bei Hohenschwangau beobachtet und finde, dass man ihn nicht von den besprochenen Schichten unterscheiden kann. In der Meinung, dass diese Kalke Muschelkalk seien, bestärkt uns noch der Umstand, dass sie von Buntsandstein unterlagert werden. Wir erkennen dies an der Stelle, wo der Spöl wieder knieförmig in eine südnördliche Richtung übergeht; durch einen Wasseraufriss ist der Buntsandstein aufgeschlossen, dann folgt wieder der überlagernde Muschelkalk, welcher ungefähr bis zu der Einmündung der Val del Gallo anhält. Die Schichten streichen bis hierher ziemlich genau N-S und fallen steil bis flach nach W ein. Hinter der Acqua del Gall jedoch finden wir einen grauen, splittrigen Dolomit, der vom Hauptdolomit nicht zu unterscheiden ist, er streicht ungefähr O-W und fällt flach nach Süden ein. Die Einsenkung der Val del Gall fällt somit mit einer Verwerfungslinie zusammen. Auf dem Dolomit liegen schwarze, dünnbankige Kalke und Mergel von ziemlich fremdartigem Aussehen; sie enthalten kleine unbestimmbare Zweischaler; das Einfallen ist zuerst flach südlich, dann nördlich, und bald taucht unter ihnen wieder Dolomit auf. Ich halte diese Mergel und Kalke für Koessener Schichten, sie liegen offenbar normal auf dem Dolomit, welcher den Monte del Ferro einerseits und die Cima del Fopel andererseits bildet. THEOBALD trennt die Dolomite und die Kalke im Thal von jenen des Gebirges als Muschelkalk ab; am Mte del Ferro trägt er Hauptdolomit mit nördlich auflagernden Koessener Schichten und Steinsberger Kalk ein. Diese Auffassung ist vollkommen richtig, wenn man jedoch von Süden her das Spölthal begeht, so sieht man deutlich, dass eben jene Koessener Schichten vor der Val del Gall sich in's Thal senken, was nicht wunderbar ist, da die Schichten O-W streichen und nach Norden einfallen. GÜMBEL¹⁾ hält in seiner neuesten Arbeit über Graubünden die schwarzen Mergel und Kalke für Partnachschichten, den Dolomit für Muschelkalk. Zu einer solchen Auffassung liegt jedoch kein Grund vor, man kann zu ihr nur gelangen, wenn man das Fallen und Streichen der Schichten, sowie die tektonischen Verhältnisse des nördlichen Theiles des Spölthales ausser Acht lässt. In der Nähe der Ponte di Zeppella fand ich übrigens heruntergestürzte Blöcke von schwarzem Kalk mit *Lithodendron*-Stöcken.

Das Spölthal nach Süden verfolgend, sehen wir den grauen Dolomit, dessen oberste Lagen ich für Hauptdolomit halte, in

¹⁾ GÜMBEL, Ueber die Mineralquellen von St. Moritz, p. 34.

mächtigen Wänden zum Gipfel des Mte. del Ferro und der Cima del Fopel aufsteigen. Da die Schichten ungestört sind und nach Norden einfallen, so müssen wir gegen Süden in die älteren Schichten kommen. Eine Gliederung lässt sich an dieser Stelle kaum vornehmen, da Mergeleinlagerungen zu fehlen scheinen; wir treffen in dem südlicheren Theil wieder schwarze Dolomite, welche Diploporen und Crinoiden führen, also wohl den Muschelkalk vertreten. Die gesammte Trias vom Hauptdolomit an bis zum Muschelkalk inclusive scheint an dieser Stelle in einer Dolomit-Facies ausgebildet zu sein; der Dolomit ist durchwegs gut geschichtet.

An der Einmündung der Thäler Val Viera und Val Torto (Valle di Trepalle) treffen wir wieder auf einen Längsbruch. Hier stossen nämlich Koessener Schichten (Streichen N 80° W, Fallen 50—90° N) mit verdrückten Exemplaren von *Terebratula gregaria* SUESS, sowie einer Anzahl von Bivalven-Arten an dem oben beschriebenen Dolomit ab; eine normale Auflagerung, wie THEOBALD sie anzunehmen scheint, ist sicherlich nicht vorhanden. Die Fortsetzung dieses Längsbruches werden wir in dem nächsten Abschnitt besprechen. Die Koessener Schichten, graue Mergel und Kalke, überlagern einen Complex von Hauptdolomit, der an der Einmündung der Val Federia aufgeschlossen ist.

Bevor wir dieses Kapitel abschliessen, wollen wir noch kurz diejenigen Resultate, welche wir in Beziehung auf die Schichtenfolge gewonnen haben, zusammenfassen.

Als tiefstes Glied fanden wir den Buntsandstein, über ihm liegen an mehreren Stellen die Dolomite des Muschelkalkes mit Diploporen und Crinoiden, an einem Orte werden sie durch schwarze Kalke mit welliger Schichtfläche vertreten, Kalke wie sie auch im alpinen Muschelkalk Vorarlbergs und Bayerns vorkommen. Partnachschichten, wie wir sie in der Val Triazza constatirten, waren nicht zu entdecken, wir nahmen an, dass sie in der Facies des Muschelkalkes oder des Arlbergkalkes ausgebildet seien. Bei Cierfs fanden wir einen Dolomit, welcher Einlagerungen von Sandstein und Kalk mit *Megalodon* und *Gonodon* enthielt und wohl zu den Raibler Schichten zu rechnen ist. Im Spölthal scheint die ganze über dem Buntsandstein liegende Trias in Dolomitfacies ausgebildet zu sein, sodass eine Unterscheidung der einzelnen Glieder hier unmöglich war. In derselben Gegend lernten wir eine neue Schicht kennen, nämlich die Mergelfacies des Rhät, die Koessener Schichten mit *Ter. gregaria* SUESS.

III. Das Gebiet von Ponte.

Zwischen Ponte und Zernetz mündet bei Scanfs von SO her das Thal Varusch in das Engadin ein. Es spaltet sich gegen

SO in zwei weitere Thäler: Val Trupchum und Val Casana; aus dem ersteren führt die Fuorcla Trupchum, aus dem zweiten der Passo di Casana in die Val Federia bei Livigno. Wenn man von Scanfs aus in das Hauptthal Varusch eindringt, so stösst man bei der ersten Maiensäss auf anstehenden Buntsandstein, in welchem man fortschreitet bis zur Einmündung der Val Casana. Wir gehen in der Val Trupchum aufwärts, gleich am Eingang finden wir auf der nördlichen Thalseite den uns bereits bekannten schwarzen Muschelkalkdolomit. Dieser stösst nach Norden anscheinend an grauen und schwärzlichen kalkigen Mergeln ab, welche von Fucoiden-Resten durchsetzt sind, die Grenzlinie ist leider nicht gut aufgeschlossen. Zum Theil fällt sie wohl mit dem Bachbett zusammen, denn während wir in diesem selbst hin und wieder jene Mergel anstehend finden, ist am südlichen Ufer, eine Strecke vor der Alphütte Porcher, die Rauhwacke des Buntsandsteins aufgeschlossen. Dann aber weicht die Grenze nach Süden stark aus, denn wir finden an der Alp Porcher nur noch jene Mergel. Diese führen hier nicht selten Ammoniten; eines der von mir gesammelten Stücke konnte ich als *Arietites* cf. *varicostatus* ZIET. bestimmen, von anderen lässt sich nur sagen, dass sie zum Genus *Arietites* gehören. Auch das Bruchstück eines *Harpoceras* fand sich, sowie verschiedene Bivalven, darunter ein breitrippiger *Pecten*; die Species konnte ich nicht bestimmen, doch habe ich ganz ähnliche Formen öfters in den bayerischen Fleckenmergeln gesehen; Belemniten-Reste sind in Val Trupchum sehr selten. Wir können auf Grund der Versteinerungen demnach diese Mergel als echte Algäuschiefer von liasischem Alter ansehen. Die Fossilien findet man gar nicht selten, wenn man im Bachbett bergauf geht; GÜMBEL¹⁾ bezweifelt das Vorkommen von Ammoniten; wahrscheinlich ist er auf dem Wege geblieben, an welchem man allerdings nur selten Ammoniten findet. Ueber den Algäuschiefern liegen grüne und rothe kalkige Mergel mit Hornsteinbändern; GÜMBEL²⁾ fand bei Chans *Aptychus protensus* und *Apt. pumilus* in dem Schutt, der von diesen Schichten stammt; ich fand *Apt. gracilicostatus* in Val Cotschna (zwischen Chans und Porcher) und zwar sowohl im Anstehenden (welches man durch Hinaufklettern am östlichen Rand der Val Cotschna erreicht), wie im Schutt; die Hornsteine enthalten, wie mir Herr Dr. Rüst gütigst mittheilte, zahllose Radiolarien; auch GÜMBEL führt solche an. Wir haben es also mit Aptychen-Schichten zu

¹⁾ GÜMBEL, Ueber die Mineralquellen v. St. Moritz, p. 46; bereits THEOBALD hat auf das Vorkommen von Ammoniten hingewiesen.

²⁾ N. Jahrb. f. Min. etc, 1892, II, p. 162. — Mineralquellen v. St. Moritz, p. 44.

thun, sie unterscheiden sich auch petrographisch nicht von den oberjurassischen Aptychen-Schichten der bayerischen Alpen. Dieser nordfallende Complex von Juraablagerungen ist im Norden durch Raibler Dolomite und Rauhwacken, sowie durch Hauptdolomit überschoben. Verfolgen wir diese orographisch sehr auffallende Verwerfungslinie nach Südosten, so finden wir, dass sie nichts Anderes als die Fortsetzung der von uns bereits bei Val Viera und Val Torto (Valle di Trepalle) constatirten Bruchlinie ist; ich habe sie auf einer Strecke von ca. 12 km sicher constatairen können und zwar vom Engadin (zwischen Val Flins und Val Varusch) an, an den Abhängen von Piz d'Esen, Piz Quater Vals, Piz Fier entlang bis zur Mündung der Val Torto (Valle di Trepalle); vermuthlich setzt sie sich jedoch noch weiter fort bis in die Gegend von Bormio.

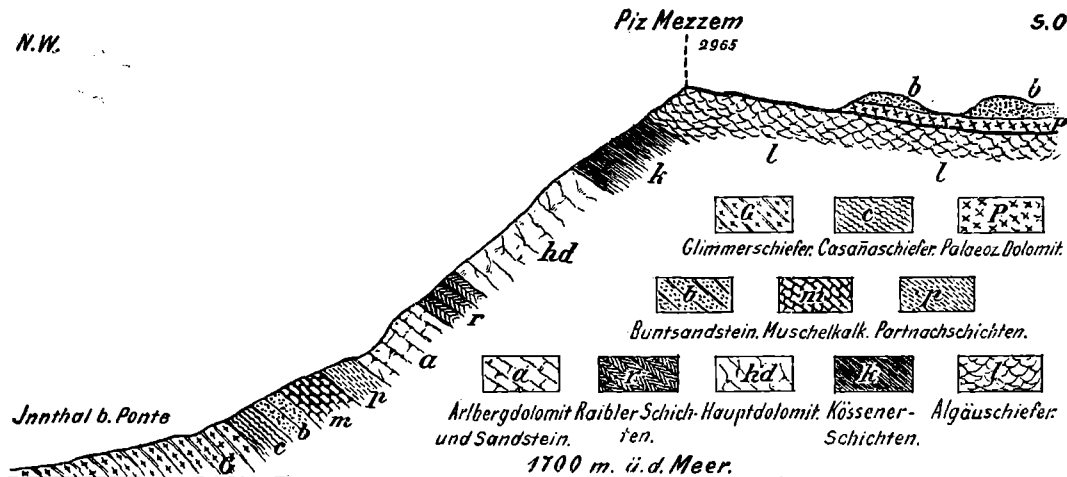
Kehren wir nun zurück zur Val Trupchum. Auf dem südlichen Bergabhang scheinen schwarze bis hellgraue Kalke und Mergel den Lias zu unterlagern; einzelne Blöcke dieser Kalke strotzen von Lamellibranchiaten, Brachiopoden und Korallen (*Thecosmilia clathrata*), in anderen fand ich grosse Megalodonten (darunter anscheinend *Megalodon scutatus* und *Meg. Guembeli*); leider liessen sich mit dem Hammer keine Exemplare heraus schlagen und zum Sprengen fehlte mir die Gelegenheit. Der Gesteinscharakter, die Lagerung, sowie das Vorkommen der Korallen und der grossen, charakteristischen Megalodonten lassen keinen Zweifel, dass wir es hier mit Koessener Kalk¹⁾ und vielleicht auch noch mit Koessener Mergeln zu thun haben; an einigen Stellen scheint es, als würden diese Ablagerungen nach Süden durch Hauptdolomit normal unterteuft.

Die Val Casana konnte ich wegen Mangel an Zeit nicht genauer untersuchen, ich gehe deshalb gleich zur Besprechung des Gebietes, welches südöstlich von Ponte liegt, über. Wenn man von Ponte aus nach Südosten blickt, so fällt die imposante Masse des Piz Mezzem oder Mezzaun auf. Um die Schichtenfolge dieses Berges zu studiren, steigt man am besten in der Madulein gegenüberliegenden Runse Val Pschaidas aufwärts. Hier trifft man zuerst auf krystalline Gesteine, deren oberster Theil vielleicht als Casanaschiefer aufzufassen ist. Ueber diesen liegen (in der Runse selbst theilweise durch Schotter verdeckt) rothe, quarzitishe Conglomerate und Sandsteine, wie wir sie schon früher kennen gelernt haben. Ueber diesen folgen röthliche, sandige Schiefer, welche denjenigen der Werfener Schichten zum Verwechseln ähnlich sehen. Ich fasse die Conglomerate etc. und Schiefer als

¹⁾ „Oberer Dachsteinkalk“ oder „Dachsteinkalk im Sinne GÜMBEL's.“

Figur 6.

Profil von Ponte (Innthal) zum Gipfel des Piz Mezzem zeigt, wie der Lias am Gipfel durch paläozoischen Dolomit und Buntsandstein überschoben wird.

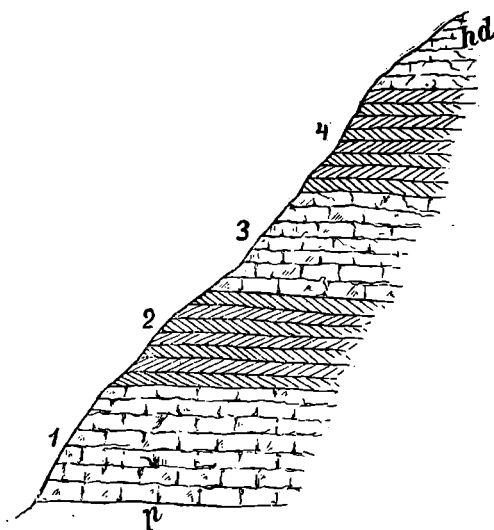


Maassstab 1 : 25000.

Buntsandstein auf. Ueber ihnen liegen schwarze Kälke mit dünnen Mergelschichten, darauf röthliche bis schwärzliche, kalkige, etwas sandige Schiefer und schwarze, gebänderte Kälke mit schwarzen Mergelingerungen. Den unteren Complex darf man wohl als Vertreter des Muschelkaltes (er ähnelt demjenigen der Val Triazza),

die Schiefer etc. aber als Partnachsichten auffassen; eine sichere Horizontbestimmung war des Mangels an Fossilien wegen nicht möglich. Scharf von den eben erwähnten Bänderkalken sich abhebend, folgt eine Bank von wenig geschichtetem, grauem, splitt-

Figur 7.
Detailprofil durch den Arlbergkalk und die Raibler Schichten
am Piz Mezzem.



p = Partnachsichten. hd = Hauptdolomit.
1 = Dolomit. 2 = Sandsteine und Schiefer.
3 = Dolomit. 4 = Sandsteine.

rigem Dolomit, genau dem Arlbergdolomit Vorarlbergs gleichend, darüber folgt ein Complex von rothen und gelben Sandsteinen, rothen Schiefeln und dünnen Lagen von grauem Dolomit. Wiederum scharf getrennt folgt eine Bank von grauem Dolomit, welcher denselben Habitus wie derjenige der unteren Lage aufweist. Ueber ihm stellen sich schwärzliche, z. Th. sandige Dolomite mit starken Einlagerungen von kalkig-dolomitischen, grauen bis gelben Sandsteinen ein. Hier muss man wohl den unteren Dolomit als Arlbergdolomit auffassen, doch lasse ich es dahin gestellt sein, ob nicht auch die Schichten 2 und 3 des Detailprofils noch hierher zu rechnen sind; Horizont 4 gehört sicherlich zu den Raibler Schichten; wir werden auf diese Gliederung noch weiter unten eingehen. Ueber dieser Stufe lagert der Hauptdolomit; er zieht

sich bis weit gegen den Gipfel hinauf und wird dort von Koessener Schichten (schwarze bis rothgelbe Mergel und Kalke) überlagert, welche gut bestimmbare Exemplare von *Terebratula grgraria* SUESS, sowie zahlreiche Lamellibranchiaten enthalten, manche Bänke sind von Crinoidenstielen erfüllt. Schwarze bis graue Schiefer, welche die Koessener Schichten überlagern, bin ich geneigt für Algäuschiefer zu halten, doch fehlt mir ein sicherer Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme. Wenn wir uns von der Spitze des Piz Mezzem, die aus den fraglichen Algäuschiefern gebildet wird, auf dem Grate entlang zum Piz Corn begeben, so stossen wir an dem ersten selbständigen Gipfel auf einen ziemlich hellen Dolomit, der die Algäuschiefer anscheinend discordant überlagert; auf dem Dolomit liegen stark glimmerhaltige, rothe bis graue, sandige Schiefer, wie sie gewöhnlich im Engadiner Buntsandstein vorkommen. Diese Schiefer finden sich auch noch auf dem nächsten Nebengipfel; in der Lücke zwischen diesem und dem Piz Corn sind sie jedoch zum grössten Theile erodirt, so dass fast nur der Dolomit vorhanden ist, am Piz Corn hingegen treten die Schiefer wieder ziemlich mächtig auf. Der Dolomit zieht sich schräg zur Val Chamuera hinab, THEOBALD hat ihn für Steinsberger Kalk, GÜMBEL für Hierlatzkalk gehalten; in Wirklichkeit ist er wahrscheinlich paläozoisch, da er concordant unter dem Buntsandstein liegt, den allerdings beide Autoren übersehen haben. Hier liegt offenbar eine grossartige Ueberschiebung vor, deren Fläche nach Osten einfällt; sie läuft somit ungefähr der nördlicher liegenden Ueberschiebung der Val Trupchum parallel.

