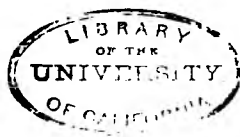


Sitzungsberichte
der
mathematisch-physikalischen Classe
der
k. b. Akademie der Wissenschaften
zu München.

Band XXIII. Jahrgang 1893.



München.
Verlag der K. Akademie.
1894.

In Commission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth).

Geologische Mittheilungen
über
die Mineralquellen von St. Moritz im Oberengadin
und ihre Nachbarschaft
nebst Bemerkungen über das Gebirge bei Bergün
und die Therme von Pfäfers.

Von W. v. Gümbel.

(*Eingelaufen 4. Februar.*)

Die Absicht, welche ich in den nachfolgenden Mittheilungen im Auge habe, besteht darin, im Anschlusse an meine geologischen Bemerkungen über die Thermen von Bormio (Sitz.-Ber. d. k. Ak. d. Wiss. in München, math.-phys. Cl. 1891 Bd. XXI S. 79), über die Mineralquellen von Tarasp (Jahresber. d. naturforsch. Ges. v. Graubünden, Jahrgang XXXI S. 1—71) und über die Brennerbadquelle (Sitz.-Ber. d. k. Ak. d. Wiss. etc. Bd. XXII, 1892, S. 139) einige weitere Beobachtungen über die geologischen Verhältnisse der berühmten Mineralquellen von St. Moritz im Oberengadin jenen früheren Schilderungen anzureihen.

Bekanntlich treten in der Umgegend von St. Moritz neben den ausgebreiteten Granitmassen des Bernina- und Juliergebirgs sowie neben weit ausgedehnten Gneissbildungen auch Glieder jenes inneralpinen, jüngeren Kalkzugs auf, welche vom Ortlerstock her westwärts tief in die Schweizer

Centralkette hinein reichen. Sie finden sich auch in ziemlich beträchtlicher Ausdehnung bei St. Moritz entwickelt und man könnte geneigt sein, daraus zu schliessen, dass sie mit dem Auftreten der dortigen Mineralquellen in einem näheren Zusammenhang ständen. Es scheint daher zweckentsprechend, um den Zusammenhang dieser Kalkgebilde im Oberengadin mit jenen in der Ortlergruppe und mit den noch weiter ostwärts im Centralstock vorfindlichen analogen Vorkommnissen nachzuweisen, zunächst einige Angaben über die zwischenliegenden Gebirgsteile westlich vom Stilsfer Joch bis zum Innthale vorzuschicken.

Diese Bemerkungen beziehen sich insbesondere auf die Gebiete, welche zunächst an die Gebirgsgruppe des Ortler's westwärts sich anschliessen, nämlich auf den Stock des Piz Umbrail, das Münsterthal, das Ofengebirge, die Umgegend von Livigno bis Scans und können als theilweise Ergänzung zu den vortrefflichen und ausführlichen Beschreibungen gelten, welche der rastlose Erforscher dieser Gegenden, Professor Theobald¹⁾, uns geliefert hat.

Piz Umbrail.

Der wegen seiner prächtigen und umfassenden Aussicht namentlich über den unmittelbar benachbarten Ortlerstock berühmte und leicht zugängliche Piz Umbrail (3007 m) besteht neben dem Mt. Braulio und Piz Lat aus einer dem älteren krystallinischen Schiefergebirge aufgesetzten Kalkgruppe, welche eine in jetzigem Zustande abgetrennte nächste westliche Fortsetzung der Kalkbildungen²⁾ des Ortlergebirgs darstellt.

1) Geolog. Beschreibung von Graubünden (Blatt X und XV des Schweiz. geol. Atlases) 1864 und Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. III. Bd. 1866 sammt Karten.

2) Bei der wechselnden bald mehr kalkigen, bald mehr dolomitischen Beschaffenheit der beteiligten Gesteine mag es in der fol-

Die krystallinischen Untergrundgesteine gehören jenen mannigfach zusammengesetzten, in der Hauptsache den sericitisch-chloritischen gneissartigen Schiefern an, welche auch dem Gebirgsstock des Ortler's sowohl auf der Nord- wie Südseite zur Unterlage dienen und für welche Theobald im Allgemeinen die Bezeichnung Casanaschiefer in Anwendung gebracht hat. Es sind bald Gneisse von typischer Zusammensetzung, bald mehr glimmerreiche Quarzitschiefer und Glimmerschiefer, bald graue Phyllite, wie solche z. B. auf dem höchsten Punkt des Stülfer Jochs unmittelbar neben dem Ortler Kalke zu Tage treten.

In denselben kommen nicht selten in grösserer Menge chloritische Mineralien oder Sericitausscheidungen entweder neben Glimmer oder denselben vollständig vertretend als Gemengtheile vor und verleihen den Schiefern eine oft als „talkig“ bezeichnete Beschaffenheit. Es sind ganz allgemein sericitreiche Gesteine, welche Theobald als Ausgangspunkt für die Bezeichnung Casanaschiefer genommen hat, ohne dieselben aber petrographisch bestimmter abzugrenzen. Daher herrscht in Bezug auf die Anwendung dieser Bezeichnung um so grössere Unsicherheit, als Theobald selbst und Andere nach ihm diesen Namen auch auf schieferige Gesteine jüngerer Entstehung von klastischer Zusammensetzung ausgedehnt haben. Es scheint nicht räthlich, die Benennung Casanaschiefer weiter auch auf solche nicht wirklich krystallinische Schiefer auszudehnen, in welchen statt Glimmer vorwaltend Sericit sich vorfindet.

Die in Nordtirol so mächtig entwickelten sog. Kalkphyllite, welche uns von Landeck bis nahe Reschen-Scheideck begleiten und im Unterengadin bis über Tarasp hinauf-

genden Darstellung gestattet sein, ohne schärfere Unterscheidung der chemischen Zusammensetzung die allgemeinere Bezeichnung „Kalkgesteine“ u. s. w. zu gebrauchen.

reichen, haben mit den in dem bezeichneten Gebiete auftretenden, offenbar älteren phyllitischen Schiefern Nichts gemein, wenn sie auch vielfach von chloritischen, hornblende-führenden und selbst feldspathhaltigen krystallinischen Einlagerungen begleitet werden. Für diese Schieferreihe sind graue krystallinische Kalke als Einlagerungen besonders charakteristisch. Sie umschliessen häufig aus reinerem weissem Kalkspath bestehende Ausscheidungen, welche ihrem Umrisse nach als organische Ueberreste gedeutet werden könnten. Solche Ausscheidungen finden sich besonders häufig z. B. in Kalkbänken nahe unterhalb der Festung Nauders. In Dünnschliffen lässt sich jedoch keine Spur organischer Textur in denselben wahrnehmen.

Mit diesen phyllitischen Schichten sind häufig mächtige Zonen grüner Schiefer als Einlagerungen verbunden. Sie gleichen vollständig den auch am Brennerstock¹⁾ entwickelten Zwischenlagerungen, welche durch Beimengung einer chloritischen Substanz und z. Th. von strahliger Hornblende gefärbt erscheinen. Sie gehen selbst, wie z. B. auf der westlichen Innseite oberhalb Landeck in deutliche Strahlsteinschiefer über. Ausserdem sind sie reich an Epidot, welcher häufig auf Adern angesiedelt sich zeigt und oft mit Quarz verwachsen in quer zu der Richtung der Adern verlaufenden stänglig fasrigen Ausscheidungen auftritt.

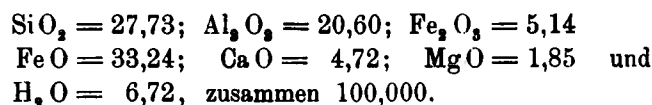
Der grüne chloritische Bestandtheil gehört zu jener Eisenoxydul-reichen Gruppe der Chlorite, welche durch Chlorwasserstoffsäure zersetzt werden. In Dünnschliffen zeigt sich diese Beimengung auf bald heller, bald dunkler gefärbte, nicht scharf umgrenzte Streifen und Flecke vertheilt, welche, wenn die Schliffe senkrecht zu der Schichtung hergestellt sind, als dünne wellige, parallel gelagerte Streifchen sich

1) Sitz.-Ber. d. Ak. d. Wiss. in München, math.-phys. Cl. 1892, Bd. XXII, S. 154.

darstellen. Die Streifchen sind wechselnd krystallinisch körnig, mehr oder weniger wasserhell, von quarziger Beschaffenheit oder schuppig blättrig, grün gefärbt, dem chloritischen Gemengtheil angehörig. Dazwischen finden sich kleine linsenförmige Ausscheidungen von Quarz mit einzelnen Epidotnadelchen und feldspathigen Theilchen, ebenso auch chloritische Butzen mit dunkleren, stark dichroitischen Flecken und schwarzem Eisenerz. Es gelang nicht, die grüne Substanz von der Hauptmasse der Schiefer zu isoliren. Mit Salzsäure behandelt, entfärben sich die grünen Schiefer nach längerem Kochen vollständig. Im Rückstande, der hauptsächlich aus Quarz besteht, bemerkte man Blättchen von weissem und grünlichem Glimmer oder Chlorit, dann Epidot, Hornblende, schwarzes magnetisches Eisenerz, Schwefelkies, Feldspath-Theilchen, spärlich Turmalin, sehr selten Zirkon. Rutilnadelchen wurden nicht beobachtet.

Mit verdünnter 5 % Salzsäure behandelt, giebt das Pulver ein schwaches Aufbrausen zu erkennen und es werden dabei durchschnittlich 2 % Carbonate aufgelöst, welche aus 1,05 % Kalkcarbonat, 0,91 % Eisenoxydulcarbonat und 0,04 % Bittererdecarbonat bestehen.

Kochende concentrirte Salzsäure bewirkt eine weitere Zersetzung zu 59,5 % des Schiefers. Man erhält dadurch eine Eisenoxydul-reiche Theillösung, welche sich zusammengesetzt erweist, nach Procenten berechnet, aus



Das Gestein im Ganzen nach Entfernung der leicht zersetzbaren Carbonate besteht aus:

	I	II	III	IV
Kieselsäure . . .	51,69	51,38	47,14	63,30
Titansäure . . .	0,05	—	—	0,96
Thonerde . . .	12,36	13,29	14,78	19,77
Eisenoxyd . . .	16,78	15,44	18,91	0,57
Eisenoxydul . . .	8,22 ¹⁾	—	—	2,82
Manganoxydul . .	Spuren	—	—	—
Kalkerde . . .	1,40	8,94	2,88	0,40
Bittererde . . .	4,00	6,61	9,59	5,40
Kali	0,01	1,05	6,16	2,11
Natron	2,19	3,99	0,16	0,34
Wasser	3,85	—	—	4,04 ²⁾
Summe	100,55	100,70	99,61	99,70

I. Grüner Schiefer aus dem Steinbruche zwischen Dorf und Festung Nauders.

Des Vergleichs wegen sind angefügt:

II. Grüner Schiefer von Molins in Oberhalbstein nach vom Rath.

III. Grüner Schiefer am Wege zwischen Molins und Marmels und Oberhalbstein nach vom Rath.

IV. Sog. „Grüner“ von dem Mitterberg bei Bischofshofen aus den Werfener Schiefen im Mittel nach Groddeck.

Was das die grüne Färbung hauptsächlich bedingende Mineral anbelangt, das durch Salzsäure grossen Theils zersetzt wird, so gehört dasselbe der weiten Gruppe der Chlorite an, welche in sehr vielfachen Abänderungen als färbendes Princip in phyllitähnlichen Schiefen sich vorfinden, ohne eine vollständig übereinstimmende chemische Zusammensetzung erkennen zu lassen. Am nächsten dürfte unser Mineral dem

1) Dazu gehört ein Theil des Eisenoxyds, welches sich bei längerer Behandlung des Pulvers mit ClH in grösserer Menge oxydirt hat.

2) Dazu 0,11 Phosphorsäure.

sog. Thuringit und Phyllochlorit¹⁾ stehen. Der grüne Schiefer im Ganzen bildet eine Fortsetzung der zahlreichen Einlagerungen ähnlicher Gesteinsabänderungen, welchen wir im ganzen Zug der sog. Kalkphyllite an der Nordabdachung der Alpen begegnen und welche auch in den Westalpen eine gleiche Verbreitung zu besitzen scheinen²⁾, dürfen aber nicht mit den sog. „Grünen“³⁾ vereinigt werden, welche in Vergesellschaftung des sog. Verrucano aufzutreten pflegen.

Derartige grüne Schiefer, wie sie in den Nordtiroler Alpen so vielfach mit den Kalkphylliten auftreten, für sekundäre, durch Druckmetamorphose etwa aus diabasartigen Massengesteinen hervorgegangene Gebilde zu erklären, muss ich angesichts ihrer Lagerungsverhältnisse, ihres innigsten Verbandes und Uebergangs in gewöhnliche Kalkphyllite und bei dem gänzlichen Mangel an wirklichen Diabasgesteinen geradezu für abenteuerlich erklären.

Ich betrachte sie vielmehr, wie die übrigen bald mehr sericitischen, bald mehr quarzitischen oder kalkigen phyllitartigen Schiefer und die ihnen zwischengelagerten krystallinischen Kalke, als durch diagenetische Prozesse aus ursprünglichem Niederschlagsmaterial ausgebildete primäre Schichtgesteine.

Solche eingelagerte Kalke bestehen aus 87,5 % Carbonaten und 12,5 % in Säuren unlöslichem Rückstande. Die

1) Vergleiche Tschermak, D. Chloritgruppe, II. Th. in Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. Bd. 100. 1891 und Min.-petrogr. Mitth. Bd. XII. 1891, S. 32; Gümbel, Geogr. Beschreib. v. Bayern, Bd. II, S. 397 und Bd. III, S. 236; C. Schmidt in Beit. z. Geol. der Schweiz, Lief. XXV, S. 68.

2) Vom Rath, in Z. d. d. geol. Ges. Bd. IX, 1857, S. 241; Rolle, Mikropetrogr. Beit. 1879; C. Schmidt, a. a. O. Anh. S. 60; A. Cathrein, Ueber Chloritoidschiefer v. Grossarl in Tschermaks Miner. Mittheil. Bd. 8, S. 331.

3) v. Groddeck im Jahrb. 89 d. geol. Reichsamt. Bd. 33, 1883, S. 397; v. Gümbel, im Sitz.-Ber. d. Münch. Ak. d. Wiss., math.-phys. Cl., 1890, S. 386.

ersteren setzen sich zusammen aus 83,65 % Kalkcarbonat, 0,95 Bittererdecarbonat und 2,90 Eisenoxydulcarbonat. In dem Rückstande findet man klastische Quarzkörnchen, Glimmer- oder Sericitschüppchen und schwarze kohlige, nicht graphitische Theilchen mit schmutzig bräunlich schwarzem Strich, welche leicht verbrennen und keine organische Textur erkennen lassen.

Von Reschen-Scheideck an herrschen südwärts Gneiss und gneissähnliche Schiefer bis tief in das Münsterthal hinein und ebenso von St. Maria an durch das Muranza-Thal aufwärts bis zum Stilfser Joch. Es sind vorwaltend glimmerreiche grobkörnige Gneisse, welche stellenweise in Augengneisse übergehen, oft chloritische Bestandtheile aufnehmen und vielfach mit chloritischen Quarziten wechsellagern.