Südwestlich vom Piz Mezzem befindet sich die Einsenkung der Val Chamuera. GÜMBEL¹⁾ beschreibt aus diesem Thale folgendes Profil:

1. Verrucano.
2. Schutt.
3. Muschelkalk mit *Terebratula vulgaris*.
4. Wengener Schichten.
5. Wettersteinkalk.
6. Raibler Sandsteine.
7. Hauptdolomit.
8. Koessener Schichten?
9. Hierlatzkalk.
10. Fleckenmergel.

Ich fand Folgendes: am Eingange des Thales stehen Trüm-

¹⁾ GÜMBEL, Geol. a. d. Engadin, p. 33 ff.

mergesteine an, welche wohl den Buntsandstein vertreten. Die nachfolgende Strecke wird von Schutt überdeckt, doch tritt an jene Gesteine der Hauptdolomit so nahe heran, dass die Annahme einer Verwerfung unabweisbar ist. Die nächste anstehende Schicht finden wir an dem Wehr oberhalb Camogask; es sind dunkle Crinoiden-Kalke, schwarze Mergel und Mergelkalke, welche zum Theil von sehr gut erhaltenen Exemplaren von *Ter. gregaria* SUESS erfüllt sind, andere Bänke strotzen von Lamellibranchiaten (*Cardita*, *Nucula* etc.); das Gestein hat in diesem letzteren Falle oft eine eigenthümliche Rostfarbe; zuweilen sind die Kalke etwas sandig (GÜMBEL's Oolithe?). Der gesammte Complex gehört offenbar zu den Koessener Schichten, er ist von den versteinierungsführenden Partien dieses Alters auf dem Gipfel weder durch den Erhaltungszustand der Fossilien, noch durch den Charakter des Gesteins zu unterscheiden. GÜMBEL hat die *Terebratula gregaria* irrthümlicher Weise als *Ter. vulgaris* bestimmt und die Brachiopoden-Bänke für Muschelkalk, die Lamellibranchiaten-Bänke dagegen für Wengener Schichten gehalten. Der letztere Ausdruck ist aber schon deshalb nicht am Platze, weil jede Spur von Tuffen fehlt. Bereits THEOBALD hat jedoch das Alter dieser Ablagerung (der Fossilfundplatz wurde durch ESCHER VON DER LINTH¹⁾ entdeckt) richtig erkannt; er erklärte die abnormale Lage der Schicht dadurch, dass er das Vorhandensein einer Mulde annahm; er glaubte, dass in der Val Chamuera die Koessener Schichten eingefaltet und dass die Flügel dieser Falte zum Theil erodirt seien. Diese Erklärung ist jedenfalls unrichtig, denn der Hauptdolomit streicht, wie man deutlich sieht, von einer Thalseite auf die andere hinüber, ohne dass er eine Spur von Faltung zeigte, und ferner liegen die Koessener Schichten zum Theil sogar im Streichen des Hauptdolomites. Offenbar bildet das Rhät hier einfach eine abgesunkene Scholle, die ihre Existenz vielleicht einer Abzweigung der grossen Engadiner Spalte verdankt.

Schreiten wir von dem Versteinierungsfundplatz in der Val Chamuera bergauf, so treffen wir sehr bald auf Hauptdolomit (GÜMBEL's Wettersteinkalk); an einer Stelle wird dieser röthlich

¹⁾ ESCHER (Geol. Bemerkungen über d. nördl. Vorarlberg, p. 49) giebt an, dass er bei Camogask folgende Fossilien fand: *Cardita crenata* (vielleicht *Cardita austriaca*?), *Spondylus obliquus*, *Plicatula intusstriata* und *Avicula Escheri*. Nach dieser letzten Angabe vermute ich, dass ESCHER die *Avicula contorta* bei Camogask fand, da ja *A. Escheri* mit *A. contorta* identisch ist. Ferner wird in der Tabelle angegeben *Natica alpina* MER. und *Bacryllium deplanatum* HEER. Vielleicht fand sich auch ein *Choristoceras* (von v. BUCH als *Ammonites Aon* bestimmt), soweit man nach den Andeutungen ESCHER's pag. 49 urtheilen kann.

bis tief roth; wir finden dort auch Blöcke von dem sandigen Kalk der Koessener Schichten, welche durch eine tiefe Runse vom Gipfel herabstürzen; wahrscheinlich sind dies GÜMBEL's Sandsteine der Raibler Schichten; jedenfalls ist das Anstehende auf der ganzen Strecke nur Hauptdolomit. Hinter der ersten Alphütte senken sich die Koessener Schichten bis in's Thal hinein; wenn man über die Schuttbalden etwas in die Höhe steigt, findet man nicht selten Fossilien. GÜMBEL scheint diese Schichten bereits zu den Algäuschiefern zu rechnen; es ist möglich, dass der Mergel der höchsten Spitze zum Lias gehört, diese unteren Schichten sind aber jedenfalls rhätisch. Für Hierlatzkalk hat GÜMBEL wohl den schon erwähnten paläozoischen Dolomit gehalten, der an einigen Stellen in rothe Conglomerate des Buntsandsandsteins übergeht (wir werden solche auch noch bei Samaden kennen lernen); Hierlatzkalk ist nirgends vorhanden; sollten wirklich „röthlich-weiße Crinoiden-Kalke“ vorkommen, so würde ich annehmen, dass sie Einlagerungen von Steinsberger Kalk in Koessener Schichten seien.

Die Fortsetzung des Thales, sowie die darin einmündende Val Lavirum habe ich nur flüchtig begehen können, ich will deshalb hier nur bemerken, dass die linke Seite des letzteren Thales durch krystalline Gesteine gebildet wird. Meine weiteren Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf die Gegend östlich vom Lavirumpass (Passo Everone der italienischen Karte). Bei der Beschreibung dieser Gegend wollen wir von Osten und zwar von Livigno ausgehen. Wenn man aus dem Spölthal durch die Val Federia gegen den Passo di Casana emporsteigt, so findet man im Thale krystalline Gesteine, welche zum Theil sogar die südliche Thalwand bilden; gegen Norden dagegen ragen steile Kalk- und Dolomitwände auf. Verfolgt man hinter Federia den Ziegensteig, welcher zum Casanapass hinaufführt, so findet man im unteren Theil glimmerreiche Schiefer, welche anscheinend zwischen den krystallinen Gesteinen und der Trias liegen; sie sind wohl als Casanaschiefer aufzufassen. Diese Schiefer bestehen aus klassischem Material, sie sind von verschiedener Farbe: dunkel- bis hellgrau, grün, röthlich, schwarz, meistens stark glimmerhaltig und weisen (an anderen Stellen) Einlagerungen von weichen, glimmerhaltigen Mergeln auf. Ueber diesem Complex liegt Buntsandstein, hauptsächlich aus röthlichen bis gelben und grünlichen, sandigen Schiefern bestehend, z. Th. sind jedoch auch Conglomerate und Sandsteine vorhanden. Am eigentlichen Casanapass lagern auf dem Buntsandstein noch einige Fetzen von schwarzem Dolomit und Kalk mit Diploporen und Crinoiden, es ist der Vertreter des Muschelkalkes. Als ich vom Casanapass aus den nach

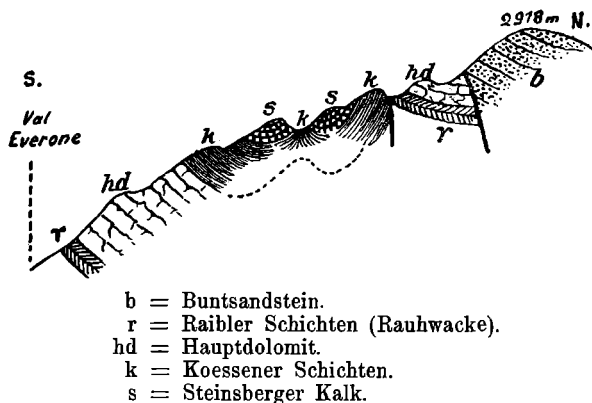
Südwesten sich hinziehenden Kamm verfolgte, bemerkte ich, dass THEOBALD's Karte hier mit der Wirklichkeit gar nicht übereinstimmt, und zwar weil THEOBALD seine topographische Karte nicht richtig gelesen hat. Er hielt die unbedeutende Einsenkung, welche ca. 700 — 800 m von dem mit 2918 m bezeichneten Gipfel (südlich von Piz Casanella) der Siegfriedkarte entfernt ist, für den Casanapass, was daraus hervorgeht, dass an dieser Einsenkung der von THEOBALD am Casanapass eingezeichnete Gypsstock liegt. Die Spitze 2918 m hielt THEOBALD für den ca. 1 km weiter nördlich liegenden Piz Casanella und die ganze unbedeutende Erhebung, welche ca. 2—300 m südlich vom Gipfel 2918 m liegt, für den Gipfel 2918 m selbst. Dieses lässt sich besonders daraus erkennen, dass die Koessener Schichten nicht auf Punkt 2918 m, sondern auf dem südlichen Nebengipfel entwickelt sind. Auf dem vermeintlichen Casanapass THEOBALD's aber liegen ebensowenig Casanaschiefer wie auf dem wirklichen Casanapass, so dass der Gesteinsname eigentlich gar nicht passt, immerhin wollen wir ihn beibehalten, und zwar in der Bedeutung, welche THEOBALD ihm gab, ohne uns dadurch stören zu lassen, dass GÜMBEL in seiner letzten Arbeit den Namen in ganz anderem Sinne anwendet, nämlich um die Schiefer des Buntsandsteins zu bezeichnen.

Wir kehren nun zu der geologischen Beschreibung der Gegend des Piz Casanella zurück. Verfolgt man vom Casanapass aus den nach Südwesten sich erstreckenden Gebirgskamm, so geht man auf den theils sandigen, theils rein mergeligen Schiefern des Buntsandsteins fort bis zu jener Einsenkung, welche THEOBALD für den Casanapass hielt. Dort finden wir Gyps, Rauhwacke und wieder Buntsandstein, der von Osten her über einen hell- bis dunkelgrauen Dolomit (Streichen N 50° W, Fallen flach N) geschoben zu sein scheint; dieser Dolomit, der möglicher Weise Hauptdolomit ist, stürzt nach Norden in zwei gabelförmig verlaufenden mächtigen Wänden gegen die Val Casana hinab. Auch gegen Westen hin scheint der Dolomit von Buntsandstein überschoben zu sein; letzterer liegt auf dem Gipfel 2918 m und reicht hinüber zum Lavirumpass; der Dolomit scheint nach Süden hin von einer gelben Rauhwacke unbekannten Alters normal unterlagert zu werden. Begeben wir uns nun nach Süden, so finden wir einen grauen Kalk, der versteinungsleer ist (Streichen N 75° W, Fallen steil nach S), ich halte ihn für rhätisch; darauf beobachten wir eine rothe Kalkbreccie oder Conglomerat, welche in graue und rothe Kalke eingelagert ist; diese enthalten Crinoiden, Korallen, sowie Durchschnitte von Brachiopoden und Lamellibranchiaten. Wir haben es hier offenbar mit Steinsberger Kalk zu thun, leider

gelang es mir nicht, bestimmbare Fossilien daraus zu gewinnen, so dass sich auch an dieser Stelle nichts Sicheres über das Alter aussagen lässt. Südlich von dem Steinsberger Kalk folgt ein ganz schmaler Streifen sehr versteinungsreicher Koessener Schichten als schwarze Kalke ausgebildet; es gelang mir *Terebratula gregaria* mit Bestimmtheit zu erkennen. Nun folgt noch einmal der Steinsberger Kalk; er wird gegen die Val Everone hin von Koessener Schichten (Streichen N 70° W, Fallen flach N) unterlagert. Auch hier enthält das Rhät zahlreiche Versteinerungen, unter denen sich *Terebratula gregaria* und *Cardita austriaca* erkennen liessen, die Lamellibranchiaten sind hier viel stärker ver-

Figur 8.

Profil von Val Everone (bei Livigno) zum Gipfel 2918 m des Piz Casanella.



treten als die Brachiopoden. Die Koessener Schichten werden nach Süden von Hauptdolomit unterteuft, der seinerseits Rauhacke (der Raibler Schichten) überlagert. Leider verhinderte mich ein sehr heftiger Schneesturm die nach unten folgenden Glieder der Trias genauer zu untersuchen; ich konnte nur constatiren, dass Arlbergkalk, Partnachschichten und Muschelkalk in ziemlich grosser Mächtigkeit vorhanden sind, Gegen den Ausgang der Val Everone hin, überschreitet man die mächtig entwickelten Rauhacke des Buntsandsteins.

Die soeben beschriebene mehrfache Wiederholung der Koessener Schichten und des Steinsberger Kalkes erklärt man wohl am einfachsten durch die Annahme einer wellenförmigen Aufaltung, ich habe diese Ansicht im Profil 8 zum Ausdruck gebracht.

Wir wollen nun kurz zusammenfassen, was uns die Gegend

von Ponte über die Schichtenfolge lehrt. Auf den älteren kristallinen Gesteinen und den darüber lagernden Casanaschiefern fand sich der Buntsandstein als rother, sandiger, glimmerhaltiger Schiefer, der zuweilen äusserlich von den Werfener Schichten nicht zu unterscheiden ist, und als rothes Quarz- und Kalkconglomerat. Bemerkenswerth ist der Umstand, dass der Buntsandstein am Gipfel des Piz Corn von einem hellen Dolomit unterlagert wird; wir wollen hier von einer genaueren Besprechung des Alters dieses Dolomites absehen, insofern als wir auf ähnliche Ablagerungen an einer anderen Stelle (im fünften Abschnitt) eingehen müssen; ich will einstweilen nur bemerken, dass ich den Dolomit für paläozoisch halte.

Ueber dem Buntsandstein fanden wir schwarze Kalke und Mergel nebst ganz dünnbankigen Kalken, welche wir auf Grund ihres petrographischen Charakters sowie ihrer Lagerung als Muschelkalk und Partnachschiechten deuteten. Darüber zeigte sich eine Dolomitbank, welche als Arlbergkalk aufzufassen ist, unentschieden dagegen liessen wir einstweilen, ob die nun folgenden Dolomite und Sandsteine sämmtlich den Raibler Schichten angehören, wir werden auf diese Frage in einem späteren Abschnitt näher eingehen. Ueber den Raibler Schichten, welche auch hier zuweilen Raubwacken führen, liegt stets der Hauptdolomit.

Bot bis hierher die Gegend um Ponte nichts sonderlich Neues, so lieferte sie um so wichtigere Anhaltspunkte für die Gliederung der jüngeren Schichten. Das Rhät ist sowohl in seiner Kalkfacies (sogen. oberer Dachsteinkalk mit Megalodonten in Val Trupchum) wie in seiner Mergelfacies vorhanden; in letzterer fanden sich gut bestimmbare Fossilien, hauptsächlich *Terebratula gregaria*. Leider liess sich auch in dieser Region nicht sicher bestimmen, ob der Steinsberger Kalk in das Rhät oder in den Lias zu stellen ist. Die Mergelfacies des Lias fanden wir in der Val Trupchum gut vertreten, Funde von Arieten, Harpoceraten und Belemniten gestatteten eine sichere Altersbestimmung der dort vorhandenen Schichten. Ueber den Algäuschiefern fanden wir die rothen und grünen, Hornstein führenden Aptychen-Schichten, den oberen Jura; auch diese Ablagerungen werden durch bezeichnende Fossilien charakterisirt.

IV. Die Albulastrasse.

Weit entfernt davon eine genaue geologische Beschreibung der Gegend an der Albulastrasse geben zu wollen, beabsichtige ich nur, einzelne von mir gemachte Beobachtungen an dieser

Stelle mitzutheilen, umsomehr als ich über das Alter der Schichten am Hospiz durchaus nichts Sicheres auszusagen weiss.

Geht man von Alveneu nach Filisur und Bergün, so trifft man nach Ueberschreitung der Landquart zuerst auf die schwarzen Dolomite des Muschelkalks, der hier wie gewöhnlich Diploporen und Crinoiden führt; GÜMBEL will ausserdem *Terebratula vulgaris* und *Lima* gefunden haben. Dieser Muschelkalk wird möglicherweise von dem südlich folgenden, rothen und grünen Sandstein, der wohl als Buntsandstein aufzufassen ist, unterteuft. Oberhalb Bellalüna giebt THEOBALD das Vorkommen von Porphyry an; GÜMBEL¹⁾ bestritt im Jahre 1887 das Vorhandensein dieses Gesteins, er erklärte „nur deutlich geschichtetes Trümmergestein der Verrucano-Schichten“ beobachtet zu haben (eine deutliche Schichtung konnte ich nicht erkennen); im Jahre 1893 dagegen erklärt er²⁾ dasselbe Gestein für Porphyry, ohne jedoch mit einem Worte seiner früheren Auffassung zu gedenken; zugleich giebt er an, dass ähnliches Gestein an der Mayenfelder Furka und am Sandhubel bei Wiesen auch als Porphyry anzusehen sei, während er es 1887 ebenfalls als Verrucano gedeutet hatte. TARNUZZER³⁾ hält das Gestein nicht für Porphyry, sondern schliesst sich GÜMBEL's Meinung von 1887 an. Da ich die betreffende Stelle nicht genauer untersucht habe, kann ich nicht entscheiden, ob GÜMBEL von 1887 oder GÜMBEL von 1893 Recht hat; ich selbst habe nur „Trümmergesteine“, aber ohne besonders deutliche Schichtung wahrgenommen. Gegen die Klamme am Bergüner Stein bin finden wir an den Serpentininen der Strasse schlecht aufgeschlossene Raubwacke. Ueber die fernere Lagerung bin ich mir nicht klar geworden; der Bergüner Stein selbst scheint aus Hauptdolomit zu bestehen, welcher von Koessener Mergeln überlagert wird. Ueberschreitet man die grosse Einsenkung von Bergün, so trifft man 5—10 Minuten hinter der Einmündung der Val Tisch auf versteinungsreiche Kalke und Mergel; ich fand *Terebratula gregaria*, *Cardita austriaca*, *Pecten* sp., sowie eine grosse Menge unbestimmbarer Lamellibranchiaten. Diese versteinungsführenden Schichten wurden bereits von ESCHER von DER LINTH¹⁾, später auch von GÜMBEL (1893) erwähnt, THEOBALD und TARNUZZER scheinen sie nicht zu kennen. Die Ablagerungen gehören offenbar den Koessener Schichten an, sie werden weiter aufwärts vom Hauptdolomit unterlagert. Die nun folgenden Schichten werden

¹⁾ GÜMBEL, Geologisches a. d. Engadin, p. 37.

²⁾ GÜMBEL, Die Mineralquellen v. St. Moritz, p. 88 ff.

³⁾ TARNUZZER, Wanderungen in der Bündener Triaszone, p. 12, 20.

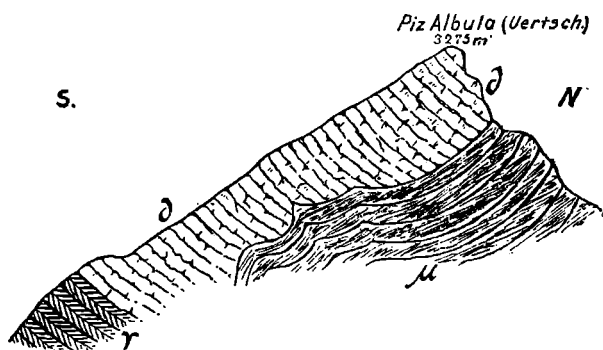
¹⁾ ESCHER v. D. LINTH, Geol. Bemerk. ü. d. nördl. Vorarlberg etc., p. 80.

sich erst bei einer Detailkartirung deuten lassen; einmal scheinen seitwärts von der Strasse grüne und rothe Schiefer anzustehen, ähnliche Gesteine kommen auch an der Strasse selbst vor; welches Alter sie besitzen, muss ich unentschieden lassen; ebenso weiss ich die vor Crapalv (Weissenstein) anstehenden, griffelartig zerfallenden, schwarzen Schiefer einstweilen nicht zu deuten. Bei Crapalv selbst steht Rauhwacke mit Gyps (Buntsandstein?) an. Gegen Süden thürmen sich nun die Granitgipfel der Giumels (Zwillinge) auf. Ich habe versucht, in der Nähe vom Albula-hospiz ein Profil aufzunehmen und will im Folgenden meine allerdings dürftigen Resultate mittheilen. Nahe am Granit finden wir Kalkconglomerate; eine Strecke weit ist nun das Anstehende verdeckt, dann folgen grünliche, glimmerhaltige Schiefer, dann Rauhwacke mit mächtigen Gypseinlagerungen; diese fallen vom Hospiz aus schon auf. Nun ist wieder eine kurze Strecke mit Schutt (Granitblöcken) bedeckt, dann kommen dunkle, griffelartig zerfallende Thonschiefer und nach diesen am Hospiz selbst gelbe Rauhwacken. Vielleicht ist der ganze Complex zum Buntsandstein zu rechnen. Nun folgt gegen den Piz Uertsch hin dunkler Dolomit und Kalk, über dessen Alter ich mir nicht klar bin, vielleicht haben wir es mit Muschelkalk zu thun. Noch weniger wage ich, etwas über das Alter der darauf folgenden, griffelartig zerfallenden, sehr mächtigen schwarzen Schiefer zu sagen. Diese werden hoch oben (concordant?) von grauen Dolomiten überlagert, in welche sich rothe Sandsteine, Schiefer und Rauhwacke einschalten. Dieser Complex gehört der petrographischen Beschaffenheit nach sicher zu den Raibler Schichten. Aehnliche Dolomite bilden den Gipfel des Piz Uertsch; dass dieser als Hauptdolomit aufzufassen sei, wie TARNNUZZER will, scheint mir noch lange nicht erwiesen. Am Gletscher des Piz Uertsch (= Piz Albula) aber finden wir wieder merkwürdige, dunkle, splittrig brechende, schwarze Schiefer, in welchen THEOBALD Belemniten gefunden haben will, darnach müssten es also jurassische (liasische) Schiefer sein. Geht man jedoch die Albulastrasse hinab, so sieht man das beistehende merkwürdige Profil. Die Schiefer, welche dort den Dolomit in mannichfachen Windungen unterlagern, sind wohl dieselben, welche am Gletscher zu Tage treten; man sieht hieraus, wie schwierig die Deutung der Schichten an dieser Stelle ist.

Da ich bereits von vorn herein darauf verzichtete, eine genaue Darstellung der geologischen Verhältnisse an der Albulastrasse zu geben, so will ich hier keine weitere Deutung versuchen; es war nur meine Absicht, zu zeigen, dass die Verhältnisse doch nicht ganz so einfach sind, wie frühere Autoren angenommen haben. Andererseits aber ist es auch nicht nöthig,

Figur 9.

Profil am Piz Uertsch, von der Albulastrasse gesehen.



r = Raibler Schichten?

d = Dolomit unbekannter Alters.

μ = Mergel unbekannter Alters.

Die Schraffurung des Dolomites soll keine Schichtung darstellen.

dass man die Verhältnisse noch dunkler mache, indem man, wie TARNUZZER, jeden Dolomit für Hauptdolomit erklärt.

Gehen wir vom Hospiz abwärts gegen Ponte zu, so treffen wir noch mehrmals auf die schon besprochenen Schichten, besonders zu erwähnen ist nur, dass an der Alp Casana wieder echter Buntsandstein auftritt.

Der Abschnitt, welchen ich hier abschliesse, hat also wenig erfreuliche Resultate gefördert, eine Aufklärung sämtlicher Verhältnisse müssen wir einer genauen Detailkartirung überlassen, die aber nicht bloss geologische, sondern auch Terrainschwierigkeiten zu überwinden haben wird.

V. Das Gebiet von Samaden.

In diesem Abschnitt werde ich nicht nur die unmittelbare Umgebung von Samaden, sondern auch die Gegend zwischen Val Minor und Val Fain an der Berninastrasse besprechen. Diese Gebiete gehören geologisch zu einander, und sie stehen dem übrigen Engadin ganz isolirt gegenüber. Während die Darstellung in THEOBALD's Werk als verfehlt zu bezeichnen ist, haben DIENER's Arbeiten zuerst einige Klarheit in die geologischen Verhältnisse der hier besprochenen Gegend gebracht. GÜMBEL's schon öfter citirte Arbeit über die Mineralquellen von St. Moritz hat, was die Sedimentärgesteine angeht, kaum etwas Neues gebracht, wir werden auf die Einzelheiten in den folgenden Zeilen

eingehen. Der grösseren Uebersichtlichkeit halber wollen wir den Abschnitt in zwei Theile gliedern und mit der Beschreibung des schönen Profils an der Berninastrasse beginnen.

a. Piz Alv.

Wenn man von Pontresina aus die Berninastrasse verfolgt, so bemerkt man hinter den Berninahäusern inmitten der dunklen Gneiss- und Glimmerschiefer-Region die auffallend hellen Felsen des Piz Alv (zu deutsch etwa: Weisskogel). Diese Spitze wird im Norden von der Val Fain (Heuthal), im Süden von der Val Minor begrenzt. Geht man in der letzteren aufwärts bis zu dem Punkte, wo das erste bedeutendere Rinnsal von Norden herabkommt, so beobachtet man an den Augengneiss anstossende glimmerhaltige Schiefer, welche ich mit DIENER als Casanaschiefer auffasse. Auf diesen liegen nach Norden hin ziemlich steil stehende, rothe, quarzitishe Conglomerate und Sandsteine, an welche sich dann röthliche Kalkconglomerate anschliessen, wie wir sie schon von der Albula her kennen; sie verwittern an einigen Stellen zu einer Art von Rauhwacke. Ich fasse den ganzen Complex als Buntsandstein zusammen auf Grund der petrographischen Aehnlichkeit mit dem Buntsandstein des Unter-Engadins. Auf diese Schicht folgt nun ein grauer, splittiger, schön geschichteter Dolomit (Streichen N 50° O, Fallen 60° N) genau demjenigen gleichend, welchen wir bisher als Hauptdolomit bezeichnet haben. Diese Schicht wird von grauen bis blauschwarzen Mergeln und Kalken überlagert, welche auf Grund der häufig darin vorkommenden, aber nur selten gut erhaltenen *Terebratula gregaria* von THEOBALD und DIENER bereits für Koessener Schichten erklärt wurden; einzelne Bänke bestehen fast nur aus Fossilien, doch liessen sich leider wenige gut erhaltene Stücke herauschlagen, da Alles stark verdrückt ist; zuweilen sind die Schichtflächen sogar mit Glimmerhäutchen überzogen. Auf den Koessener Schichten liegen die uns wohlbekannten rothen und hellen Conglomerate und Kalke des Steinsberger Kalkes, von dem wir auch an dieser Stelle nicht sagen können, ob er zum Lias oder zum Rhät gehört; DIENER rechnet ihn zu ersterem. In der Val Fain bringt eine Verwerfung Casanaschiefer mit dem Steinsberger Kalk in Contact.

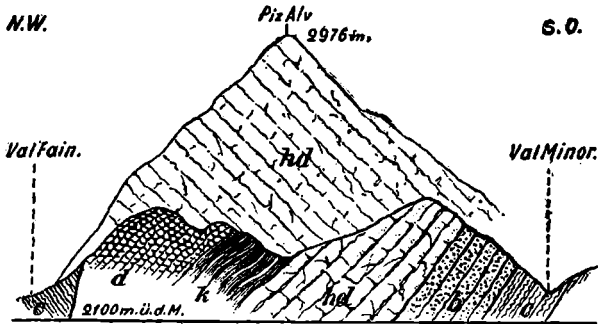
Die soeben beschriebene Schichtenfolge finden wir in den Felsen, welche westlich vor dem eigentlichen Gipfel des Piz Alv liegen; dieser selbst besteht aus Hauptdolomit, dessen Schichten nach Süden einfallen; er wird durch einen Querbruch von der vollständigen Schichtenserie abgetrennt. Wir haben es hier also, wie schon DIENER bemerkt, mit einer Mulde zu thun, doch ist

der Südflügel allein ziemlich vollständig erhalten; den Nordflügel sehen wir im Piz Alv selbst, er ist aber durch den erwähnten Querbruch in das Streichen des Südflügels gebracht worden.

An diesem Profile beobachten wir eine sehr merkwürdige Erscheinung: zwischen dem Buntsandstein und dem Hauptdolomit fehlen alle übrigen Glieder der Trias. Trotzdem keinerlei Abweichen im Streichen und Fallen bemerkbar ist¹⁾, müssen wir doch eine bedeutende Transgression in der Trias der Berninastrasse annehmen. DIENER scheidet neben dem „Verrucano“ noch

Figur 10.

Profil an der Berninastrasse bei den Berninahäusern.



Maassstab 1 : 25000.

c = Casanaschiefer. hd = Hauptdolomit.
b = Buntsandstein. k = Koessener Schichten.
d. = Steinsberger Kalk.

eine besondere, sehr wenig mächtige Bank aus, welche er als „untere Trias“ bezeichnet; ich kann dem nicht beistimmen, sondern halte Alles, was zwischen den Casanaschiefern und dem Hauptdolomit liegt, für Buntsandstein. Die Thatsache, dass hier der Hauptdolomit transgredirend über dem Buntsandstein liegt, wird noch eigenthümlicher durch den Umstand, dass in nicht grosser Entfernung, nämlich in der Val Everone, die ganze Schichtenserie der Trias vollständig entwickelt ist. Man könnte versucht sein anzunehmen, dass eine Verwerfung den Hauptdolomit mit dem Buntsandstein in Contact gebracht habe; aber diese Hypothese wird dadurch sehr unwahrscheinlich, dass wir dieselbe Erscheinung in einem grösseren Theile des Ober-Engadins nach-

¹⁾ Das Fallen des Buntsandsteins ist allerdings an der Grenze nicht gut sichtbar.

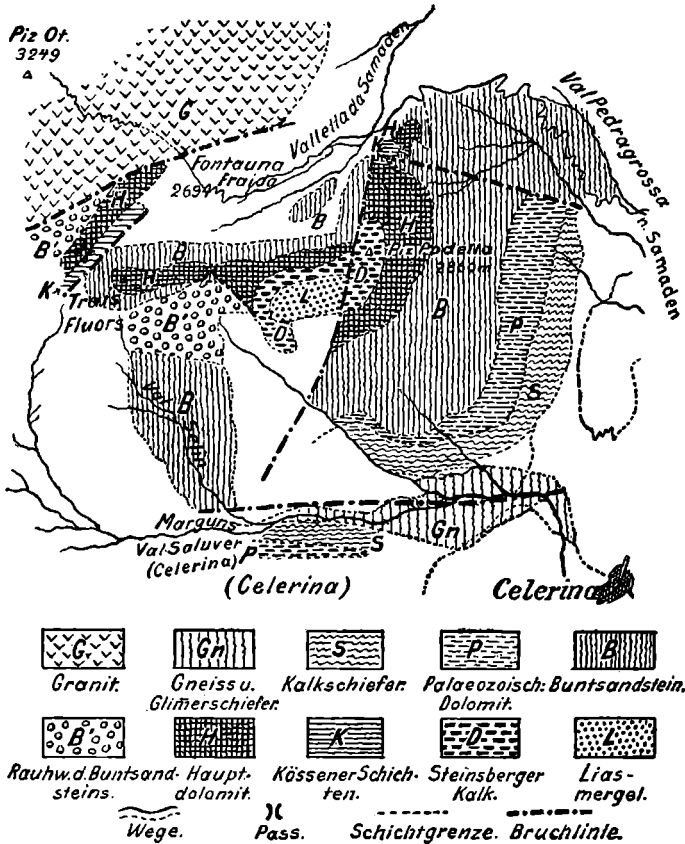
weisen können (siehe den folgenden Abschnitt b). Wir nehmen in Folge dessen mit DIENER eine Transgression an; in einem späteren Abschnitt werden wir uns eingehend mit dieser Thatsache zu beschäftigen haben.

b. Die Gruppe des Piz Padella.