Dieser Schiefercomplex, welcher sich mit dem von Trafoi her streichenden Grundgebirge des Ortler Kalkstocks vereinigt und abwärts bis zur III. Cantoniera reichend hier an den querüber durch das Braulio-Thal setzenden Kalkschichten abbricht, bildet auch ringsum das Fundament des Piz Umbrail. Am Südost-Fuss der Kalkkuppe dieses Bergs gehen die krystallinischen Gesteine in grünlich gefärbte, sericitisch-chloritische Schiefer über, die leicht verwitternd milde Gehänge bilden, so dass man über reichberasteten, weichen Boden ohne besondere Anstrengung bis hoch hinauf zu den dann plötzlich schroff aufragenden Kalkwänden und zur Spitze des Bergs emporsteigen kann. Nur gegen den Passübergang zum Rimssee breiten sich, zackige Felsriffe bildend, quarzitisches Gesteine mächtig aus, welche das Material zu einem Haufen wild durcheinander liegender Blöcke liefern. Unmittelbar daneben sind in tiefen Gräben gypsreiche Schichten in Begleitung von mächtigen Rauhwackemassen aufgeschlossen, aber derartig von Schutt und Gesteinstrümmer überdeckt, dass man einen direkten Anschluss an die zunächst benachbarten Gebilde nicht beobachten kann. Das Ganze macht

genau denselben Eindruck, wie die Gypsablagerungen im Uzza-Thal und oberhalb Premadio bei Bormio oder wie in der verstürzten Scholle oberhalb der benachbarten Margum-alpe. Von dieser Stelle der anstehenden Gypsschichten lässt sich eine muldenförmige Einbuchtung in NO.-Richtung am Fusse der Kalkwände verfolgen, in welcher zahlreiche grosse, trichterartige oder kesselförmige, abflusslose Vertiefungen die Fortsetzung des Gypslagers verrathen. Sie sind offenbar durch Auswaschungen und Zusammenbrüche der den Gyps begleitenden, hauptsächlich aus *Rauhwacke* bestehenden Schichten entstanden. Erst auf der Sattelhöhe, welche vom Stilsfer Joch her zieht und die Eintiefung des Braulio-Thales von der des Muranza-Thales scheidet, auf welcher auch der gewöhnliche Weg von der IV. Cantoniera zum Piz Umbrail emporführt, begegnet man zwar verwitterten, aber von Gehängeschutt freien, dünngeschichteten, quarzitischen Schiefern, welche zwischen dem krystallinischen Grundgebirge und dem Kalkstock des Piz Umbrail lagern, ohne dass hier Gyps führende Schichten entwickelt sind. Es lässt sich auf diesem Gebirgsvorsprung die Gesteinsaufeinanderfolge von den unten lagernden, z. Th. phyllitartigen krystallinischen Schiefern bis zu den unmittelbar aufgesetzten Dolomitbänken ziemlich gut beobachten. Zunächst ist zu bemerken, dass an dieser Stelle jede Spur von sog. Verrucano-ähnlichen Gesteinen, die doch schon in dem benachbarten Münsterthale bei Fuldera und Cierfs so mächtig auftreten, fehlt. Es folgen hier, wie bei Bormio und im Sulden-Thale, in kaum bemerkbar abweichender Lagerung auf die krystallinischen Schiefer jene sericitisch-quarzitischen dünnbankigen Schichten, welche Theobald auch zu dem Casanaschiefer zieht, die sich jedoch durch ihre theilweise klastische Zusammensetzung von den krystallinischen älteren Schiefern unterscheiden. Nach oben stellen sich graue thonige Zwischenlagen ein; auch fehlen hier jene intensiv gelb verwitternden, selbst in eine Art Brauneisen-

stein zersetzten Einschlüsse nicht, welche für die tiefste Region der Triasbildungen als charakteristisch gelten können. Der nächste Aufschluss nach oben zeigt uns schon die ersten Lagen der nunmehr in steilen, stark zerklüfteten und zu wildzackigen Felsen ausgewitterten Wänden ansteigenden Kuppe des Piz Umbrail. Es sind dunkelgrau gefärbte, weissadrige Dolomitbänke, über deren spitze Felszacken und abgewitterte Trümmerhalden wir weiter emporsteigen. Diese Gesteinsschichten tragen ganz das Gepräge der tieferen Triasregion, welche man dem Muschelkalk nach Art der Guttensteiner Schichten gleichzustellen pflegt. Neben den zahlreichen, das Gestein durchschwärmenden Kalkspathadern bemerkt man viele cylindrische Kalkspathausscheidungen, welche ihrer Form nach als *Crinoideen*-Reste zu deuten sind, obwohl sich in Dünnschliffen eine organische Textur nicht zu erkennen gibt. Daneben finden sich auch Lagen voll von kleinen, etwa Hirsekorn-grossen, kugeligen Körnchen, welche durch ihre weisse Farbe des Kalkspaths von der dunklen Färbung des Gesteins sich grell abheben. Damit sind häufig dünnplattige, selbst schiefrige, z. Th. thonreiche Schichten in Wechsellagerung vergesellschaftet. Höher folgen dann etwas weniger dunkel gefärbte Dolomite mit weissen Streifchen und Flecken, welche gleichfalls an organische Einschlüsse erinnern und in gleicher Weise auch in den entsprechenden Gesteinen des Ortlerstocks und den Radstädter Tauern sich wiederholen. Am bemerkenswerthesten jedoch sind jene breccienartig zusammengesetzten Dolomite, welche z. Th. die höchsten Spitzen des Piz Umbrail ausmachen und dem ganzen Zug der inneralpinen Kalkzone von den Radstädter Tauern an bis zu den westlichsten Graubündener Kalkbergen eigen zu sein scheinen. Diese Trümmergebilde bestehen aus durchweg scharfkantigen bis faustgrossen Stückchen von schwärzlichem, z. Th. hellgestreiftem Dolomit, welche durch eine etwas lichter gefärbte, breccienartige Masse zu einem voll-

ständig kompakten Gestein verkittet sind und regelmässig geschichtete Bänke bilden.

Höhere Gesteinslagen habe ich am Piz Umbrail nicht unterscheiden können; es fehlen hier, soweit meine Beobachtungen reichen, alle thonigen oder sandigen Zwischenschichten, welche sich als Stellvertreter der Partnach- oder Raibler Schichten deuten liessen. Ich kann mich daher der Auffassung Theobald's¹⁾ nicht anschliessen, welcher die Gesteine der Bergkuppe als Hauptdolomit bezeichnet hat. Es fehlen hier allerdings alle bestimmter orientirenden Versteinerungen, aber Lagerung und der allgemeine Charakter des Gesteins spricht mehr zu Gunsten einer Zuweisung in die dem Muschelkalk gleichzustellende Region der unteren Trias.

Diese ältere Dolomitmasse zeichnet sich, selbst aus der Ferne gesehen, dadurch aus, dass der bleigraue Ton ihrer Verwitterungsfarbe ins Röthlichgraue überspielt, wodurch sie gegen die hellgraue Färbung der jüngeren Kalk- und Dolomitschichten und das dunkle Grau der Liasschiefer sehr bestimmt sich unterscheiden lässt.

Auch an der Nordseite der Kuppe des Piz Umbrail tauchen auf dem Grat gegen den Piz Lat wieder krystallinische Schiefer unter dem Dolomit auf wie am Sattel gegen den Rims-See und tiefer hinab im Klosteralp-Thal gegen Val cava. Die am See aufgehäuften kalkigen Gesteine scheinen nicht einem hier durchstreichenden Kalkzug anzugehören, sondern dem Zusammenbruch eines unterwaschenen und verstürzten, ursprünglich höher gelagerten Gebirgsstocks zu entstammen.

1) Theobald, Geolog. Beschreib. d. NO.-Geb. v. Graubünden, 1863, S. 329 und Beiträge z. Geol. Karte der Schweiz. 3. Lief. 1866, S. 340.

Der nördlichste Gebietstheil Italiens in den
Gebirgen bei Livigno.

Das zu Italien gehörige nördlichste Alpengebiet schneidet mit einer spitz zulaufenden Ecke bei Livigno tief in das Schweizer Hochgebirge hinein. Fast ringsum durch hohe Pässe von dem übrigen italienischen Alpenland abgeschlossen ist der weite, grasreiche und stark bevölkerte Thalkessel von Livigno nur durch das von hier aus zum Inn bei Zernetz ausmündende schluchtenartige Spölthal gegen die Schweiz geöffnet und mit ihr in engeren Verkehr gesetzt. Wegen dieses Abschlusses vom übrigen italienischen Gebiet sind auch der Livigno-Gemeinde besondere Freiheiten und Privilegien in Bezug auf Zoll, Steuern und Verwaltung verliehen, welche die Verbindung mit der Schweiz erleichtern sollen.

Man erreicht diese in vielen Beziehungen eigenartige Landschaft am leichtesten auf einem allerdings nur dürtig hergestellten und unterhaltenen, von der Ofen-Poststrasse sich abzweigenden Fahrwege durch das Spölthal vom Ofenwirthhaus (Ilg Fuorn), einem früheren, jetzt verfallenen Eisenhüttenwerk, aus, das seine Erze z. Th. aus den Bergwerken bei Buffalora, z. Th. aus der Umgegend von Livigno bezogen hat.