In Anbetracht dessen, dass die Gruppe des Piz Padella sehr viele interessante Einzelheiten aufweist und für mancherlei Erscheinungen sehr instructiv ist, habe ich mich bemüht, sie genau zu durchforschen, so dass ich im Stande bin, eine graphische Darstellung zu geben, welche, wenn sie vielleicht auch nicht in allen Details zutreffend ist, doch wahrscheinlich ein ziemlich genaues Bild des geologischen Aufbaues zu liefern vermag. Ich will zuerst einige Profile beschreiben, welche zum Theil bereits von DIENER gegeben sind. Geht man von Samaden über St. Peter in der Val Pedragrossa bergauf, so bleibt man fast stets in schwarzen, splittrigen, gelblich verwitternden Mergeln, welche sehr stark verbogen und verquetscht sind. Sie führen Einlagerungen von Kalkconglomeraten und Dolomitbreccien; um dies zu sehen, muss man jedoch vom Weg abgehen, da dieser sehr wenige Aufschlüsse bietet. Sobald man auf der Passhöhe angekommen ist, wende man sich gegen den Piz Padella, und man findet, dass die Schiefer etc. von Hauptdolomit überlagert werden. Auf diesem ruht ein kleiner Rest von Koessener Schichten, der jedoch sehr schlecht aufgeschlossen ist; immerhin konnte ich das Vorhandensein von *Cardita* cf. *austriaca* constatiren. Gleich darauf folgen wieder die bunten Kalkconglomerate, etwas Raubwacken und Schiefer, auf welchen wiederum der Hauptdolomit liegt. Gegen den Gipfel des Piz Padella hin wird der Hauptdolomit von einem röthlichen, häufig conglomeratischen Kalk mit rothen Mergeleinlagerungen bedeckt, ohne dass eine sichere Grenze zwischen den beiden Schichten festzustellen wäre, offenbar haben wir es mit Steinsberger Kalk zu thun; DIENER hält die Schichten für rhätisch. Bis hierher stimmen meine Beobachtungen mit denjenigen DIENERS ziemlich überein; nun aber folgt westlich ein Bruch, den der genannte Autor wohl übersehen hat. Es erscheinen nämlich mit verändertem Streichen, welches allerdings bei der flachen Lagerung und der oft mangelhaften Schichtung schwer festzustellen ist, graue Mergel, welche von Algen erfüllt und von den bayrischen Algäuschiefern petrographisch nicht zu unterscheiden sind; zwischen sie schieben sich noch conglomeratische Kalke ein. Die Schichten fallen gegen SSO ein. Unter den Mergeln liegen conglomeratische Kalke, denen an der Spitze gleich, also wohl Steinsberger Kalk.

Figur 11.

Geologisches Kärtchen der Umgebung des Piz Padella bei Samaden.



Maassstab 1 : 50000.

Begehen wir jetzt ein neues Profil von Samaden aus, indem wir schon vor St. Peter den Weg verlassen, das Bett des Baches, der aus Val Pedra grossa kommt, nach Westen überschreiten und nun gegen die kleine Hirtenhütte bergan steigen. Wir wenden uns gegen die Felswände hin und zwar zu der Stelle, wo ein kleiner Bach entspringt (auf der Karte ist in der Nähe davon der Name Pro Schimun angegeben). Bevor wir die Quelle erreichen, sehen wir Kalkschiefer anstehen, welche sich von denjenigen in der Thalsole des Unterengadins nicht unterscheiden,

es sind die uns wohlbekannten palaeozoischen Schiefer. Die Quelle selbst entspringt an einer Schichtgrenze, wir sehen dort, dass den Schiefen ziemlich mächtige, graue bis helle, häufig gelb verwitternde, feste Dolomite (nicht Kalke, wie DIENER angiebt!) auflagern; sie sind sehr dicht, spröde, schwer und hart, zuweilen krystallinisch. Eine Rinne hinaufsteigend finden wir, dass sie oben von Conglomeraten überlagert werden, ohne dass sich jedoch eine scharfe Grenze ziehen liesse. Mit diesen Kalk- resp. Dolomitconglomeraten sind ächte Sandsteine verbunden, die wir als Buntsandstein ansprechen müssen. Es folgen nun schwarze, klingende, „gequälte“ Schiefer, mit Einlagerungen von Kalkconglomeraten, rothen und grauen, glimmerhaltigen Mergeln mit Quarziten. Diese Schicht, welche ebenfalls ihrem petrographischen Habitus nach zum Buntsandstein zu rechnen ist, unterlagert den Hauptdolomit des Piz Padella und zwar discordant, indem der Buntsandstein ein steileres Einfallen hat und stärker zerknickt ist als der Hauptdolomit. Diese Schichtfolge können wir an der ganzen Südseite des Piz Padella finden, nur werden die Dolomite, welche auf den palaeozoischen Schiefen liegen, nach SW dünner.

Gehen wir jetzt vor der Hand zur Betrachtung der Nordseite des Piz Padella über. Von dem Sattel zwischen Val Pedra grossa und Valletta da Samaden gelangen wir in das letztere Thal. Die Südseite wird durch die Trias des Piz Padella, die Nordseite durch den Granit des Piz Ot gebildet. In der Thalsohle finden wir einzelne Flecken von rothen Schiefen, welche dem Buntsandstein angehören. Am Piz Padella zeigt sich wieder, dass der Hauptdolomit durch die Conglomerate, Schiefer etc., des Buntsandsteins unterlagert wird, aber an einigen Stellen schieben sich schwache Rauhwacken ein. Interessanter wird das Bild, wenn wir auf dem Fusswege zur Fontana fraida aufwärts gehen. Westlich von der Fontana fraida stehen graue Dolomite an, die nicht sehr mächtig sind, sie sehen aus wie Hauptdolomit. Nach oben gehen sie in die uns bereits bekannten conglomeratischen Steinsberger Kalke über; steigen wir nun das Thälchen zwischen Piz Ot und den Trais Fluors hinauf, indem wir uns dabei auf der Südseite der Einsenkung halten, so finden wir, dass die Steinsberger Kalke in dunkle Koessener Kalke und Mergel übergehen, welche stellenweise von Versteinerungen strotzen; ich unterschied *Lithodendron*-stöcke, *Cardita* cf. *austriaca*, *Terebratula gregaria*, *Pentacrinus* sp. Die Versteinerungen sind sehr zerquetscht, selten findet man gut erhaltene Stücke. Das Rhät zieht sich zum Sattel empor, ebenso der es unterlagernde Hauptdolomit. Zwischen diesen und den Granit schiebt sich noch eine ansehnliche Masse von Rauhwacken ein. Steigt man nun vom Sattel aus gegen die Trais Fluors in

die Höhe, so findet man, dass die Koessener Kalke durch die sandigen Schiefer, Quarzite und Conglomerate des Buntsandsteins überschoben sind und dass diese Ueberschiebungslinie in die Valletta da Samäden hineinläuft, wo sie sich wahrscheinlich mit dem Bruch, welcher den Granit von der Trias trennt, vereinigt. Die dunklen Kalke der Koessener Schichten, welche am Sattel zwischen Trais Fluors und Piz Ot keine Versteinerungen führen, sind vermuthlich jene von DIENER¹⁾ zwischen Fuorcla da Trais Fluors und Fontana Fraida gefundenen dunkeln Kalke, die scheinbar den Buntsandstein unterteufen, und die er deshalb für palaeozoisch hielt.

Untersucht man nun die Nordwand der Trais Fluors, so zeigt sich, dass auf dem Buntsandstein, und zwar meistens auf den Kalkconglomeraten, wieder der Hauptdolomit liegt, Einschaltungen von Rauhwacke sind nicht vorhanden. Ganz anders liegen die Verhältnisse auf der Südseite dieses Berges. Von dem oben beschriebenen Sattel zwischen Trais Fluors und Piz Ot ausgehend, sieht man, dass anfänglich noch der eigentliche Buntsandstein den Hauptdolomit unterlagert; weiter gegen Osten jedoch schieben sich Rauhwacken ein, welche zwar in der Nähe des Sattels zwischen Trais Fluors und Piz Padella noch nicht sehr mächtig sind; zuweilen tritt sogar noch ihre Unterlage: der schwärzliche Schiefer des Buntsandsteins hervor. Gegen Süden hin nehmen sie aber ganz bedeutend zu und bilden selbständige kleine Thürme, Zacken und Abstürze. Da wo die Val Selin (südlich von den Trais Fluors) beginnt, zeigt sich wieder die Unterlage der Rauhwacke, wir finden auch hier die Schiefer, Sandsteine, Quarzite u. s. w. des Buntsandsteins, welcher uns bis Marguns²⁾ in der Val Saluver (Val da Celerina) begleitet. Trotzdem an dieser Stelle in der Thalsole eine starke Humusdecke genaue Beobachtungen verhindert, müssen wir doch das Vorhandensein einer Störung annehmen. Auf der südlichen Thalseite finden wir nämlich wieder die palaeozoischen Dolomite von palaeozoischen Schiefern unterlagert und oberhalb der Alp Saluver zeigt sich auf der südlichen Thalseite, dass die palaeozoischen Schiefer durch krystalline Schiefer und Gneisse unterteuft werden. Auf der nördlichen Seite dagegen steht Buntsandstein an, und weiter unten liegen die palaeozoischen Schiefer auf der nördlichen Thalseite viel tiefer als auf der südlichen. Schon DIENER hat diese Verhältnisse richtig erkannt, wie

¹⁾ DIENER, Südwestliches Graubünden. Separatabzug, p. 5, t. 1, f. 1.

²⁾ Marguns oder Margum ist kein eigentlicher Name; das Wort bedeutet im Romanischen so viel wie Nebenalp, die Hauptalp ist hier nämlich Alp Saluver.

sein Profil vom Piz Padella zur Alp Laret zeigt. Die palaeozoischen Dolomite unter dem Piz Padella werden gegen die Val Saluver hin sehr viel weniger mächtig. Steigt man nun die Val Saluver hinunter, so findet man, dass auch auf der Nordseite die palaeozoischen Schiefer durch krystalline Schiefer und Gneisse unterlagert werden; die Verwerfung verläuft ungefähr in der Längsrichtung der Val Saluver (Val Celerina).

Kehren wir nun noch einmal zur Valletta da Samaden zurück. Wir wenden uns jetzt an der Nordseite des Piz Padella zur Scharte zwischen diesem und den Trais Fluors. Wiederum zeigt sich dieselbe Aufeinanderfolge: Buntsandstein, ganz geringe Rauhwacken, Hauptdolomit. Oberhalb der Scharte liegt nach Süden der Steinsberger Kalk mit seinen Mergeleinlagerungen auf dem Hauptdolomit. Sollte an der Scharte eine Verwerfung durchgehen, so wäre es jedenfalls eine von ganz geringer Sprungweite.

Hiermit haben wir die Detailbeschreibung der Padellagruppe beendet, wenden wir uns nun zur Betrachtung der tektonischen Verhältnisse. Diese sind sehr einfacher Natur. Wir haben zwei Systeme von Brüchen; die einen laufen von Ost nach West, die andern von Nord nach Süd. Man kann hier nicht wie in andern Theilen der Ostalpen das erste System als das longitudinale, das zweite als das transversale bezeichnen, denn im Engadin ist die allgemeine Streichrichtung eher NO — SW oder NNO — SSW als O — W, so dass man geneigt sein könnte, eher die N — S verlaufenden Brüche als longitudinale, die ostwestlichen als transversale zu bezeichnen. Die ostwestlichen Brüche treten in der Valletta da Samaden, in der Val Pedragrossa, sowie in der Val Saluver (Celerina) auf; die einzige vorhandene nordsüdliche Verwerfung durchschneidet den Piz Padella und mündet einerseits in die Valletta da Samaden, andererseits in die Val Saluver (Celerina) ein. Der Längsbruch scheint von den Querbrüchen abgeschnitten zu werden, doch lässt sich über das Altersverhältniss zwischen den beiden Bruchsystemen heute noch nichts sagen, weil bisher keine genaue Karte der angrenzenden Gebiete existirt. Sehr auffallend ist, dass alle constatirten Störungen in die Klasse der Ueberschiebungen gehören, worauf z. Th. schon DIENER aufmerksam gemacht hat.

Fassen wir nun noch zusammen, was uns das Gebiet über die Schichtenfolge lehrt. Zu unterst liegen stets Gneisse und krystalline Schiefer; diese werden von schwarzen Kalkschiefern überlagert; ich habe übrigens diese Schicht fast durch das ganze Oberengadin hindurch verfolgen können. Sie wird an der Padellagruppe durch graue Dolomite überlagert; auch diesen Dolomit findet man noch mehrfach im Oberengadin; ich verweise in dieser

Beziehung auf DIENER's Profile und mache zugleich auf eine Stelle am Nordufer des Silser Sees aufmerksam, wo man beobachten kann, wie die schwarzen Kalkschiefer von krystallinen Schiefern unterteuft und von dem erwähnten Dolomit überlagert werden. Die Kalkschiefer lassen sich nicht von jenen bei Tarasp unterscheiden. Eine ganz ähnliche Lagerung fand ich in Gemeinschaft mit Herrn Dr. JOH. BÖHM in der Klamm von Schnan (an der Arlbergbahn zwischen Landeck und dem Arlberg gelegen). Vor der Klamm stehen schwarze Thonschiefer an, welche jenen des Engadins gleichen; dann folgen ziemlich mächtige graue Dolomite, sie bilden den Haupttheil der Klamm, an deren Ende sich in concordanter Ueberlagerung Sandsteine und Conglomerate mit eingeschalteten Dolomitbänken finden. In diesen Sandsteinen etc. entdeckte SKUPHOS¹⁾ Fossilien (*Myophoria costata* ZENK., *Myacites* sp.), welche beweisen, dass die Schicht zum Buntsandstein gehört; die Dolomite werden von SKUPHOS nicht erwähnt, trotzdem sie von einer gewissen Wichtigkeit sind; sie ziehen sich ziemlich weit nach Osten und Westen. Eine gewisse Aehnlichkeit in Beziehung auf seine Lagerung hat dieser Dolomit mit dem wahrscheinlich permischen Schwazer Dolomit, während die ihn unterlagernden Schiefer den Brennerschiefern ähneln.

Der Dolomit der Padellagruppe zeigt mit demjenigen von Schnan noch eine weitere Aehnlichkeit darin, dass er gleichfalls in die nach oben hin folgenden Conglomerate und Sandsteine ohne scharfe Grenze übergeht. Diese theils quarzitischen, theils kalkigen Conglomerate und Sandsteine müssen wir ihrem Aussehen nach zum Buntsandstein rechnen, in Folge dessen auch die in sie oft eingeschalteten, zuweilen sehr mächtigen, schwarzen kalkigen Mergel. Nach oben finden sich meistens neben Quarziten und sandigen Schiefern, sowie grauen glimmerreichen Mergeln (ganz gleiche führen bei Fliersch [in der Nähe von Schnan] *Myophoria costata* ZENK.) hauptsächlich Kalkconglomerate. Die nach oben zuweilen folgenden Rauhwacken müssen wir wohl zum Buntsandstein rechnen, in welchem solche ja auch anderswo häufig vorkommen; mich bewegt zu dieser Annahme vor Allem der Umstand, dass die Rauhwacken an den Trais Fluors die Stelle des oberen Buntsandsteins einnehmen. DIENER²⁾ nahm an, dass die Rauhwacken sich in den Hauptdolomit (seinen Plattenkalk) auskeilten, dies konnte ich jedoch nirgends finden. DIENER ist wohl zum Theil dadurch getäuscht worden, dass er den Bruch, welcher den Piz Padella durchschneidet, übersehen hat.

¹⁾ SKUPHOS, Partnachsichten in Vorarlberg, p. 150.

²⁾ DIENER, Südwestliches Graubünden, p. 5 ff., t. I, f. 2.

Wir sollten nun erwarten, dass nach oben die weiteren Glieder der Trias: Muschelkalk, Partnachsichten, Arlbergkalk, Raibler Schichten etc. folgen, dies ist aber nicht der Fall, vielmehr liegt auf dem Buntsandstein direkt der Hauptdolomit. Diese bedeutende Transgression hat bereits DIENER¹⁾ constatirt, nur hat er die Rauhwacke als Raibler Schichten gedeutet, während er das Alter der Conglomerate (Verrucano) unbestimmt liess.

Der Hauptdolomit ist normal ausgebildet, er wird zum Theil durch Steinsberger Kalk, zum Theil durch Koessener Schichten überlagert; wir sind in Folge dessen wohl berechtigt anzunehmen, dass an dieser Stelle der Steinsberger Kalk rhätisch ist, also etwa den Koessener Kalk (oberen Dachsteinkalk) vertritt. Eine noch höhere Etage finden wir an der Westseite des Piz Padella, wo sich Fleckenmergel einstellen, welche z. Th. allerdings noch mit Conglomeraten wechsellagern.

THEOBALD's Deutung der hier vorliegenden geologischen Verhältnisse ist jedenfalls irrtümlich; er nimmt eine Anzahl von Falten an, weil er das Alter der Schichten meistens unrichtig bestimmt. Danach müsste der Aufbau ein sehr complicirter sein, während er in Wirklichkeit doch recht einfach ist. DIENER wies die tektonischen und stratigraphischen Grundzüge nach, ich kann mich seinen Ausführungen in den meisten Fällen anschliessen. Neuerdings bespricht nun auch GÜMBEL²⁾ das Gebiet und sagt, um zu erklären, dass er keine Gliederung der Schichten giebt: „es ist ein vielfach zerrissener, stückweise abgebrochener und abgeseukter, stückweise emporgefalteter, zusammengebogener und überschobener, deckenförmiger Aufbau über dem krystallinischen Grundgebirge, an dessen unteren Rändern grossartige Niederbrüche und Verrutschungen stattgefunden haben.“ Ferner, sagt der Autor, mache auch die eigenthümliche petrographische Ausbildung der Schichten, welche einander häufig ähnelten, die Gliederung schwierig. Kurz, GÜMBEL wagt nicht eine Gliederung der Schichten bis zum Rhät vorzunehmen und schliesst sich in Beziehung auf den Aufbau ziemlich an die ältere Ansicht THEOBALD's an, ohne die durch Profile gestützten Anschauungen DIENER's zu kritisiren. Im Einzelnen wird angegeben, dass in Val Pedragrossa und Val Saluver, sowie an den Alpen Laret, Marguns und am Schafberg oberhalb Samaden krystalline Schiefer anständen. Darauf liegt Sernftconglomerat, welches seinerseits durch Muschelkalk überlagert wird; zuweilen werde dieser auch durch Rauhwacke und Gyps ersetzt. Auf jede weitere Paralleli-

¹⁾ DIENER, l. c. p. 8.

²⁾ GÜMBEL, Die Mineralquellen v. St. Moritz, p. 48.

sirung bis zum Rhät wird verzichtet (l. c. p. 61). Am Südwestfuss der Felswand des Piz Padella stehen schwarze Kalke und Mergelschiefer, ähnlich denen von Bormio (Partnachschiechten?) an, sie werden ihrem Alter nach weiter nicht bestimmt. Ferner fand GÜMBEL das Rhät an der Fontana Fraida sowie am Wege zum Piz Padella. Darüber soll Liaskalk mit Crinoiden und Belemniten sowie Fleckenmergel liegen. Der Westgipfel des Piz Padella, welcher durch eine Verwerfung vom Ostgipfel getrennt ist, besteht aus tieferen Triaskalken und Dolomiten; beide Gipfel werden durch einen schmalen Streifen Fleckenmergel getrennt. Am Sattel zwischen Piz Padella und den drei Schwestern (wohl Trais Fluors?) treten rothe und graue Schiefer der tiefern Triasregion zu Tage. Auch die Rauhwacken an den Trais Fluors werden erwähnt. Ostwärts, unter den Felswänden der Westspitze des Piz Padella stehen schwarze, Hornstein führende, oft brecciöse Dolomite an, sie sollen den Dolomiten gleichstehen, welche sonst als Hangendes der Sernftschiefer auftreten (Muschelkalk). Sie sollen die Hauptmasse des westlichen Piz Padella und der drei Schwestern (Trais Fluors?) ausmachen.

Da GÜMBEL seine Ansichten weder durch eine Karte noch durch Profile erläutert, und da ferner der Text oft von einem Punkt zu einem weit davon entfernten übergeht, so dass er schwer verständlich wird, so gelang es mir nicht zu ergründen, wie GÜMBEL sich den tektonischen Aufbau vorstellt; aus den oben citirten Stellen geht aber wohl hervor, dass er es für unmöglich hält, in diesem Theile der Alpen ein Profil zu zeichnen. Ausserdem ist die Ausdrucksweise häufig so vorsichtig, dass ich z. B. nicht mit Sicherheit sagen kann, ob GÜMBEL meint, er habe am Piz Padella Belemniten im Steinsberger Kalk gefunden, oder ob er sagen will, der Kalk sähe dem anderer Orte ähnlich, in welchem er Belemniten gefunden habe. Ferner vermuthe ich, dass GÜMBEL mehrfach nach dem Vorgang THEOBALD's den Buntsandstein theils für Hierlatzlias (Steinsberger Kalk), theils für Algäuschiefer hält. Jedenfalls sieht er auch den Hauptdolomit (Trais Fluors) zuweilen für Muschelkalk an. Immerhin ist dies von meiner Seite aus nur Vermuthung, da wie gesagt, eine graphische Darstellung fehlt, und auf DIENER's Profile nicht verwiesen wird.

Stratigraphischer Theil.

In Folge des Vorhandenseins einer Transgression in der Trias von Samaden und der Berninastrasse wird das Gebiet des Engadins naturgemäss in zwei Theile zu zerlegen sein, den ersten, in welchem die Transgression fehlt, werde ich von jetzt ab

schlechthin als Provinz Tarasp bezeichnen, den anderen Theil nenne ich die Provinz Samaden. Die Grenze zwischen beiden wird durch eine Linie von Val Fain bis Bevers bezeichnet. Wir wollen nun vorerst die Ausbildung der Schichten betrachten.

1. Gneiss und Glimmerschiefer.

Ueber diese Stufe ist nichts Besonderes zu bemerken, sie bildet allenthalben die Unterlage; jüngere Gneisse wie DIENER¹⁾ sie im Gravesalvas-Zug etc. constatirt hat, habe ich in dem von mir begangenen Gebiet nicht gefunden. GÜMBEL²⁾ giebt zwar in seinem Profil durch die Val Triazza an, dass dort Gneisse mit Serpentin wechsellagerten, doch ist das ein Irrthum, die betreffenden Schichten sind wohl zum Theil palaeozoische Marmore und Dolomit, zum Theil glimmerhaltige, quarzreiche Schiefer des Buntsandsteins.

2. Palaeozoicum.

Ich fasse unter diesem Namen die Gesteine zusammen, welche zwischen den Gneissen oder Glimmerschiefern und der Trias liegen, es gehören dazu die Kalkschiefer von Tarasp und Samaden, das Casanagestein, die palaeozoischen Dolomite und Marmore. Die Kalkschiefer treten als mehr oder minder kalkhaltige, mergelige, von Kalkbänken durchsetzte schwarze Schiefer auf, in welche rothe und grüne glimmerhaltige Mergel und Sandsteine, sowie Serpentin, dunkel- und hellgraue, sehr krystallinische Kalke und Dolomite eingelagert sind. Ueber den Kalkschiefern, welche von denjenigen der Ostalpen nicht zu unterscheiden sind, lagern hauptsächlich im Oberengadin, doch auch in anderen Gegenden, z. B. dem an Vorarlberg anstossenden Theile Tirols, zuweilen mächtige graue Dolomitmassen, deren Grenze gegen den Buntsandstein hin un deutlich wird. In ähnlicher Weise vermittelt der Kitzbühler Marmor den Uebergang vom Schwazer Dolomit zum Buntsandstein, Das Casanagestein, welches häufig den ganzen, eben beschriebenen Complex vertritt, ist äusserst vielgestaltig. Gewöhnlich sind es braune oder gelbe glimmerreiche Schiefer, in denen sich Einlagerungen von schwarzen Mergeln, Quarziten, grauen, weichen glimmerreichen Schiefen befinden; häufig ähneln grosse Parteen krystallinen Schiefen, doch lässt sich meistens nachweisen, dass das Material klastischer Natur ist. Das Gestein ist stets dünn-schiefrig. Seinen Namen hat es vom Casanapass (bei Livigno) erhalten, doch kommt es auf dem Passe selbst nicht vor, da auf ihm Muschelkalk mit Diploporen liegt, der von Buntsandstein

¹⁾ DIENER, Südwestliches Graubünden, p. 11 ff.

²⁾ GÜMBEL, Geol. a. d. Engadin, p. 22 ff.

unterlagert wird; eigentliches Casanagestein finden wir erst viel tiefer am Aufstieg von Val Federia. Wie ich schon in einem früheren Abschnitt auseinandersetzte (p. 592), hat THEOBALD den Casanapass mit einer anderen Einsenkung verwechselt, damit wäre also wohl der Name „Casanaschiefer“ eigentlich unrichtig gewählt, ja man könnte behaupten, es gäbe gar keine Casanaschiefer. Immerhin bin ich der Meinung, dass man den Namen im ursprünglichen Sinne beibehalten sollte, da er sich nun doch einmal ganz eingebürgert hat, und zwar ist er, wie ich schon bemerkte, auf jene Schichten anzuwenden, welche zwischen dem Buntsandstein und den Glimmerschiefern oder Gneissen liegen und nicht als Kalkschiefer ausgebildet sind. Auf keinen Fall darf man aber die ursprüngliche Bedeutung des Namens „Casanaschiefer“ so verändern, wie GÜMBEL dies thut (siehe p. 562 dieser Arbeit).

Zu den palaeozoischen Schiefern rechne ich auch diejenigen, welche den Thalgrund von Tarasp und Samaden bilden. Im Oberengadin liegen sie concordant auf den krystallinen Schiefern, bei Tarasp ist das Liegende noch nicht nachgewiesen. Ich kann mich hier nur auf die petrographische Ausbildung stützen; jedenfalls aber ist auch noch keine Spur von Beweis dafür erbracht, dass diese Schiefer, wie THEOBALD und TARNUZZER¹⁾ wollen, zum Lias gehören.

3. Trias.

a. Buntsandstein.

Als Buntsandstein fasse ich den grössten Theil der (aus Graubünden) bisher als „Verrucano“ beschriebenen Gebilde auf. Zu dieser Anschauung bestimmt mich die petrographisch ganz gleiche Ausbildung des Engadiner und Vorarlberger Verrucano (Buntsandstein, wie SKUPHOS nachwies), die Einlagerung ziemlich mächtiger Schiefer, welche sich von den Werfener Schichten nicht unterscheiden lassen, und schliesslich der Umstand, dass der Engadiner Verrucano genau dieselbe Lage hat wie der Vorarlberger Buntsandstein.

Der petrographische Charakter dieser Schicht ist ein sehr wechselnder, es kommen vor: rothe Kalk- und Quarzconglomerate, rothe und grüne Sandsteine, rothe und grüne sandige Schiefer, rothe, grüne und graue, weiche oder harte, glimmerreiche Mergel, grau-schwarze, kalkige, gelblich verwitternde Mergelschiefer, Einlagerungen von Jaspis und Quarziten; den oberen Theil bilden fast überall gelbe Rauhacken oder diesen ähnliche Gebilde, welche durch Auslaugung der Conglomerate entstanden sind. Nicht selten

¹⁾ THEOBALD, Naturbilder aus den Rhätischen Alpen 1893, neue Auflage besorgt durch TARNUZZER.

ist die ganze Etage durch die rothen, grünlichen oder gelblichen, sandigen, stark glimmerhaltigen Schiefer vertreten, welche THEOBALD an vielen Stellen mit dem Casanaschiefer verwechselt zu haben scheint.

Leider lässt sich kein strikter Nachweis darüber führen, welches Alter die hier besprochenen Schichten haben, da sich im Engadin bisher keine Fossilien darin fanden; immerhin sind uns doch einzelne Anhaltspunkte durch die vorher erwähnten That-sachen gegeben, so dass wir die Schicht wohl mit einiger Sicherheit als Vertreter der untersten Trias auffassen können. Allerdings ist es möglich, dass in dem hier als Buntsandstein zusammengefassten Complex auch noch ältere Glieder vertreten sind, doch ist der Charakter der Ablagerung ein so einheitlicher, dass ich mich nicht für berechtigt halte, ohne Fossilienfunde Unterabtheilungen zu machen. Jüngere Glieder der Trias sind in dem hier besprochenen Complex auf keinen Fall enthalten, denn bei concordanter Lagerung folgt nach oben stets der alpine Muschelkalk.

b. Virgloriastufe oder alpiner Muschelkalk.

Diese Stufe wird vertreten durch schwarze und graue Dolomite, welche häufig Hornsteinausscheidungen aufweisen; gewöhnlich sind auch schwarze Kalke mit Mergeleinlagerungen vorhanden:

Versteinerungen: Fast überall findet man Diploporen und Crinoiden, selten aber andere Fossilien; in der Val Triazza sah ich Durchschnitte von Brachiopoden. SUESS fand am Ofenpass unterhalb Il Fuorn im Muschelkalk einen verdrückten Ammoniten, zu *Ceratites* gehörig, ausserdem am Buffalorapas unbestimmbare Brachiopoden und Lamellibranchiaten. GÜMBEL (l. c. 1887) gab an, dass bei Camogask (Ponte) im Muschelkalk neben *Dadocrinus gracilis* auch *Ter. vulgaris* ziemlich häufig vorkäme. Die Crinoidenstielglieder, welche an jenem Orte vorkommen, sind jedoch ganz unbestimmbar, die Terebratel, welche ganze Gesteinslagen erfüllt, ist *Terebratula gregaria*; wie schon in einem vorhergehenden Abschnitt erwähnt wurde (p. 590), ist der angebliche Muschelkalk eine abgesunkene Scholle von Koessener Schichten. Ferner citirt GÜMBEL von verschiedenen Stellen *Diplopore (Gyroporella) pauciforata*, ich selbst habe an diesen Orten kein specifisch bestimmbares Exemplar gefunden.

c. Ladinische Stufe.

1. Partnachschichten.

Auf dem Muschelkalk liegen an vielen Stellen ihm ganz ähnliche schwarze Kalke, welche jedoch sehr dünn gebankt sind und

mit schwarzen Mergeln wechsellagern. Auch diese Stufe scheint zuweilen durch Dolomit vertreten zu sein, z. B. südlich von Sü Som am Ofenpass, ferner im Spölthal zwischen Acqua del Gallo und Livigno.

In den schwarzen Mergeln findet man nicht selten *Bactryllium Schmidii* HEER, z. B. in Val Triazza und an der Alp Sesvenna; andere Versteinerungen habe ich nicht darin gefunden. GÜMBEL (l. c. 1887) giebt an, dass im Camogasker Thal (Val Chamuera) auf dem Muschelkalk oolithische Gesteine mit Fossilien vom Charakter derjenigen der Wengener Schichten lägen; es sind, wie schon früher ausgeführt wurde, die Lamellibranchiatenbänke der Koessener Schichten. Ferner giebt GÜMBEL (l. c. 1893) an, dass gleich südlich von der Val del Gallo Partnachschichten anstehend wären; das Alter dieser Schichten ist jedoch, da ich ausser schlecht erhaltenen kleinen Bivalven keine Fossilien fand, zweifelhaft; der Lagerung nach haben wir es wohl auch hier mit Koessener Schichten zu thun, mit dem weiter nördlich liegenden Muschelkalk haben diese Gesteine sicherlich nichts zu thun, da sie im Streichen um ca. 90° abweichen.

Da die Partnachschichten vom Muschelkalk petrographisch schwer zu trennen sind, so lässt sich über ihre durchschnittliche Mächtigkeit wenig aussagen; sie scheint im Allgemeinen diejenige desselben Horizontes in Bayern und Tirol nicht zu übersteigen.

2. Arlbergkalk.

Während in Bayern und Nordtirol über den Partnachschichten die mächtigen Wettersteinkalke, in Südtirol über den Wengen-Cassianer Schichten der Schlerndolomit¹⁾ folgt, liegt im Engadin auf dem Muschelkalk oder auf den Partnachschichten zu unterst eine Bank von grauem Dolomit, nicht unter 10 m mächtig. Darauf folgt entweder weiter Dolomit bis zur oberen Rauhacken-Sandsteinzone, oder ein unterer Sandstein-Rauhackenzug, dann nochmals Dolomit, und nun erst die obere Rauhacken-Sandsteinzone; zuweilen kann auch der ganze Complex als Dolomit ausgebildet sein.

Der Uebersichtlichkeit halber will ich hier einige Profile geben.

¹⁾ Ich sehe hier von den Punkten ab, an welchen Cassianer und Wengener Schichten in dem Schlerndolomit auskeilen.

A. Piz Mezzem bei Ponte.

Hauptdolomit.

Raibler Schichten. 1. Dolomite mit gelben, kalkig-dolomitischen Sandsteinen, an einzelnen Stellen vielleicht Rauhwareneinlagerungen.

Arlberg Kalk.	{	2. grauer, splittiger Dolomit (ca. 20 m mächtig).
	{	3. rothe und gelbe Sandsteine und graue, dünne Dolomitlagen, ferner rothe Schiefer.
	{	4. grauer, splittiger Dolomit (ca. 20 m mächtig).

Partnachsichten.

B. Alp Sesvenna bei Scarl.

Hauptdolomit.

Raibler Schichten.	{	1. gelbliche Rauhware.	} ca. 300 m.
	{	2. rothe und graue Schiefer und rothe Sandsteine.	
Arlberg Kalk.	{	3. gelblicher, sandiger Dolomit.	
	{	4. Rauhware.	
	{	5. grauer Dolomit.	

Partnachsichten.

C. Val Triazza und Val Lischanna.

Hauptdolomit.

Raibler Schichten. 1. Rauhware.

Arlberg Kalk. 2. grauer, splittiger Dolomit (mehr als 100 m mächtig).

Partnachsichten.

D. Ofenpass südlich von Sü Som.

Hangendes unbekannt.

Raibler Schichten?	{	1. graue, splittige Dolomite mit Durchschnitten von Brachiopoden,
	{	2. schmale Zone von gelblich-grauen Sandsteinen und graublauen Kalken mit Resten von <i>Gonodon?</i> und <i>Megalodon</i> .
	{	(Diese Zone keilt nach Osten aus.)

Arlberg Kalk? 3. grauer, splittiger Dolomit (ca. 10 m).
Liegendes unsicher.

E. Spölthal.

Hauptdolomit.

Raibler Schichten.	{	1. grauer Dolomit,
Ladinische Stufe.	{	2. schwarzer Dolomit mit Diploporen, Grenze nach oben unsicher.
Virgloria-Stufe.	{	

Liegendes unbekannt.

Wir sehen, dass im Allgemeinen der obere Rauhwacken-Sandsteinhorizont und der untere Dolomithorizont constant sind. Es handelt sich nun darum, ob die dazwischen liegenden Glieder zum Arlbergkalk oder zu den Raibler Schichten zu rechnen sind. Praktischer ist es, sie zum Arlbergkalk zu ziehen, weil sie oft sich von dem unteren Dolomit nicht trennen lassen, inwiefern wir dazu berechtigt sind, das werden wir im nächsten grösseren Abschnitt sehen. Dass mindestens die untere Dolomitzone den Wettersteinkalk-Schlerndolomit vertritt, ist wohl gewiss, trotzdem SKUPHOS dies in seiner Arbeit über die Partnachschichten Vorarlbergs bestreitet; auch auf diese Frage werden wir im nächsten grösseren Abschnitt eingehen.