Die Gebirgsverhältnisse zwischen diesem einsamen Hause und St. Maria im Münsterthale, das wir bereits auf dem Wege zum Piz Umbrail berührt haben, sind schon in einer früheren Abhandlung¹⁾ geschildert. Wir ergänzen dieselben nach neueren Beobachtungen durch einige Nachträge. Im auffallenden Gegensatz zu der spärlichen Entwicklung der sericitisch-quarzitischen Schiefer unmittelbar unter den Gypsschichten und den schwarzen Dolomiten am Fusse des Piz Umbrail begegnen wir im Münsterthal zwischen Fuldera und

1) v. Gümbel, Geolog. a. d. Engadin in die Jahresber. d. naturforsch. Gesellsch. Graubündens XXXI, S. 30 und ff.

Cierfs neben der Strasse liegenden grossen Felsblöcken einer Verrucano-artigen Breccie, welche aus nicht oder wenig abgerollten, grünen, rothen und bunt gefleckten Trümmern eines sericitischen Gesteins und glimmerreichen Gneisses oft mit grossen Orthoklasausscheidungen zusammengesetzt ist. Eine thonig sericitische Zwischenmasse verbindet diese Bruchstücke zu einer festen, deutlich geschichteten Masse, die an den Gehängen stellenweise aus dem Schutt in riffartigen Felsen aufragt, während auf beiden Thalseiten hohe, zackige Kalkberge im Süden Durettas, Piz d'Ora, Piz Daint, im Norden die weissen Spitzen der Berge des oberen Scarl-Thales, Munt da Lü und Mt. della Bescha sich darüber erheben und die Verbindung des Kalkzugs der Ortlergruppe mit jenem des Engadins vermitteln. Am Ofenpass Sur Som stehen die nördlichen und südlichen Kalkbildungen unmittelbar in Zusammenhang und breiten sich dann in westlicher Richtung bis zum Innthal zwischen Zernetz und Scanfs zu einer der ausgedehntesten, wildesten, unwegsamsten und auch am wenigsten begangenen Berggruppe des inneralpinen Kalkzugs aus. Hier reihen sich an Piz Umbrail und Ciumbraida (3123 m) die meist stark vergletscherten Kalkberge, P. Murtaröl (3177), Pizzo del Ferro (3044), Piz del Diavel (3072), P. Quater Vals (3157), P. Casana (3072), P. d'Esen (3130) u. A. an.

Diese grossartige Kalkmasse wird in fast rein N.-S. Richtung von der Thalschlucht des Spölflusses zwischen Ofenstrasse und Livigno quer durchschnitten. Livigno liegt am Südende dieses tiefen, felsigen Querbruchs an der Grenze zwischen Kalk- und Schiefergebirge auf einem grossartig erweiterten, durch Gesteinsschutt ausgefüllten und verebneten, alten Seeboden. Die unterhalb dieser Thalerweiterung quer vorgelagerten festeren Kalkbänke bildeten vordem einen Damm, hinter welchem die zahlreichen Berggewässer sich zu einem Wasserbecken sammelten und anstauten, bis endlich die Ausnagung des Wasserabflusses tief genug und die Ein-

schwemmungen in den Seekessel hoch genug geworden waren, um letzteren bis auf einzelne sumpfige Strecken trocken zu legen.

Das durch diesen Einbruch des Spölthales blossgelegte Schichtenprofil des ganzen Kalkstocks von seiner Nord- bis zu seiner Südbasis gehört zu den grossartigsten und am leichtesten zugänglichen Entblössungen, welche ich im Gebiete des inneralpinen Kalkzugs kennen gelernt habe und verdient eine eingehendere Beschreibung.

Gehen wir vom Ofenwirthshaus aus, so sehen wir zunächst an der Poststrasse nach Zernetz abwärts die mit den sog. Verrucano-Conglomeraten eng verbundenen, theils sandigen, theils kieselig-sericitischen Schichten in vielfachen Entblössungen zu Tag treten. Die rothen Sandsteine und thonig-sandigen Schiefer gleichen bereits vollständig den sog. Werfener Schichten und den Gesteinen dieser Region in den Bergamasker Alpen z. B. bei Collio.

Da, wo in der Nähe der Brücke über den Ofenbach der Weg nach Livigno von der Poststrasse sich südwärts abzweigt und über einen Bergrücken dann zum Spölthal niederzieht, zeigen sich zunächst über den Sandsteinlagen in dünngeschichteten Bänken anstehend tief schwarze Dolomite mit Kieselausscheidungen und kleinen weissen Kalkknöllchen von derselben Beschaffenheit, wie solche Gesteine in der Gegend von Sulten und bei Bormio im Ortlerstock, auch im Piz Umbrail als zweite, dem Muschelkalk entsprechende Stufe der Trias sich einzustellen pflegen. Die Schichten sind vielfach, namentlich auf der Sattelhöhe von Glacialschutt bedeckt. Doch treten am tieferen Gehänge, ehe man in die Thalsohle des Spölbachs gelangt, die gleichen schwarzen Dolomite und Kalke wieder zu Tag und bilden auch hier das Hangende der rothen Sandsteine, welche von da an in beträchtlicher Mächtigkeit im Spölthale aufwärts durch den Wegbau reichlich blossgelegt sind. Die Schichten

fallen hier nach NO. ein und bestehen zunächst unter dem dünnplattigen, schwarzen Dolomit aus eigenthümlichen, hellfarbigen, weisslichen und schwach röthlich gefärbten flasrigen Kalken, unter denen sich sofort gelbliche, röthliche und grünliche Sandsteine und quarzige Schiefer herausheben. Ihre Beschaffenheit erinnert lebhaft an die Seisser- und Campilerschichten. Oberhalb eines Seitengraben biegen sich diese Lagen um und neigen sich nunmehr nach SW. Von hier an herrschen grünlich gefärbte, thonige Schiefer, die den grünen Schichten am Mitterberg bei Bischofshofen gleichen, vor und es folgen dann rothe plattige Sandsteine. Auf den Schichtflächen der letzteren machen sich sehr häufig ausgezeichnete Wellenfurchen und wulstige Rippen bemerkbar, wie solche auch sonst im Buntsandstein vorzukommen pflegen. Eine Zwischenschicht, deren intensiv eisenrostige Färbung einen hohen Gehalt an Eisen verräth, enthält linsenförmige Ausscheidungen von unreinem Spatheisenstein, ähnlich jenen in der Gegend von Werfen. Ueberhaupt gewinnt die ganze Schichtenreihe vollständig das Aussehen der Buntsandsteinschichten im Salzachgebiet der Ostalpen.

Weiter thalaufwärts folgen darüber regelrecht wieder die oben erwähnten hellfarbigen Flaserkalke in geringer Mächtigkeit und über diesen dann schwarze plattige Dolomite, in welchen hier und da auf den abgewitterten Flächen die weissen Ringe der *Gyroporella pauciforata* zum Vorschein kommen. Es stellen sich weiter im Hangenden jene weiss gefleckten dünnen Platten mit eingestreuten kleinen weissen Kügelchen ein, welche für die tiefere Dolomitstufe der inneralpinen Zone charakteristisch sind. Noch weiter aufwärts stehen plattige, dunkle Mergelkalke mit uneben wulstigen Schichtflächen an und gewinnen dadurch eine grosse Aehnlichkeit mit dem Virgloriakalke.

Bis zum tiefen Einschnitt des von SO. kommenden Val del Gallo an der italienischen Grenze herrschen mit etwas

abweichender, im Allgemeinen südwestlicher Fallrichtung sehr mächtige Bänke von gleichfalls schwarzen Dolomiten und Kalken, welche stark splittrig sind und von ungemein zahlreichen weissen Kalkspathäderchen durchzogen werden. Ihnen gesellen sich heller gestreifte Lagen und jene höchst eigenthümliche, breccienartig zusammengesetzte Dolomite bei, welche auch am Ortlerstock, am Piz Umbrail u. s. w. angetroffen werden und in den Radstädter Tauern eine so grosse Rolle spielen. Jenseits d. h. südlich der Einmündung des Val del Gallo stellen sich zunächst gleichfalls tief schwarz gefärbte Dolomite und Kalke mit SW. Einfallen in dicken Bänken geschichtet ein. Ihnen auflagernd folgen dann auffallend dünnplattige, ebenflächige, dunkelschwarze Kalkschiefer, welche den Fischschuppen einschliessenden Lagen bei Bormio gleichen. Sie lassen sich so dünn spalten, dass man sie wohl als Dachdeckmaterial verwenden könnte.