Versteinerungen sind bisher nur bei Sü Som entdeckt und auch hier liess sich kein Fossil spezifisch bestimmen, anscheinend sind Arten von *Gonodon* und *Megalodon* vertreten; ob diese Schichten zum Arlbergkalk oder zum Raibler Horizont gehören, bleibt jedoch ungewiss.

Die von DIENER als zu den Raibler Schichten gehörig angesehenen Rauhwacken der Padellagruppe halte ich aus verschiedenen, bereits erwähnten Gründen für dem Buntsandstein angehörig.

d. Raibler Schichten.

Dieser Horizont ist bereits in dem Abschnitt „Ladinische Stufe“ beschrieben worden, es ist deshalb hier nichts weiter anzuführen.

e. Hauptdolomit.

Auf den Raibler Schichten liegt ein grauer Dolomit; diese Stufe ist in ganz Graubünden, Vorarlberg und dem Algäu sehr gleichmässig ausgebildet. Da das Gestein genau dasselbe ist wie beim Hauptdolomit von Bayern - Tirol, und ferner auch die Lagerung übereinstimmt, so wollen wir diesen Namen auch für die Bündener Provinz (unter welchem Ausdruck ich Graubünden, Vorarlberg, Tirol und Algäu bis zur Grenzlinie Sonthofen-Imst verstehe) beibehalten.

Es sind hell- bis dunkelgraue Dolomite, welche häufig splittrig zerfallen, häufig auch in Platten brechen (wie der Hauptdolomit Südtirols), Kalkeinlagerungen habe ich nirgends gefunden, ich kann in Folge dessen auch den Namen „Plattenkalk“ (DIENER) nicht acceptiren. Das Gestein ist durchaus fossilieer. GÜMBEL giebt zwar an, dass er in der Val d'Uina im Hauptdolomit Exemplare von *Natica* und *Chemnitzia* gefunden habe, doch ist die Horizontbestimmung sehr unsicher, da kein Grund vorliegt, jene

Schicht für Hauptdolomit zu halten, die Lagerung spricht vielmehr für eine Einreihung in die Ladinische oder *Virgloria*-Stufe.

In Graubünden bildet übrigens der Hauptdolomit nicht wie in Bayern und Nordtirol einen Leithorizont, da hier sehr häufig ein grosser Theil der Trias als Dolomit entwickelt ist. Wenn wir die Karte THEOBALD's betrachten, so finden wir, dass gerade im Ofen- und Umbrail-Gebirge grosse Theile mit der Farbe des Hauptdolomits bezeichnet sind. THEOBALD hat offenbar diese Stufe für einen Leithorizont gehalten und in Folge dessen irrtümlicher Weise meistens auch den Dolomit der *Virgloria*- und der Ladinischen Stufe als Hauptdolomit aufgefasst, wodurch er auch zu vielen Faltenconstructionen gezwungen wurde.

Der Hauptdolomit wechselt in seiner Mächtigkeit, was das Engadin anbelangt, zwischen 300 und 500 m.

f. Rhätische Stufe.

1. Koessener Schichten.

An vielen Stellen liegen über dem Hauptdolomit dunkle bis schwarze, oft braune und gelbe oder röthliche Kalke und Mergel; letztere sind stets überwiegend. Diese Schichten führen fast überall Fossilien, leider sind diese nur in seltenen Fällen bestimmbar. Nahe bei Camogask in der Val Chamuera, wenige Schritte südlich vom Wehr des Baches findet man *Terebratula gregaria* häufig in gut erhaltenen Exemplaren, sie erfüllt ganze Bänke; andere Lagen der gleichen Localität bestehen fast nur aus Bivalvenresten. *T. gregaria* fand ich ferner am Gipfel des Piz Mezzem und in der Val Everone südlich vom Piz Casanella, dort kommt auch eine *Cardita* vor, welche wohl als *Cardita* cf. *austriaca* zu bestimmen ist. Aehnliche Fossilreste kommen an der Val Fiera (Viera), sowie an der Albulastrasse wenige 100 m südlich von der Einmündung der Val Tisch (die Stelle war bereits ESCHER VON DER LINTH bekannt), ferner am Piz Alv (an der Berninastrasse) und an der Fontana Fraida vor; dort stellen sich auch *Lithodendron*-Stöcke ein. Unbestimmbare Bivalven finden sich in den Kössener Schichten südlich der Val del Gallo im Spölthale bei Livigno.

Es ergibt sich aus diesen Daten, dass die Koessener Schichten in unserem Gebiete weit verbreitet sind. Vermöge ihrer charakteristischen petrographischen und faunistischen Ausbildung dienen sie dem kartirenden Geologen als vorzüglicher Leithorizont.

2. Rhätischer Kalk¹⁾ und Steinsberger Kalk.

Im Engadin wurde von mir eigentlicher rhätischer Kalk bisher nur an einer einzigen Stelle gefunden, nämlich in der Val Trupchum bei Scanfs. Hier treten graue bis schwärzliche Kalke auf, welche häufig Megalodonten, Korallen und Brachiopoden-Reste führen, sie gleichen ganz dem sogenannten oberen Dachsteinkalk der Alpen. Gewöhnlich finden wir jedoch über dem Hauptdolomit oder über den Koessener Schichten graue Crinoidenkalke oder graue Dolomite, welche Einlagerungen von rothen Kalken und Conglomeraten aufweisen, zuweilen enthalten die Kalk-einlagerungen Durchschnitte von Versteinerungen. An der Fontana Fraida geht dieser Kalk, den wir mit THEOBALD als Steinsberger Kalk bezeichnen, in die Koessener Schichten über; da wo höhere Schichten vorhanden sind, wird er durch Liasmergel abgelagert. Aus diesen Verhältnissen schliesse ich, dass die Hauptmasse des Steinsberger Kalkes zum Rhät gehört und den rhätischen Kalk (oberen Dachsteinkalk) vertritt.

4. Jura.

a. Liasmergel (Algäuschiefer).

Graue und schwarze, zuweilen Algenreste enthaltende Kalkmergel setzen diese Stufe zusammen. Versteinerungen sind verhältnissmässig selten. Am Piz Lischanna fand ich Belemniten-Reste, in der Val Trupchum Arieten, Harpoceraten, Belemniten und Pectiniden. Oft lassen sich diese Mergel schwer von älteren triadischen Gesteinen unterscheiden, so z. B. von denjenigen im Buntsandstein der Padellagruppe.

b. Aptychen-Schichten.

Nur an wenigen Stellen war es bisher möglich, diese höchste Stufe des Jura nachzuweisen, und nur an einer Stelle in der Val Trupchum fanden sich bestimmbare Versteinerungen (Aptychen). Das vorherrschende Gestein sind rothe und grüne Mergel und Kieselschiefer, mit Einlagerungen von Hornsteinen, welche zahlreiche Radiolarien enthalten. Aptychen-Schichten sind sicher vorhanden am Piz Lischanna und in der Val Trupchum, vielleicht sind auch die rothen Kieselschiefer des Weisshorns bei Parpan hierher zu rechnen.

Die Faciesverhältnisse des Engadins.

Wenn wir die Faciesverhältnisse des Engadins besprechen wollen, so können wir uns nicht bloss darauf beschränken, die

¹⁾ Siehe die Anmerkung auf pag. 576.

Ausbildung jeder Schicht im Engadin selbst zu schildern, sondern wir müssen sie vor Allem auch mit derjenigen, welche sie in anderen Theilen der Ostalpen hat, vergleichen. Gleich hier will ich bemerken, dass ich so viel wie möglich solche Punkte zur Vergleichung wählen werde, welche ich aus eigener Anschauung kenne.

Beginnen wir mit den tiefsten Schichten. Gneiss und krystallinische Schiefer sind denjenigen der übrigen Ostalpen ähnlich, sie interessiren uns hier nur insofern, als sie die Unterlage für die paläozoischen und mesozoischen Sedimentschichten bilden. Das Palaeozoicum lässt sich an den meisten Stellen nicht in besondere Etagen scheiden, entweder besteht es aus Casanaschiefern, deren Zusammensetzung bereits beschrieben ist, oder aus Kalkschiefern, über welchen an manchen Stellen noch eine ziemlich mächtige Dolomitlage auftritt. Eine Regelmässigkeit der Vertheilung dieser Facies konnte ich bisher nicht entdecken, auch ist, um eine solche constatiren zu können, unsere heutige Kenntniss Graubündens noch nicht genau genug. Die Kalkschiefer sind in Tirol weit verbreitet und wohl stets als paläozoisch angesprochen werden; oft ähneln sie auch paläozoischen Schiefern Deutschlands, z. B. den sogenannten Taunusschiefern. Einen Beitrag zur genaueren Kenntniss der paläozoischen Schiefer liefert uns das Engadin nicht. Interessanter sind die zuweilen im Hangenden sich einstellenden, ziemlich mächtigen grauen Dolomite. Sie haben grosse Aehnlichkeit mit denjenigen Theilen des Schwazer Dolomits, welche kein Erz enthalten; auch die Lagerung ist derjenigen dieser Stufe ziemlich entsprechend. Noch auffallender stimmen diese am Piz Padella und am Piz Corn (Fortsetzung des Piz Mezzem) vorkommenden Dolomite mit einer Gesteinlage bei Schnan¹⁾ in Tirol überein. SKUPHOS, welcher die Localität begangen hat, erwähnt merkwürdiger Weise nichts von diesem Vorkommen. Wenn man vom Dorf aus zur Schnaner Klamm geht, so findet man zuerst schwarze Schiefer, welche petrographisch ganz mit denjenigen der paläozoischen Kalkschiefer der Centralalpen übereinstimmen; sie werden durch sehr mächtige graue Dolomite überlagert, in welche der Bach die Klamm eingesnagt hat. Darauf liegt Buntsandstein, dessen unterer Theil Dolomitbänke enthält; zu oberst finden wir Rauhewacken. In den Schichten des Buntsandsteins fand SKUPHOS Fossilien.

Diese Dolomitlage entspricht offenbar derjenigen des Piz Padella bei Samaden, sie vertritt als Unterlage des Buntsandsteins

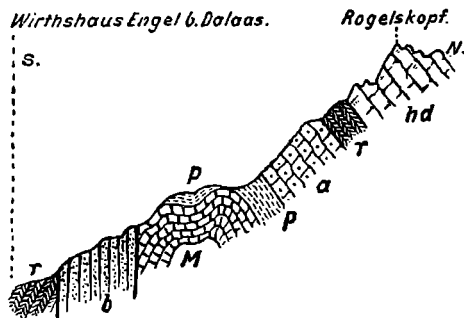
¹⁾ Westlich Landeck und ungefähr südöstlich vom Kaisersjoch, ziemlich nahe an der Grenze von Vorarlberg.

vermuthlich das Perm; Fossilien haben sich leider bisher nicht darin gefunden. Die Dolomite von Schnan ziehen sich längere Zeit dem Thal parallel hin gegen Petneu; im Osten verschwinden sie bei Flirsch, wo an ihrer Stelle anscheinend Casanaschiefer und Kalkschiefer auftreten.

Gehen wir nun zur Betrachtung der Trias über, so finden wir als unterste Lage den Buntsandstein; er hat ganz dieselbe Ausbildung wie in Vorarlberg und im westlichsten Tirol: grobe Conglomerate, auch Kalkconglomerate, rothe Sandsteine und rothe, gelbe und grünliche Schiefer, welche zuweilen glimmerhaltig und sandig, zuweilen rein mergelig sind. Ich habe diese Ausbildung bei Schnan, Flirsch, am Abstieg vom Kaisersjoch und bei Dalaas kennen gelernt. Bei dieser Gelegenheit bemerke ich, dass das Profil hier folgendermaassen aussieht. Der Buntsandstein ist hier

Figur 12.

Profil aus der Gegend von Dalaas gegen den Formarinsee (Vorarlberg).



Maassstab 1 : 50000.

b = Buntsandstein. M = Muschelkalk.
p = Partnachsichten. a = Arlbergdolomit.
r = Raibler Schichten. hd = Hauptdolomit.

hauptsächlich als sandiger, glimmerhaltiger Schiefer und als brennend-rother Sandstein ausgebildet.

Bereits in dieser Stufe der Trias beginnt eine gewisse facielle Sonderausbildung, welche das Algäu (denn die Buntsandsteinvorkommnisse bei Hindelang schliessen sich an die des Vorarlberg an), Vorarlberg und Graubünden von den übrigen Ostalpen unterscheidet. Allerdings stimmt auch der Buntsandstein des Innthales zwischen Landeck und Kufstein noch mehr

mit demjenigen der Bündener Provinz¹⁾ als mit den Werfener Schiefen Tirols und Bayerns überein. Immerhin ist die Trennung hier noch nicht so scharf, wie in den jüngeren Stufen; denn in dem Buntsandstein der Bündener Provinz kommen stets Lagen vor, welche ganz den Werfener Schichten gleichen. Mit den Werfener Schichten Südost-Tirols lässt sich der Buntsandstein der Bündener Provinz noch weniger vergleichen, weil dort die groben Conglomerate ganz fehlen, während hier sich eigentliche Seisser und Campiler Schichten nicht nachweisen lassen.

Der Muschelkalk schliesst sich in Vorarlberg z. Th. noch ziemlich an die bayerisch-nordtiroler Ausbildung an, z. Th. aber besteht er aus grauen und schwarzen, splitterigen Dolomiten, welche häufig schlecht erhaltene Diploporen führen. Diese Dolomite, welche gewöhnlich Hornsteinausscheidungen aufweisen, sind für die Bündener Provinz charakteristisch. Die weit seltener vorkommenden schwarzen Kalke mit Hornsteinausscheidungen und Brachiopoden-Durchschnitten erinnern an diejenige Ausbildung des Muschelkalkes, welche ich bei Hohenschwangau, an der Partnachklamm, am Wendelstein und am Jaenner bei Berchtesgaden kennen lernte; der Muschelkalk des östlichen Südtirol ist ganz abweichend davon, Aehnlichkeit in der Ausbildung weist vielleicht derjenige von Ruaz bei Livinalongo auf. In Südwesttirol beobachtete ich zusammen mit Dr. BÖHM und Dr. SALOMON eine Facies des Muschelkalkes, welche sehr an diejenige des Engadins erinnert. In der Val di Bresimo bei Cles (Preghena) kommt nämlich ein dunkler Dolomit vor, welcher wahrscheinlich einen Theil des Muschelkalkes vertritt. An dieser Stelle liegt zu unterst schwarzer Dolomit (Str. N-S, F. 40° W), darauf folgen gelbbraune, z. Th. zellige Dolomite mit ähnlichem Westfallen. Der nächste Theil ist durch Moräne etwas verdeckt, doch lagern anscheinend concordant darauf gelbbraune Kalksandsteine (Str. N 50° O, F. 30° NW) mit zahlreichen Pflanzenresten; es folgt nun schwarzer Dolomit von mittlerer Mächtigkeit. Diese Schichtenserie vertritt wohl den alpinen Muschelkalk; darauf lagert ein heller Dolomit mit Diploporen und Chemnitzien, welcher als Vertreter des Esinokalkes und Schlerndolomites aufzufassen ist.

Auf dem Muschelkalk liegen in Graubünden an manchen Stellen die Partnachschichten, nirgends aber sind sie von besonders grosser Mächtigkeit. Meistens sind es im eigentlichen Graubünden schwarze, dünnbankige Kalke mit schwarzen Mergel-einlagerungen, welche *Bactryllium Schmidii* führen. Die Partnach-

¹⁾ Unter diesem Namen fasse ich Graubünden, Vorarlberg und Algäu zusammen.

schichten Vorarlbergs sind viel reicher an Mergeln als an Kalken, doch scheint ein allmählicher Uebergang zum Engadin hier stattzufinden. Die Engadiner Ausbildung weicht schon sehr von der bayerisch-tirolischen ab; vor Allem fehlen hier wie in Vorarlberg die blauen und röthlichen Kalke, welche in Bayern und Tirol eine so grosse Rolle spielen und zuweilen die Mergel ganz verdrängen (z. B. am Huttlerberge bei Füssen). Dass die Partnachschichten ganz fehlen, kommt sowohl im Engadin wie in Bayern-Tirol vor, im ersteren im Spölthal, in letzteren z. B. im Kaisergebirge und im Berchtesgadener Land.

Wir gelangen jetzt zu dem Theil der Schichten, welcher bisher am verschiedenartigsten gedeutet ist, dem sogenannten Arlbergkalk. SKUPHOS¹⁾ versuchte ihn als einen Theil der Raibler Schichten zu deuten, während v. WÖHRMANN²⁾ ihn als Aequivalent des Wettersteinkalkes ansieht. Der eine schliesst sich somit an v. MOJSISOVICS, der andere an v. RICHTHOFEN, THEOBALD an. Dass die von SKUPHOS in dem Arlbergkalk gefundenen Megalodonten nicht zu *Megalodon triqueter* WULF. gehören, ist wohl ziemlich sicher, an eine genaue Artbestimmung ist des mangelhaften Erhaltungszustandes wegen, wie schon v. WÖHRMANN bemerkte, nicht zu denken. Ich glaube übrigens, dass v. WÖHRMANN SKUPHOS zu streng beurtheilt, wenn er ihm (l. c., p. 703) vorwirft, seine Behauptung, die unteren Megalodonten-Kalke könnten möglicherweise nicht zu den Raibler Schichten gehören, sondern mit den oberen Partnachmergeln den Wettersteinkalk vertreten, stände in Widerspruch mit der anderen, dass Wettersteinkalk im ganzen Gebiete fehle. SKUPHOS will offenbar nur sagen, dass der Wettersteinkalk, so wie er in Bayern-Tirol auftritt, nicht vorhanden ist, dass jedoch andere Gesteinsarten ihn hier vertreten. Sollte SKUPHOS wirklich sich nicht ganz correct ausgedrückt haben, so muss man ihm dieses als einem Ausländer zu Gute halten, meiner Ansicht nach ist aber hier der Ausdruck bei SKUPHOS kaum misszuverstehen. In der That fehlt ja in Vorarlberg der Wettersteinkalk ebenso wie in Berchtesgaden, in letzterem Gebirgstheil ist er eben durch eine Gesteinsart vertreten, welche ich als Ramsau-Dolomit bezeichne. Was nun die Deutung des Arlbergkalkes (oder -Dolomites) angeht, so ist eine solche schwer zu geben, wenn man sich nicht über die Abgrenzung der Raibler Schichten nach unten klar wird. Nimmt man mit v. WÖHRMANN den unteren Sandsteinhorizont als unterstes Glied an, so muss

¹⁾ SKUPHOS, Partnachschichten in Vorarlberg etc. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A., 1898, p. 706.

²⁾ v. WÖHRMANN, Die Raibler Schichten. Ibidem, p. 706.

man in Tirol und Bayern aber auch unbedingt die unteren Kalke mit *Cardita Guembeli* zum Wetterstein-Partnach-Complex rechnen; denn dieser *Cardita*-Horizont liegt an manchen Stellen unter dem Sandsteinhorizont. Dies geht z. B. aus meiner Gliederung der Raibler Schichten in den Hohenschwangauer Alpen¹⁾ hervor; ich habe dort die Schichten an einer Stelle beobachtet, an welcher kein Irrthum möglich war. Rechnet man diesen unteren Kalkcomplex, der übrigens auch im Karwandel häufig auftritt, zum Wettersteinkalk, so muss man allerdings auch die unteren *Megalodus*-Kalke dahin rechnen. Ja, wenn man mit ROTHPLETZ²⁾ den v. WÖHRMANN'schen Horizont a als Haller Schichten abtrennt und ihn an den Partnach - Wettstein - Complex anschliesst, so ergibt sich meiner Ansicht nach eine einfachere Gliederung, als wenn man mit v. WÖHRMANN den Horizont a bei den Raibler Schichten lässt, und dann in diesen eine Mischung von Cassianer und Raibler Formen annehmen muss. Faunistisch³⁾ ist diese Gliederung ROTHPLETZ' vielleicht berechtigt, es fragt sich nur, ob sie sich praktisch durchführen lässt; und das glaube ich allerdings nicht, denn gerade diese oberen Grenzschichten des Partnach-Wetterstein-Complexes (zu welchem faunistisch der Horizont a gehören soll) sind faciell so verschieden ausgebildet, und als Mergel z. B. oft so schwer zu erkennen, besonders wenn bezeichnende Fossilien nicht zu entdecken sind, dass die ROTHPLETZ'sche Gliederung nur einen theoretischen Werth haben wird, während man beim Kartiren oftmals den Horizont a zum Wettersteinkalk ziehen muss, oft aber auch zu den Raibler Schichten. Ich werde auf diese Verhältnisse noch zurückkommen; augenblicklich handelt es sich für uns darum, ob der Arlbergkalk als Vertreter des Wettersteinkalkes aufzufassen ist. Da man auf der Linie Hindelang-Imst bisher nirgends das Verhalten des Arlbergkalkes zum Wettersteinkalk in der Natur hat beobachten können⁴⁾, so ist

¹⁾ BÖSE, Geol. Mon. d. Hohenschwangauer Alpen, p. 10.

²⁾ ROTHPLETZ, Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen, p. 72.

³⁾ Ob übrigens der Horizont thatsächlich in seiner Fauna Cassianer Arten aufweist, wird wohl erst BITTNER's Monographie der Triasbivalven zeigen; mir scheint, dass v. WÖHRMANN im Allgemeinen seine Arten zu weit gefasst hat.

⁴⁾ Einen gewissen Ersatz dafür gewähren uns die Beobachtungen im Innthal, welche kürzlich durch SCHLOSSER (Verh. d. k. k. geol. R.-A., 1895, p. 340 ff.) publicirt wurden, und zu denen ich noch einzelne eigene Beobachtungen hinzufügen kann. Darnach erstreckt sich der Bezirk, in welchem der Ramsa dolomit den Wettersteinkalk vertritt, wenigstens bis Brixlegg. In dieser Gegend des Innthales haben wir die Grenze zwischen dem nördlichen Wettersteinkalkbezirk und dem südlichen Ramsa dolomitbezirk. Im südlichen Theile des Karwandel liegt über dem Muschelkalk eine Gesteinsmasse, welche aus

man auf mehr oder minder theoretische Erwägungen angewiesen. Jedem, der von Bayern nach Vorarlberg kommt, muss es auffallen, dass an der Basis der Sandstein-Rauhwackenzone der Raibler Schichten sich sehr mächtige Dolomite und Kalke einstellen, und dass, wenn man sie, wie SKUPHOS, zu den Raibler Schichten zieht, diese gegen Westen sehr stark anschwellen. Man betrachte z. B. die Profile von SKUPHOS auf pag. 160 u. 161 seiner Arbeit über die Partnachschichten in Vorarlberg. 1893, und vergleiche sie mit denjenigen auf pag. 24 (des Separatabzugs), pag. 33. 36. 40 seiner Arbeit über die Partnachschichten in Bayern und Nordtirol (1892), so wird man finden, dass in ersterer die Raibler Schichten allein ungefähr so mächtig sind wie die Raibler Schichten + Wettersteinkalk in der letzteren. Bedenken wir ferner, dass auch im Osten, im Salzburger Land¹⁾, der Wettersteinkalk durch Dolomit vertreten wird, so werden wir zu dem Schlusse gelangen, dass der Arlbergkalk dem Wettersteinkalk entspreche. Dass ein Theil des Wettersteinkalkes auch durch die Partnachschichten und umgekehrt diese durch jene vertreten werden können, ist sicherlich nicht zu bestreiten, aber das Hauptgewicht ist für die Bündner Provinz doch darauf zu legen, dass der Arlbergkalk als Vertreter der grösseren Masse des Wettersteinkalkes anzusehen, und von den eigentlichen Raibler Schichten abzutrennen ist. Warum SKUPHOS zu dieser Ansicht nicht gelangte, ist mir unverständlich, umsomehr als sie doch sehr gut zu den in seiner Arbeit von 1892 ausgesprochenen Anschauungen passte. In Vorarlberg selbst ist der Arlbergkalk im

Dolomit- und Kalkbänken zusammengesetzt und von Diploporen erfüllt ist; überlagert wird die Schicht durch den Raibler Horizont; sie entspricht also genau dem Wettersteinkalk, ähnelt ihm auch petrographisch in seltenen Fällen, gleicht aber im Grossen und Ganzen mehr dem Ramsadolomit. Ich habe diese Ausbildung nur in der Nähe des Stanser Jochs genauer untersucht, zweifle aber nicht daran, dass sie auch weiter westlich zu finden ist; ROTHPLETZ sagt in seiner Karwandelmonographie leider nichts darüber. Ferner finden wir in der Gegend von Imst über dem Muschelkalk einen grösseren Dolomit-complex, welcher vom Arlbergdolomit nicht zu unterscheiden ist, dadurch wäre also vielleicht der Uebergang zwischen Ramsadolomit und Arlbergdolomit gegeben. Ueberhaupt weist Alles darauf hin, dass die Bündener Provinz nicht mit dem nördlichen Wettersteinbezirk, sondern mit dem südlichen Ramsadolomitbezirk in enger Verbindung steht; ein bestimmter Dolomit vom Weisshorn bei Parpan ist petrographisch vom Ramsadolomit nicht zu unterscheiden.

¹⁾ Siehe hier besonders FUGGER und KASTNER, Aus den salzburgischen Kalkalpen. Mitth. d. Gesellsch. f. Salzburger Landeskunde, 1883; sowie BITTNER, Verh. d. k. k. geol. R.-A., 1883, p. 200; 1884, p. 103; BÖSE, N. Jahrb. f. Min., 1895, I, p. 218; Verh. d. k. k. geol. R.-A., 1895, p. 252; SCHLOSSER, Verh. d. k. k. geol. R.-A., 1895, p. 340.

Allgemeinen ein ziemlich einheitlicher Kalk- oder Dolomitcomplex, über dem die wenig mächtigen eigentlichen Raibler Schichten liegen; v. WÖHRMANN (l. c. p. 706) versucht nun die Gliederung, wie sie in Vorarlberg besteht, auch auf das Engadin anzuwenden. Dies muss aber mit Vorsicht geschehen. Die untere Dolomitbank, welche den *Megalodus*-Kalk Vorarlbergs vertritt, ist im Engadin meistens wenig mächtig, abgesehen von jenen Fällen, wo Alles ausser der Raibler Rauhwacke als Dolomit entwickelt ist, und man somit die Mächtigkeit der unteren Stufe nicht bestimmen kann. Ziehen wir nur in Betracht, dass in der Gegend von Samaden ein grosser Theil der Trias überhaupt fehlt, und dass die Raibler Schichten ohnehin im Engadin eine Küstenfacies darstellen so werden wir die Grenzen zwischen Arlbergkalk und Raibler Schichten nicht einfach nach der Lage des unteren Sandsteinhorizontes ziehen. Meine Anschauung wird am besten durch folgendes Schema dargestellt.

(Siehe das Schema nebenstehend.)

Darnach hat im Engadin die Sandsteinbildung früher angefangen als in Vorarlberg, was ich daraus schliesse, dass die unteren Dolomite stets viel weniger mächtig sind als in Vorarlberg, man würde somit in letzterer Gegend den unteren Dolomit und Kalk (*Megalodus*-Kalk) mit Einschluss der Partnachschichten als das Aequivalent des Partnach-Wetterstein-Complexes aufzufassen (Ladinische Stufe) haben, im Engadin dagegen würden der untere Dolomit, der untere Sandsteinhorizont und der obere Dolomit als Aequivalent der Ladinischen Stufe anzusehen sein. Aus diesem Grunde habe ich im vorhergehenden Abschnitt den Namen Arlbergkalk auf alle Ablagerungen unter dem oberen Sandsteinhorizont angewendet. Wenn wir die Verhältnisse im Engadin in dieser Weise deuten, so stimmt das gut mit der Annahme eines submarinen Höhenrückens in der Gegend von Samaden überein, zu welcher wir durch die dort vorhandene Transgression gezwungen werden.

Mit dieser Besprechung des Arlbergkalkes erledigt sich für uns auch diejenige der Raibler Schichten, weil ich im Uebrigen auf das von v. WÖHRMANN (l. c. p. 705 u. 706) darüber Gesagte verweisen kann. Zu betonen ist nur noch, dass in den Stufen Arlbergkalk und Raibler Schichten die Bündener Entwicklung facieell sich sehr von derjenigen in den übrigen Ostalpen entfernt. Ferner hebe ich hervor, dass im Ober-Engadin Muschelkalk, Partnachschichten, Arlbergkalk und Raibler Schichten gänzlich fehlen, und dass dort der Hauptdolomit transgredirend auf dem Buntsandstein liegt.

Stufen- bezeichnung.	Vorarl- berg.	Engadin. Normale Ausbildung bei Tarasp und Ponte.			Engadin, Gegend von Samaden. Transgression zwischen Buntsandstein und Haupt- dolomit.
Haupt- dolomitstufe.	H a u p t d o l o m i t.				
Raibler Stufe.	Sandstein, Gyps, Rauh- wacke. Heller Dolo- mit u. Kalk mit <i>Megalo- odus triqueter</i> . Sandsteine u. Mergel.	Rauhwacke, Sandsteine und sandige Schiefer.	Sandsteine, Schiefer, Rauhwacken.	F e h l t.	
Ladinische Stufe.	Grauer Dolo- mit u. Kalk mit <i>Megalo- odus</i> = Arl- bergkalk.	Grauer Dolo- mit = Arl- bergdolomit.	Grauer Do- lomit. Bunte Sand- steine und Schiefer. Grauer Dolomit.		
	Partnach- schichten.	Partnach- schichten.	Partnach- schichten.		
Virgloria- Stufe.	Alpiner Muschelkalk.				
Buntsand- stein-Stufe.	B u n t s a n d s t e i n.				

Was nun den Hauptdolomit anbetrifft, so ist über ihn wenig zu bemerken; er weicht zwar petrographisch etwas von der baye-
risch - nordtiroler Ausbildung ab, steht dieser aber immer noch
näher als der südtiroler Facies. Fossilien wurden in ihm bisher
in der Bündener Provinz nicht gefunden.

Auf dem Hauptdolomit finden wir in dem hier besprochenen
Gebiete überall, wo ein normales Profil ist, das Rhät. Dieses
besteht zum Theil aus Mergeln, zum Theil aus Kalk und zwar

so, dass manchmal nur Mergelbildung vorliegt (Piz Mezzem) oder dass zu unterst Mergel, darauf aber Steinsberger Kalk vorhanden ist (Piz Alv) oder dass Steinsberger oder rhätischer Kalk allein auftritt (Piz Lischanna und vielleicht auch Val Trupchum). Solche Bildungen wie den Steinsberger Kalk¹⁾ trifft man in den Nordalpen sehr selten; sie kommen aber z. B. im Gebiete des Steinernen Meeres, überhaupt des Berchtesgadener Landes vor, wo ich sie nicht selten beobachtete. Im Engadin ist der Steinsberger Kalk sehr weit verbreitet, während ich den echten „oberen Dachsteinkalk“ mit Megalodonten eigentlich nur in der Val Trupchum gefunden habe. Die eigentlichen Koessener Schichten ähneln sehr denjenigen Bayerns und Nordtirols, nur dass im Engadin und Vorarlberg die Fossilien meistens sehr verdrückt sind, so dass sie sich schwerer bestimmen lassen. Die Vorarlberger Ausbildung, wie ich sie am Formarin-See kennen lernte, unterscheidet sich nicht von der Graubündener (Weisshorn bei Parpan südöstlich Chur, Albulastrasse, Piz Mezzem, Piz Alv, Fontana fraida am Piz Padella etc.). Der „obere Dachsteinkalk“ in der Val Trupchum unterscheidet sich nicht von demjenigen Bayerns und Tirols, charakteristisch ist für ihn das Vorkommen von grossen Megalodonten. Ueber den Steinsberger Kalk habe ich schon gesprochen. bemerken will ich hier noch, dass ich ihn in Vorarlberg nicht kennen gelernt habe; die dort über den Koessener Schichten vorkommenden rothen Kalke sind sicherlich zum Lias zu rechnen; ESCHER giebt *Ammonites radians*, *A. torulosus* und *A. heterophyllus* vom Spuller-See an; SKUPHOS fand nur Encriniten; ich selbst fand mit Dr. БӨНМ am Kaisersjoch einen Harpoceraten und Belemniten. am Weg vom Mädelejoch (Algäu) bis zum Kaisersjoch in denselben rothen Schichten häufig Belemniten. Solche rothen Liaskalke habe ich südlich von der Scesaplana nicht wieder gefunden, am Wege von Brand zum Lünser See ist das südlichste von mir beobachtete Vorkommen (falls nicht einige Kalke am Caveljoch hierher zu rechnen sind); am Weisshorn bei Parpan fehlen sie bereits. Der Lias ist im eigentlichen Graubünden in der Facies der Algäuschiefer ausgebildet, selten verdienen sie den Namen Fleckenmergel, weil Algen fast niemals in grösserer Menge darin vorkommen, ich kenne solche nur vom Piz Padella. Im Allgemeinen haben wir es mit schwarzgrauen, oft ziemlich harten Mergelkalken zu thun, wie solche schon im Algäu massenhaft auftreten. Sehr schön kann man sie

¹⁾ Ich will nicht behaupten, dass der Steinsberger Kalk stets zum Rhät gehört, wahrscheinlich ist auch manchmal Liaskalk mit diesem Namen belegt worden.

dort auf dem Wege von Spielmannsau zum Sperrbachtobel beobachten. Fossilien sind selten, auch im Algäu soweit dieses westlich der Linie Sonthofen-Imst liegt; erst östlich dieser Linie beginnt das häufige Auftreten des Ammoniten in der Mergelfacies, aber das Gestein nimmt jetzt einen anderen Charakter an, entweder sind es wieder schwarze Mergel oder hellgraue, mergelige Kalke, welche von Algen ganz durchschwärmt sind. In den schwarzen Mergeln liegen die reichen Fundorte des Gastätter Grabens bei Marquartstein, in den grauen Kalkmergeln diejenigen von Hohenschwangau und Bergen. Diese Facies der versteinierungsführenden grauen Mergelkalke findet sich auch allerdings im oberen Lechthal bei Elbigenalp, immerhin ist dies ein einzeltes Vorkommen, je weiter wir nach Westen vorgehen, desto mehr stellen sich die eigentlichen grauschwarzen, dünnschieferigen Mergelkalke ein. Versteinerungen sind im Allgemeinen selten, SKUPHOS fand nur Chondriten, Dr. J. БӨНМ und ich fanden mehrere Ammoniten (*Arietites*, *Harpoceras*) am Aufstieg von Kaisers zum Kaisers Joch. Ferner fand ich im eigentlichen Engadin (in der Val Trupchum) *Arietites*, *Harpoceras* und Belemniten. Die Schichten zeichnen sich oft dadurch aus, dass sie Bänke von rothem Hornstein führen.