Die Schichtenfolge ist sodann unterbrochen. Denn von hier an beginnen weiter thalaufwärts die Schichten wieder ein nördliches Einfallen anzunehmen und im Thal selbst begegnet man, einzelne Stellen ausgenommen, aufwärts nur mächtigem Gesteinsschutt, den die zahlreichen seitlichen Wasserrinnen von den hohen Berggehängen herabbringen. Es sind durchweg kalkige und dolomitische Gesteine, wie wir solche zuletzt im oberen Theile des Thales anstehend beobachtet haben.

Das nördliche Einfallen der Schichten herrscht auch, so weit sich dies aus der Ferne beurtheilen lässt, an den kahlen Felswänden, welche rechts und links bis zu den über 3000 m hoch aufragenden Kalkbergen empor steigen. Es scheint, dass in Folge dieser muldenförmigen Umbiegung die höheren d. h. jüngeren Schichten hier nicht bis zur Thalsohle herabreichen, sondern auf die höheren Gebirgtheile sich beschränken.

Das durch Wasserrisse herabgeführte Gestein erscheint im Allgemeinen hellfarbiger, als das der in der Thalsohle

aufgehäuften Trümmerhalden; es kann dies aber wohl auch nur Folge der oberflächlichen Verwitterung sein. Ein sehr deutlicher Unterschied in der petrographischen Beschaffenheit — organische Einschlüsse fehlen — lässt sich kaum feststellen. Nur fleckweise zeigen sich auf den höchsten Spitzen rothe Färbungen, z. B. am Dosso del Ferro und die von diesen Höhen herabgeschwemmten Gesteinstrümmer bestehen z. Th. aus röthlichem Kalk, welcher dem Lias anzugehören scheint. Ein Haufen von derbem Rotheisenstein, welcher aus früherer Zeit stammend in der Nähe der Mündung des Val di Trepalle an einer offenbar als Sturzplatz dienenden Stelle angetroffen wurde, scheint aus den benachbarten Bergen gekommen zu sein, welche die darauf hindeutende Bezeichnung „Dosso del Ferro“ und „Pizzo del Ferro“ wohl von diesem Erzvorkommen erhalten haben. Ganz gleiche Erze werden wir später im Lias des Piz Patella bei St. Moritz näher kennen lernen.

Erst an der Mündung des Val di Trepalle zeigt sich im Thale selbst eine deutliche Aenderung in der Gesteinsbeschaffenheit, indem hier riffartig ausgewitterte Bänke von grauen, mergeligen Kalken mit zwischenlagernden aschgrauen Mergelschiefern dem Seitenthal entlang austreichen. Diese Schichten umschliessen zahlreiche, aber auffallend dicht mit dem Gestein verwachsene, daher schwierig zu gewinnende Versteinerungen. Doch lässt sich soviel erkennen, dass diese Lagen der rhätischen Stufe angehören, wie sie auch Theobald richtig auf die Karte eingezeichnet und wie ich sie weiter östlich im Valle di Fraele bei Campaccio und Raspodino (U. d. Thermen von Bormio S. 109) an mehreren Stellen angetroffen habe. Im Spölthale wird dieser Schichtenzug durch eine streichende Verwerfung sofort wieder abgeschnitten. Denn es stehen hier gleich N. von der Mündung des Val di Trepalle wieder schwarze plattige Kalke am Gebirgsfuss an, welche, wie wir gleich nachweisen wer-

den, sicher der tieferen Triasstufe zugerechnet werden müssen.

Wir sind damit an dem unteren Ende der weiten Fläche des Thalkessels von Livigno angelangt, welcher südwärts von weit milder geformten Schieferbergen umschlossen ist als das enge, in wildzackigen Kalkfelsen eingeschnittene untere Spölthal. Die quer durch das Thal streichenden Bänke dieses Kalkgebirgs bildeten einst den früher erwähnten Damm, hinter welchem die Gewässer zu dem See von Livigno angesammelt waren. Auf beiden Seiten dieses jetzt ausgefüllten alten Seebeckens heben sich von der Mündung des Frederia-Thales an die krystallinischen Schiefer aus der Thalsohle hervor und dienen dem nördlich auf- und angelagerten Kalkgebirge zum Fundamente, wie die ähnlichen Schiefer am Südfusse des Ortlerstocks. Im Grossen und Ganzen haben wir auch hier das Kalkgebirge als eine Muldenbildung zwischen älteren Schieferschichten aufzufassen.

Diese krystallinischen Schiefer rechnet Theobald¹⁾ zu seinem sog. Casanaschiefer, für welchen diese Bezeichnung nach dem Vorkommen des Gesteins in nächster Nähe von Livigno, nämlich vom Casanapass, dem Sattel und Uebergangspunkt von Livigno nach Scanfs im Innthal, gewählt wurde. Theobald fasst unter dieser Benennung Mittel- oder Uebergangsformen zwischen Gneiss-artigen, Glimmerschiefer-ähnlichen und Thonschiefer-gleichen, krystallinischen Schiefergesteinen zusammen, welche die unmittelbare Unterlage des sog. Verrucano oder der diesen vertretenden unteren Triasablagerungen ausmachen und in den obersten Lagen in sog. Verrucano übergehen. Nach den von ihm selbst gesammelten

1) Theobald in: Geol. Beschreibung v. Graubünden 1863 S. 45 und ff. schreibt Casannaschiefer. Doch findet sich auf den Karten durchweg die Schreibart Casana (Casanapass, Piz Casana, Alpe Casana, Piz Casanella u. s. w.), wesshalb man wohl dem entsprechend Casanaschiefer zu schreiben hat.

und unter dieser Bezeichnung in der Churer Sammlung niedergelegten Handstücken, die ich genau verglichen habe, sind darunter sehr verschiedenartige Gesteine vereinigt nämlich von typischem Gneiss und wechselnd zusammengesetztem Sericitschiefer bis zu deutlich klastischen, schiefrigen Schichten, welche allerdings sehr Sericitschiefer-ähnlich sind, die ich aber nur als sekundäre, aus aufgewühltem Untergrund entstandene Bildungen ansehe. Es lag mir daher besonders viel daran, das Gestein von dem Fundpunkte, dem Casanapass selbst, näher kennen zu lernen, von dem der Name her stammt.

In der That finden sich in der nächsten Umgebung von Livigno und des Casanapasses krystallinische Schiefer weit verbreitet, auf welche die Theobald'sche Beschreibung passt. Es sind meist typische Gneisse aus Glimmer, Quarz und Orthoklas — letzterer selbst nicht selten in grösseren Ausscheiden (Augengneiss) — zusammengesetzt, welchen jedoch an manchen Stellen durch chloritische und sericitische Beimengungen eine gewisse Eigenartigkeit aufgedrückt ist.

Oft zeigen sich auch Hornblende-haltige Gneisse, denen hornblendige, dioritische und Chloritschiefer in untergeordneten Zwischenlagen beigesellt sind. Glimmerreiche, quarzitische Schichten vermitteln einen Uebergang in Glimmerschieferartige Gebilde, welche jedoch weder dem Charakter, noch der Mächtigkeit nach die Bedeutung einer ausgeprägten Glimmerschieferstufe gewinnen. Sie nehmen meist sehr rasch die Beschaffenheit schuppiger Phyllite an oder verlaufen in sericitische Quarzitschiefer. Solche phyllitische, sericitische und quarzitische Schiefer treten sehr häufig in der Nähe der auflagernden jüngeren Sedimentgesteine auf. Da letztere in manchen Gegenden in den tiefsten Lagen durch sericitisch-quarzitische Schichten vertreten werden oder der in dieser Region entwickelte sog. Verrucano auf das Engste mit derartigen Schiefen verbunden ist, sich sogar öfter daraus entwickelt und durch Wechsellagerung mit demselben sich ver-

gesellschaftet zeigt, so ist es in der That in vielen Gebirgsstrichen namentlich da, wo keine Ungleichförmigkeit der Lagerung besteht oder wenigstens nicht deutlich sich beobachten lässt, sehr schwierig, zwischen den krystallinischen und den dem sog. Verrucano angeschlossenen Schiefern eine scharfe Grenze zu ziehen.

Doch zeigt es sich, dass die letzteren überwiegend eine klastische Zusammensetzung, wie sich in zweifelhaften Fällen in Dünnschliffen mikroskopisch nachweisen lässt, besitzen und darnach sich unterscheiden lassen.

So verhält es sich auch in der Umgegend von Livigno und in der Nähe des Casanapasses, von wo Theobald den Typus seines Casanaschiefers genommen hat. Es scheint daher räthlich, diese sehr unbestimmte Bezeichnung auf diejenigen sericitisch-quarzitischen Schiefer von klastischer Zusammensetzung, welche ihr Material grösstentheils den aufgewählten Untergrundgesteinen, den krystallinischen Schiefern, entnommen haben und den Verrucano ersetzen oder in denselben verlaufen, zu beschränken und die ächten krystallinischen Schiefer je nach ihrer Mineral-Zusammensetzung als sericitische, chloritische Gneisse, Glimmerschiefer, Phyllite und Quarzite zu bezeichnen, bei welchen es früher oder später wohl auch gelingen wird, sie in geordnete Systeme zu gliedern und zu sondern.

Fast nicht weniger schlimm verhält es sich mit der Bezeichnung Verrucano¹⁾, wie dies neuerlich in so ausführlicher Weise Dr. Milch dargelegt hat. Gehen wir auf das Vorkommen an der den Namen gebenden Stelle (Verruca in Italien) zurück, so ist die Zugehörigkeit dieses Verrucano in Italien zum Karbon²⁾ wohl als sicher festgestellt

1) L. Milch, Beiträge z. Kenntniss des Verrucano 1892.

2) Unglücklicher Weise wurde die mittelitalienische Bezeichnung von Studer auf alpine Conglomerate übertragen, ohne dass die Identität nachgewiesen wurde.

anzunehmen. Manche der in den Westalpen mit diesem Namen bezeichneten Conglomerat- und Sandsteinbildungen dürften wohl dem Gestein von Verruca im Alter gleich stehen, z. B. das Conglomerat von Mano unfern Lugano, am Monte Columbano u. s. w. Bei weitem die meisten Vorkommnisse des sog. Verrucanos jedoch nehmen hier sicher eine höhere Stellung ein und entsprechen entweder dem ausseralpinen Rothliegenden oder einer tiefsten Stufe des Buntsandsteins und der Werfener Schichtenreihe. Ueber diese Zuthellung oder vielleicht Trennung in zwei verschiedenaltige Glieder herrschen bis jetzt noch sehr abweichende Ansichten. So lang dies sich nicht geklärt hat, oder wenn die Entscheidung hierüber nach der Natur der Verhältnisse eben nicht zu treffen ist, möchte es im Allgemeinen wohl räthlich erscheinen, für diese Zwischenbildung über dem Karbon und unterhalb der dem Muschelkalk im Alter gleichstehenden Schichten die vieldeutige Bezeichnung Verrucano ganz aufzugeben und dafür den schon von Reich und Tröger¹⁾ 1860 in Anwendung gebrachten Namen „Sernf-Conglomerat“ oder Sernfit²⁾ (nicht Sernifit) in Gebrauch zu nehmen. Die damit namentlich im Hangenden vielfach verbundenen vorherrschend rothen Sandsteine könnte man als bunte Sernfsandsteine und die meist noch höher liegenden buntfarbigen, sandig kieseligen Schiefer, obgleich sie meiner Meinung nach sicher dem Werfener Schiefer entsprechen, als bunte Sernf-Schiefer bezeichnen.

In diesem Sinn sollen im Nachfolgenden die eben erwähnten Bezeichnungsweisen in Anwendung kommen.

Kehren wir zur näheren Betrachtung der Gebirgsverhältnisse der Umgegend von Livigno zurück, so ist zu-

1) Ueber Kupfer- und Silberbergb. an d. Mürtschenalp in Berg- und Hüttenm.-Zeitung 1857, S. 168 und 1860, S. 305.

2) Nach dem Sernf-Thal, demgemäss nicht Sernifit, wie Heer schreibt, und nicht, ins Italienische übertragen, Servino.

nächst zu bemerken, dass an den gegen Süden gelegenen Thalgehängen des langgezogenen Beckens beiderseits deutlich ausgebildete Gneisschichten anstehen. Schlägt man von Livigno aus den nach Trepalle führenden Weg ein, so zeigen sich zunächst über der Thalsohle einzelne aus dem mächtigen Glacialschutt hervorragende Felsen von chloritischem Glimmerschiefer mit Zwischenlagen Feldspath führender quarzitischer Schichten. Gegen die Höhe und nordwärts gegen die Kalkwände des Mt. Trepalle gehen diese Schiefer in chloritischen Phyllit über, der in einem hoch aufragenden Felsenriff eine stark quarzige Beschaffenheit annimmt und Quarzlinsen mit ausgeschiedenem Chlorit neben Orthoklas umschliesst. Zahlreiche wilde Gräben, welche sich gegen das Spölthal hinabziehen, entblößen in beträchtlicher Mächtigkeit milde, z. Th. graphitische Phyllitschichten mit vorherrschend N. Einfallen. Sie bilden die Unterlage des rothen Sernfconglomerats, das sich in etwa 2250 m Höhe ziemlich gleichförmig darüber anlegt und mit quarzigem Casanaschiefer wechsellagert. Nach oben folgen dann grüne und rothe quarzitische Sandsteine und Schiefer, über welchen unmittelbar Bänke eines tiefschwarzen Dolomits mit Hornsteinausscheidungen lagern, wie im Eingang ins Spölthal. Eine zweite höhere Stufe zeichnet sich durch eine rostige Verwitterungsfärbung des an sich dunklen Gesteins aus. Darüber breiten sich bankartig geschichtete, schwarze Dolomite mit ziemlich zahlreichen Versteinerungen, namentlich *Crinoideen*-Stielen (*Encrinus spec.*) und *Brachiopoden* des alpinen Muschelkalks, bis gegen die Kuppe des Bergs aus, wo jene splittrig schwarzen, wohlgeschichteten, oft schiefrigen Dolomite oder Kalke austreichen, welche wir bereits südwärts von der Mündung des Val di Trepalle am Fusse des Gebirgs kennen gelernt haben.

Auf der anderen westlichen Thalseite führt der Weg ins Val Frederia zuerst über gneissartige Schichten zu ihnen

auflagernden, chloritischen Phylliten mit vielen Quarzlinzen. In der Nähe einer Kapelle streichen chloritische Quarzite zu Tag aus; dann tauchen aufs Neue gneissartige Schiefer und bei der ersten Alphütte sehr deutlich ausgebildete Augengneisse auf. Im Aufsteigen zum Casanapass herrschen dann wieder Glimmer-reiche Schiefer und zu oberst chloritische Phyllite, welche die Unterlage der klastisch zusammengesetzten sericitischen Quarzite, der typischen Casanaschiefer Theobald's, ausmachen und, soweit der mächtig aufgehäufte Gesteinsschutt es beobachten lässt, in das rothe Sernfconglomerat verlaufen. Weit vollständiger ist der Aufschluss in einem Seitenthal von Val Frederia, im Val Saliens. Man beobachtet hier in dem tief eingeschnittenen Bachrinnsal über den weichen phyllitischen Schichten eine Reihe grüner quarzitischer Schiefer von klastischer Zusammensetzung mit Quarzadern und mit reichlich in denselben vorkommenden Epidotansiedelungen. Darüber folgt bei etwa 2100 m Meereshöhe dasselbe rothe Sernfconglomerat, wie auf der östlichen Thalseite. Es ist ungefähr 10 m mächtig und wird 20 m hoch bedeckt von grünen und rothen quarzitischen und sandigen Sernfschieferschichten. Hier ist die unmittelbare Auflagerung des schwarzen Hornstein-führenden Dolomits deutlich entblösst (5 m mächtig), wie auch die ganze höhere Schichtenfolge bis zum Liasschiefer, nämlich zunächst auffallend dünngeschichteter, intensiv schwarzer Kalkschiefer, der in klotzige Kalke oder Dolomite übergeht (15 m), dann graue splitt-rige Dolomite, petrographisch dem Hauptdolomit ähnlich, aber nur 60 m mächtig, ferner riffartig ausgewitterte Mergelkalke voll Versteinerungen, wie am Ausgang des Val di Trepalle, der rhätischen Stufe entsprechend und endlich in direkter Auflagerung schwarzer Lias-Mergelschiefer im Wechsel mit grauen, dunkelfleckigen Kalken in mässig dicken Bänken. Man kann diese Schichten 150 m weit in der Bachsohle verfolgen, bis sie von Gletschereis überdeckt werden,

aber in erstaunlicher Mächtigkeit sich einerseits zum Piz Casana, andererseits zum Mt. Motto emporziehen.