Die oberste in Graubünden vertretene und sicher bestimmbare Schicht ist das Tithon. Meistens besteht es aus rothen, gelblichen und grünen, sehr weichen Mergeln, welche Bänke von rothem Hornstein führen, oder aus Kieselschiefern; diese sowie der Hornstein enthalten nach der Untersuchung des Herrn Dr. RÜST Radiolarien. Nur in der Val Trupchum fanden sich bestimmbare Fossilien, nämlich *Aptychus protensus*, *Apt. pumilus* und *Apt. gracilicostatus*, und zwar nur an denjenigen Stellen, wo sich Kalkbänke einschieben. Diese ähneln ganz jenen der Aptychenschichten des Algäu, Oberbayerns und Tirols. Die gewöhnliche Ausbildung, wie sie hauptsächlich am Piz Lischanna zu sehen ist (und wohin auch wohl die rothen hornsteinführenden Mergel vom Weisshorn bei Parpan zu rechnen sind), ist petrographisch ganz verschieden von den bayerischen Aptychenschichten. An diese schliessen sich diejenigen des Algäu näher an, welche man vielleicht als Mittelglied zwischen den oberbayerischen und den Graubündner Aptychenschichten ansehen kann. Ich kenne die Algäuer Aptychenschichten hauptsächlich von der Höfats bei Oberstdorf; wir haben es dort mit einer sehr kalkigen und ungemein hornsteinreichen Bildung zu thun; eine Höhle an der Höfats, die sogenannte Gufl, liegt ganz in einer Hornsteinschicht.

Als ich oben sagte, die Aptychenschichten seien die höchste

sicher bestimmbare Schicht in Graubünden, sah ich von den Bündner Schiefern bei Parpan ab. Das Alter dieser Schicht ist ja noch immer höchst unsicher. In den westlicheren Theilen der Schweiz haben HEIM¹⁾ und ROTHPLETZ²⁾ bekanntlich in den Bündner Schiefern Liasfossilien nachgewiesen, bei Parpan haben Dr. BÖHM und ich nur Chondriten gefunden, welche sich von denjenigen des bayerischen Flysch nicht unterscheiden: da ich jedoch in dieser Ablagerung keine bezeichnenden Fossilien entdeckte, so lasse ich sie hier ausser Betracht.

Aus unserer bisherigen Darstellung geht hervor, dass sich die Ausbildung der Gesteine im Engadin und, soweit ich dies untersuchen konnte, in der ganzen Bündner Provinz eng an diejenige von Bayern und Nordtirol anschliesst, dass ihr jedoch immerhin ein fremdartiger Charakter anhaftet; hingegen weicht sie vollständig von der Ausbildung der Trias und des Jura in den Bergamasker Alpen und Südtirol ab.

Die tektonischen Leitlinien des Engadins.

Das wenige, was ich bisher über die Tektonik des Engadins beobachtet habe, werde ich hier zusammenstellen. Im Unterengadin verlaufen die Verwerfungen ebenso wie die Sattel- und Muldenaxen im Allgemeinen von SW nach NO. Das Innthal liegt in der Gegend von Tarasp jedenfalls auf einer Längsspalte, denn die Kalkschiefer im Thale, was für ein Alter man ihnen auch zuschreiben möge, stossen an den Gneissen und Glimmerschiefern der südlichen Thalseite ab. Ich vermuthete, dass diese Spalte nicht die Winkelbiegung des Inns zwischen Zernetz und Ardetz mitmacht, sondern dass sie quer über das Gebirge hinweg setzt. Wie weit der Sattel und die Mulde, welche ich am Piz Lischanna etc. beobachtete, sich erstrecken, kann ich nicht angeben, da schlechtes Wetter mich an der genaueren Untersuchung der Gebirge zwischen Tarasp und Zernetz verhinderte. Der von mir am Ofenpass (Sü Som) beobachtete Längsbruch verläuft ungefähr parallel zur Engadiner Spalte; der Längsbruch bei Il Fuorn weicht etwas nach N ab, er verläuft fast SSW—NNO, immerhin bedeutet diese Abweichung sehr wenig, da die allgemeine Streichrichtung N 45° O ist. Etwas weiter gegen SW finden wir jedoch eine ganz merkwürdige Abweichung sowohl in der Richtung der Längsbrüche wie im Streichen der Schichten. Die Grenze bildet die Val del Gallo; im oberen Spölthal streichen

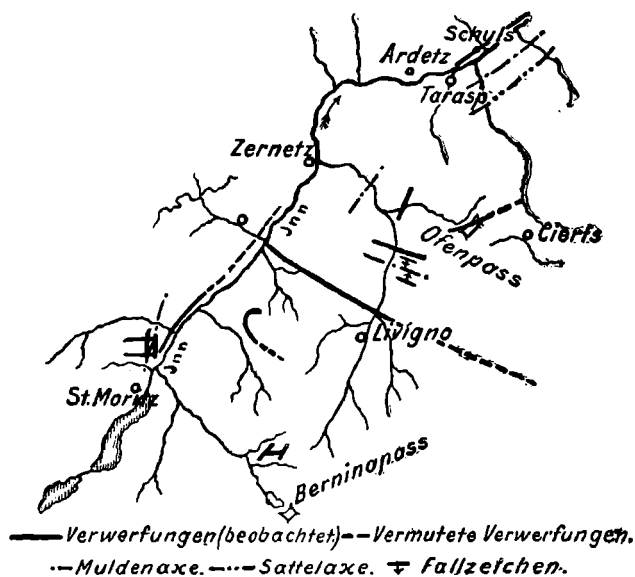
¹⁾ Geologische Karte der Schweiz, Blatt XIV, p. 267 ff.

²⁾ ROTHPLETZ, Ueber das Alter der Bündener Schiefer. Diese Zeitschr., 1895, XLVII, p. 32 ff.

nämlich die Schichten fast O—W, mit geringer Abweichung nach Süden (etwa $N\ 100-110^{\circ}\ O$), ja der grosse Längsbruch Val Trupchum—Val Viera—Valle di Trepalle (Val Torto) hat fast die Richtung NW—SO, die Brüche am Lavirum-Pass verlaufen ziemlich O—W, sind jedoch unbedeutend. Die Ueberschiebung am Piz Mezzem streicht ebenfalls fast NW—SO, nahezu parallel der Linie Val Trupchum—Valle di Trepalle. Am Berninapass dagegen verlaufen die Längsbrüche ungefähr SSW—NNO, der Querbruch dagegen fast O—W. Ebenso liegen die Verhältnisse in der Padellagrube bei Samaden, der Längsbruch verläuft SSW—NNO, die Querbrüche O—W bis WSW—ONO. Die Engadiner Spalte, deren Vorhandensein uns die Verschiedenartigkeit der beiden Thalseiten des Inns bei Ponte beweist, verläuft anscheinend wie bei Tarasp SW—NO.

Ich habe darauf verzichtet, die von DIENER beobachteten Verwerfungen in die Kartenskizze einzutragen, weil sie leider nicht von ihm selbst in dieser Weise aufgezeichnet sind. THEOBALD hat keine Verwerfungen eingezeichnet, weil er überall normale Schichtenfolge angenommen hat. Da er ferner fast jeden Dolomit

Figur 13.
Uebersichtskarte des Engadins.

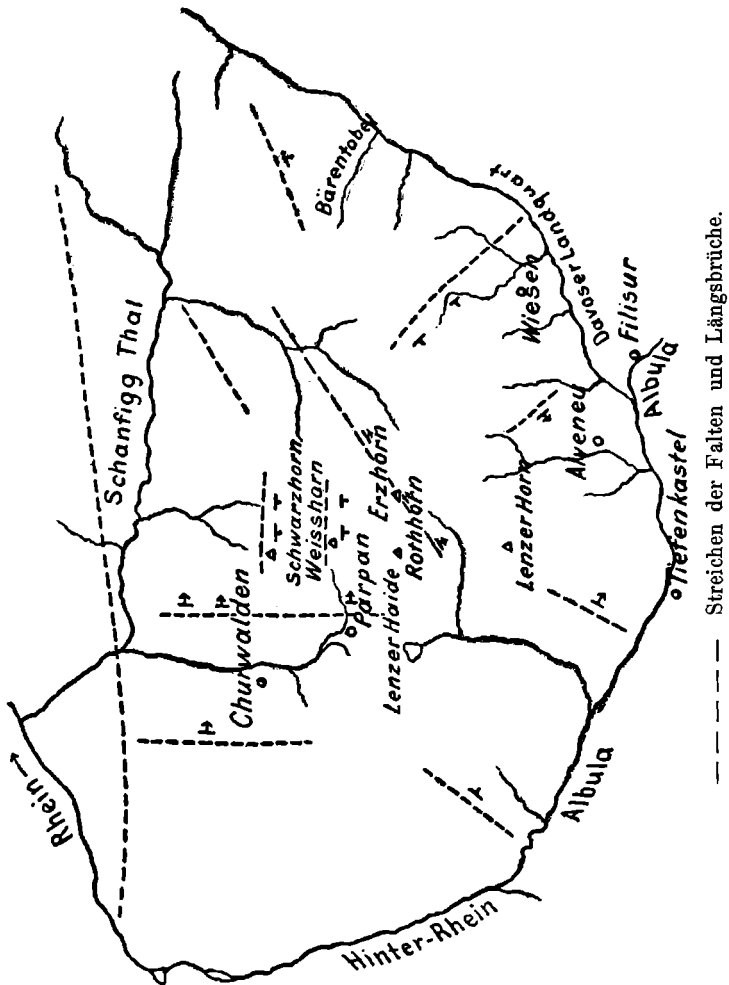


als Hauptdolomit bezeichnete, so wäre eine nachträgliche Construction von Verwerfungen auf Grund seiner Karte ganz zwecklos, da sich bei einer genauen Aufnahme jedenfalls ganz andere Verhältnisse herausstellen würden. So wenig an Zahl aber auch meine eigenen Beobachtungen sind, so können sie uns dennoch einige sehr wichtige Dinge lehren. Während im Oberengadin (Padellagruppe, Berninastrasse) die Längsverwerfungen fast nordsüdlich verlaufen, biegen sie weiter gegen NO immer mehr nach NO um, so dass sie im Unterengadin direkt von SW nach NO verlaufen. Dem entsprechend verhält sich das Streichen der Schichten. Die Querbrüche verlaufen in diesem Gebiet ebenso wie in anderen Theilen der Ostalpen mehr oder minder senkrecht zu den Längsbrüchen, doch scheinen die Querbrüche nicht, wie z. B. in der Regel in Bayern, jünger als die Längsbrüche zu sein. Zwischen Zernetz — Ofenpass und Samaden — Berninastrasse aber schiebt sich ein Zwickel ein, welcher einen ganz andern Verlauf der Brüche aufweist. Hier haben die Längsbrüche eine west-östliche Richtung mit einiger Abweichung nach SO. Dass wir es nicht mit einer vereinzeltten Erscheinung zu thun haben, beweist uns die Constanz der Richtung auf einem ziemlich grossen Gebiete. Wenn wir auch bis jetzt aus Mangel an genauen Beobachtungen im Süden unseres Gebietes noch nicht beurtheilen können, in wiefern diese Abweichung im Streichen mit der Entstehung der Alpen in Verbindung steht, so kann sie doch wenigstens einen Fingerzeig dafür geben, wo die Anstellung von genauen Beobachtungen über Tektonik von Wichtigkeit wäre.

Noch ein weiterer Umstand spricht dafür, dass diese Abweichung im Streichen der Falten wie der Brüche nicht zufällig ist; wenn man nämlich von dem Zwickel aus eine Linie nach Nordwesten, d. h. senkrecht zum Hauptstreichen, zieht, so trifft man das Gebiet von Parpan, und von diesem kennen wir theils schon aus den Mittheilungen von ESCHER, STUDER und THEOBALD, hauptsächlich aber aus einer neueren Publication von J. BÖHM¹⁾ eine ganz ähnliche Abweichung im Streichen. Ich habe versucht, das, was wir über die Streichrichtungen des Plessurgebirges, wie J. BÖHM jenes Gebiet nennt, auf dem beigegebenen Kärtchen zusammenzustellen. Darnach haben wir im Gebiet der Bündner Schiefer von Parpan-Churwalden ziemlich genau nordsüdliches Streichen und zwar sowohl östlich wie westlich von Parpan; am Weisshorn und Schwarzhorn bei Parpan treffen wir ostwestliches Streichen nach J. BÖHM; ich selber habe

¹⁾ J. BÖHM, Ein Ausflug ins Plessurgebirge, p. 553.

Figur 14. Tektonisches Kärtchen des Plesurgebietes, zusammengestellt nach den Arbeiten von STUDER und J. BÖHM.



mir am Weisshorn notirt $N 80^{\circ} W$, und STUDER¹⁾ zeichnet ein Streichen, welches sich ungefähr als $N 70-80^{\circ} W$ bezeichnen liesse. Am Erzhorn etc. streichen die Schichten Nordost-Südwest; dagegen ist nach STUDER in der Umgegend von Wiesen das

¹⁾ STUDER, Die Gebirgsmasse von Davos, t. I.

Streichen SO—NW. Wir können somit wohl das ostwestliche Streichen der Schichten am Parpaner Weisshorn und Schwarzhorn als locale Abweichung von dem Hauptstreichen (NO—SW), wie es uns am Erzhorn entgegentritt, auffassen; und zwar dringt der Theil, an welchem wir das ostwestliche Streichen wahrnehmen, von Norden zwickelförmig zwischen den mit N—S- und den mit NO—SW-Streichen ein. Andererseits aber streichen die Schichten südlich vom Erzhorn und bei Wiesen NW—SO, südlich von der Landquart jedoch SW—NO, so dass wir hier einen Zwickel hätten, welcher im Streichen vollkommen von den ihn auf drei Seiten umgebenden Gebirgen abweicht, und zwar streichen die Schichten im Norden und Süden von diesem Zwickel ungefähr NO—SW, im Westen dagegen fast nordsüdlich.

Nach der von ESCHER und STUDER publicirten Karte von Mittellünden scheinen zwischen dem Plessurgebirge und dem Gebirge bei Ponte im Oberengadin noch an verschiedenen anderen Stellen solche Abweichungen im Streichen vorzukommen. Soweit ich bisher die Sachlage erkennen kann, scheint auf dem ganzen Gebiet regelmässig im Westen ein Nordsüd-Streichen, im Osten dagegen ein NO—SW-Streichen vorhanden zu sein, und an den Stellen, wo diese Gebiete aneinanderstossen, schieben sich Zwickel mit vollkommen verändertem Streichen ein. Hinweisen will ich noch darauf, dass, wenn man das Plessurgebirge mit dem Gebiet von Ponte durch eine Linie verbindet und diese nach NW verlängert, man auf ein weiteres Gebiet stösst, in welchem das Streichen sich oft ändert; es ist das von HEIM, KAUFFMANN, QUEREAU und BURCKHARDT beschriebene am Wallensee und westlich davon. BURCKHARDT erklärt diese Abweichungen durch eine zweifache Faltung; die Falten der ersten verlaufen ziemlich genau ost-westlich, die der zweiten nord-südlich. Wenn die Erklärung BURCKHARDT's richtig ist, was ich nicht zu beurtheilen vermag, so hat man es in jenem Gebiete mit einer ganz anderen Erscheinung zu thun, als an den besprochenen Stellen von Graubünden. Darauf deutet auch jener Umstand, dass die Aenderung des Streichens in dem Gebiete am Wallensee durchaus nicht auf bestimmt begrenzte Gebiete beschränkt ist, vielmehr kommt in einem Gebiete sowohl das nordsüdliche wie das ostwestliche Streichen vor, oder mit BURCKHARDT zu reden, die Falten des einen Systems durchsetzen schief diejenigen des anderen. Das ist sicherlich eine ganz andere Anordnung als wir sie auf den vorhergehenden Seiten kennen gelernt haben.

Ich will hier keinerlei Speculationen darüber anstellen, in welcher Verbindung etwa die in Graubünden beobachtete Er-

scheinung mit der Umbiegung der Alpen steht und ob sie vielleicht das Resultat der Zerberstung schiefer Sättel und Mulden ist; wir wissen über das Gebiet noch viel zu wenig, als dass wir einigermassen begründete Theorien aufstellen könnten. Dass die beobachteten Erscheinungen irgendwie mit der Umbiegung der Alpenketten in Zusammenhang stehen, ist ja nicht unwahrscheinlich, aber einen Beweis dafür haben wir bisher nicht, und vor Allem fehlt es noch im Süden des Engadins sowie in Mittelbünden an genügenden tektonischen Untersuchungen. Was von den bisher im Engadin beobachteten Thatsachen theoretisch verwendbar ist, werde ich an anderer Stelle im Zusammenhang mit sonstigen tektonischen Erscheinungen darstellen.