Dass diese Schichten dem Lias angehören, beweisen die nicht seltenen Einschlüsse von *Belemniten* und die ungemein häufigen Algenreste, welche im Schiefer, wie im Fleckenkalk vorkommen. Manche Lagen sind auch so, von Spongien-*nädelchen*¹⁾ vollgespickt, dass derartige Stücke auf der verwitterten Oberfläche wie mit Spinnengewebe überzogen zu sein scheinen.

Am merkwürdigsten in diesem Profil ist die geringe Mächtigkeit der Kalk- und Dolomitschichten zwischen dem schwarzen Muschelkalk und den rhätischen Mergelkalkbänken, welche doch in nächster Nachbarschaft eine so enorme Ausbreitung besitzen. Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, dass eine streichende Verwerfung vom Val di Trepalle herkommend eine grossartige Senkung des N. vorliegenden Gebirgs bewirkt hat. Denn auch am Steig auf die Höhe des Mt. Motto zeigen sich schon bei 2000 m Meereshöhe die ersten Schollen von Liasfleckenmergel, die beiläufig eine Mächtigkeit von 500 m erlangen, während die tieferen kalkigen und dolomitischen Lagen auf etwa 150 m beschränkt sind.

Val Trupchum bei Scanfs.

Die Thalebene von Livigno steht durch den Casanapass und durch Val Casana, einem Seitenthal von Val Trupchum, welches bei Scanfs in den Inn einmündet, in NW.

1) Es finden sich diese Spongiennädelchen an einzelnen Algenresten so angehäuft, dass man bei oberflächlicher Besichtigung zu der Annahme verführt werden könnte, diese Nadelmasse gehöre einem Spongien-Körper von Algen-ähnlicher Form an. Erst die mikroskopische Untersuchung in Dünnschliffen zeigt, dass wir es mit einem Haufwerk verschiedenartiger, vorherrschend *Monactinelliden*-, seltener *Tetractinelliden*-Nädelchen zu thun haben. Aehnliche Einschlüsse sind durch v. Dunikowski vom Schafberg beschrieben worden (Denkschr. d. Wien. Akad. d. Wiss. Bd. XLV. 1882).

Richtung mit dem Oberengadin in unmittelbarer Verbindung. Bekanntlich heben sich hier die älteren Sedimentärgebilde unter dem Kalkgebirge wieder in grossartiger Entwicklung empor und werden durch tiefe Thaleinschnitte auf weite Strecken hin blossgelegt. Dieses findet namentlich im Trupchumthal statt, in welchem nach Theobald die Liasfleckenmergel bis in die Thalsole hinabreichen. Ein guter Fahrweg führt von Scans am Inn über einen von Gehängeschutt überdeckten Vorberg in dieses tief eingeschnittene, langgestreckte Seitenthal, welches man bei den Häusern Molins betritt. Ehe man in dasselbe niedersteigt, zeigen sich neben dem Wege graue und grüne Phyllite wie im krystallinischen Grundgebirge bei Livigno. An den Häusern von Molins treten dann darüber mächtige Bänke des rothgefärbten Sernfconglomerats aus der Thalsole unter dem Gehängeschutt hervor und reichen, durch den Wegbau gut aufgeschlossen, ziemlich weit ins Thal hinauf. Sie bilden gleichsam die Fortsetzung der analogen Schichten bei Livigno im Casanagebirge und im Spölthal. Mit den Conglomeraten welchsellagern auch hier grüne sericitische Schichten vom Typus der Casanaschiefer. Höher im Thal machen die Conglomerate rothen Sandsteinen Platz und es gewinnen dann grüne, rothe und graue, schiefrige, sandige Quarzite weiter aufwärts die Oberhand. Hellfarbige, grünliche, flasrige, dünnbankige Mergelkalke schliessen diese Gesteinsreihe im Hangenden ab und es folgen darüber, wie im Spölthal, erst schwarze, z. Th. Rauhwanke-artige Dolomite mit schwachen Gypseinslagerungen und dunkle, gelblich verwitternde Dolomite in beträchtlicher Mächtigkeit bis mächtiger Gehängeschutt sich einstellt, durch welchen die weiteren Gesteinsbildungen überdeckt und unkenntlich gemacht werden. Erst kurz vor der Stelle, an welcher Val Casana von S. her einmündet, heben sich Felsköpfe eines schwarzen, lichtgrau auswitternden Dolomits mit Quarzausscheidungen und kleinen weissen

Knöllchen, wie in den tieferen Dolomitbänken bei Livigno, aus der Ueberdeckung heraus. Dann verhüllt aufwärts wieder Gehänge- und Thalschutt die durchstreichenden Gesteinschichten bis in die Nähe der Alpe Porchêr.

In dem Haufwerk von Gesteinstrümmern, welches die erste grössere Seitenschlucht von N. in der Nähe der Stelle, wo auf der Dufour'schen Karte die Bezeichnung Chânel eingeschrieben ist, stechen intensiv rothe, splittrige Hornsteine und rothe, grüngefleckte quarzige Mergelschiefer sofort in die Augen. Dadurch aufmerksam gemacht, bemerkt man hoch oben in dieser Schlucht an den Südsteilgehängen des Piz d'Esen über einer mächtigen Lage schwarzen Gesteins einen Streifen intensiv rother Schichten, aus denen ohne Zweifel die erwähnten Bruchstücke herkommen. Letztere gleichen so sehr den rothen Jurahornsteinen der nordalpinen Aptychenschichten, dass ich sofort nach den diese auszeichnenden, durch weisse Pünktchen sich verrathenden Radiolarieneinschlüssen suchte und dieselben auch alsbald reichlich auffand. Dass diese punktartigen Einschlüsse wirklich von *Radiolarien* herrühren, habe ich später in Dünnschliffen unter dem Mikroskop bestätigt gefunden.¹⁾ Jeder Zweifel darüber, dass diese rothen Gesteine genau den nordalpinen Juraaptychenschichten entsprechen, wurde alsbald beseitigt, indem ich nach kurzem Suchen auch die charakteristischen Juraaptychen, *Aptychus protensus* und *Apt. pumilus*, in dem rothen, grüngefleckten Schiefer auffand. Es hat schon Rüst²⁾ zahlreiche *Radiolarien* in rothem Jaspis

1) Vorläufige briefliche Mittheilungen in N. Jahrb. f. Min. etc. 1892, II S. 162.

2) Rüst in Palaeontographica XXXI, S. 276. Nach gefälliger briefl. Mittheilung von Herrn Prof. Heim gehört das Vorkommen von rothem Jaspis am Uetliberg der Miocänagelfluh, nicht dem sog. Uetliberg-Conglomerat an. Dabei bemerkt derselbe, dass er schon vor einer Reihe von Jahren rothen Jaspis auf der Nordseite des Julier

in der Schweiz nachgewiesen, aber nur in Gesteinsstücken, welche als Geschiebe in Schweizer Flüssen (Rhein, Aare, Reuss, Limmat) oder auf sekundären Lagerstätten als Einschlüsse in jüngeren Conglomeratbildungen gefunden wurden. In dieser Seitenschlucht vom Val Trupchum konnte ich das Ausstreichende der rothen Aptychenschichten an der steilen, schüttigen Felswand nicht direkt erreichen, aber doch so viel feststellen, dass sie hier auf dem liasischen Fleckenmergel auflagern. Dasselbe Verhältniss wurde dann in dem obersten Theil des benachbarten Val Müschems in einem gut aufgeschlossenen Profil direkt festgestellt.

Bevor man im Hauptthale die Alphütte Porchêr erreicht, heben sich aus dem Schutt die dunkelfarbigten Liasfleckenmergel zu Tag heraus und stehen der Hütte gegenüber in einer hohen Felswand vollständig blossgelegt an. Es umschliessen hier die vorherrschenden Mergelschiefer dünne Bänke von Fleckenkalken wie im Val Saliens und am Mt. Motto bei Livigno. Die Schichten fallen hier unter 35° nach NW. und zeigen sich in der bizarrsten Weise zusammengefaltet, gekrümmt, verbogen und geknickt, dementsprechend von zahllosen weissen Kalkspathadern durchzogen und mit Kalkspathlinsen erfüllt. Die letzteren sind offenbar nachträglich gebildete Ausfüllungen der in Folge der Verbiegungen entstandenen Hohlräume. Trotz des enormen Drucks, welcher die Krümmung der Schichten bewirkt hat, kann man keine Spur von Schieferung an den Gesteinsschichten wahrnehmen und die in enge Falten scheinbar ohne Bruch in Folge der sog. latenten Plasticität (?) zusammengebogenen Gesteine erweisen sich in Dünnschliffen in zahllose Splitterchen zersprengt, die durch weisse Kalkspathsubstanz wieder zu einer festen Masse verbunden sind.

(Val d'Agnelli) massenhaft gefunden, aber darüber noch Nichts publicirt habe. Meinen Beobachtungen nach gehören jedoch diese rothen Gesteine den Sernfstufen u. nicht den Juraaptychenschichten an.

Diese Liasbildung hält nun durch das ganze obere Trupchum-Thal weit über die Alphütte Trupchum an. Trotz eifrigem Suchen in den ausgedehnten Schutthalden, die bis zur Thalsohle herabreichen, konnte ich ausser den reichlich vorkommenden Algenabdrücken, Spongien-Nädelchen und Belemniteneinschlüssen keine weiteren Versteinerungen auffinden, obwohl in der Churer Sammlung ein angeblich aus diesem Thal stammender *Ariet-Ammonit* aufbewahrt wird.

Ich verfolgte diese Liasschichten bis zu den Schneeflecken unter den Kalkspitzen des Piz Fier und konnte hier an mehreren Stellen deutlich beobachten, dass die Liasschiefer oben unter den ihnen ungleichförmig aufliegenden Kalk- und Dolomitschichten untertauchen. Es liegt hier also eine grossartige Ueberschiebung älterer Schichten über jüngere vor. Am Klamm-artigen Ausgang des Trupchum-Thals in das Innthal stehen schroffe Felsen der Sernfconglomerate an, deren Bänke einer Sattelumbiegung der an den Häusern Molins anstehenden Schichten zu entsprechen scheinen. In der Nähe ist am Innthalrande das Ausgehende eines Gypslagers bekannt. Das Verhältniss desselben zum Conglomerat ist wohl das nämliche, wie das im Trupchum-Thal erwähnte, was sich hier wegen des Gehängeschutts nicht direkt beobachten lässt. Geht man aber auf einem am Gebirgsfuss hinziehenden Weg nordwärts weiter, so kommt man sofort auf eine verebnete, hochgelegene Thaltterasse, auf welcher zahlreiche kesselförmige Vertiefungen wohl von ausgewaschenen Gypslinsen herrühren. Zugleich zeigen sich auch Spuren, dass früher einmal der Inn auf dieser Höhe geflossen ist. Auf der jenseitigen NW. Thalseite stehen an der Strasse von Scans nach Zernetz reichlich Bänke des aus zahlreichen Profilen bekannten tiefschwarzen Dolomits mit Hornsteinausscheidungen und kleinen weissen Knöllchen an, welche die nächste Schichtenreihe der Sernfschiefer und -Conglomerate zu bilden pflegen; daher wohl auch hier diese Ge-

steinslagen dem alpinen Muschelkalk gleichzustellen sind und der Fortsetzung des Kalkgebirgs auf der nördlichen Innseite gegen Albula und Piz Uersch hin entsprechen.

St. Moritz in geologischer Beziehung.

Der Hauptzug der dem krystallinischen Gebirge aufgesetzten jüngeren Schichten des Trias- und Jurasystems, welchen wir vom Ortler her westwärts bis zum Inn verfolgt haben, schlägt unterhalb Ponte eine Richtung über den Albula Pass und die hohen Berge von Bergün bis Oberhalbstein ein. Doch stösst man auch noch im obersten Engadin auf grössere Partien mesolithischer Ablagerungen, die durch mächtige Gneiss- und Granitstöcke vom Hauptzug getrennt sind, ursprünglich aber mit demselben im Zusammenhang gestanden haben. Das Verhalten dieser so zu sagen letzten Ausläufer des SW. Zweigs der inneralpinen Kalkkette näher kennen zu lernen, schien in Bezug auf das Auftreten der berühmten Mineralquellen von St. Moritz von besonderem Interesse.

Solchen abgesonderten, gleichsam zwischen die krystallinischen Felsmassen eingekeilten Schollen jüngerer, vorherrschend kalkig-dolomitischer Gesteinsschichten begegnet man in grösserer Ausdehnung auf den Höhen im NW. von St. Moritz. Sie beginnen hier in dem Gebirgsstock des Piz Padella, erstrecken sich dann über den wildzackigen Felsgrat der drei Schwestern zum spitzen Kegel des Piz Nair und zu einer Einbuchtung zwischen P. Julier und P. Suvretta, wo sie zwar nicht enden, aber auf einen schmalen Streifen zusammengezogen erscheinen. Von diesem Zug aus breiten sich zahlreiche, oft beträchtlich grosse Schollen über die benachbarten Berggehänge und selbst bis in die Thäler herab aus. Durch häufige Verstürzungen und durch viele beträchtliche Schichtenstörungen sind die Lagerungsweisen dieser jüngeren Sedimentgebilde und der Zusammenhang ihrer ein-

zelnen Glieder, aus welchen sie sich zusammensetzen, in hohem Grade verwickelt und schwierig zu beurtheilen. Wir haben es bei denselben nicht, wie es scheinen könnte, einfach mit einer Schichtenmulde zu thun, in welcher die Gesteinslagen zusammengebogen und in Falten gelegt worden sind, sondern es ist ein vielfach zerrissener, stückweise abgebrochener und abgesenkter, stückweise emporgefalteter, zusammengebogener und überschobener, deckenförmiger Aufbau über dem krystallinischen Grundgebirge, an dessen unteren Rändern grossartige Niederbrüche und Verwürgungen stattgefunden haben. In letzterer Beziehung sind es namentlich die ziemlich weit verbreiteten und mächtigen Gypsablagerungen, welche durch ihre leichte Zerstörbarkeit zu der erstaunlich grossartigen Zertrümmerung Vieles mit beigetragen haben.

Dazu gesellt sich hier noch ein weiterer zu Verwirrungen und Verwechselung Anlass gebender Umstand, dass nämlich, wie es in dem Alpengebiet ja so oft sich wiederholt, in verschiedenartigen Schichtenstufen petrographisch zum Verwechseln ähnliche, in versteinungsleerem Zustande schwierig zu unterscheidende Gesteinsbildungen wiederkehren. Es ist dies schon von den sog. Casanaschiefern erwähnt worden. Aber auch den grauen, schwach glänzenden Thonschiefern, welche der Phyllitreihe angehören, sehen gewisse graue, quarzitisches, stark glänzende Schiefer, welche über dem Sernfconglomerat ihre Stellung haben, überaus ähnlich und selbst dem Lias zuzurechnende, graue schiefrige Gesteine können leicht zu Verwechselungen Veranlassung geben. Aehnlich verhält es sich auch mit gewissen rothen Schieferschichten. Es ist bekannt, dass intensiv rothe schiefrige Gesteine mit dem immer noch räthselhaften Schichtencomplex von Oberhalbstein eng verbunden vorkommen und dass sogar gewissen Serpentinlagen mehrfach rothe thonige Schiefer angeschlossen sind. In fast gleicher Beschaffenheit kehren sie in der Stufe ober-

halb der Sernfconglomerate, welche den Werfener Schichten entsprechen, wieder, und kommen noch einmal in so unzweifelhaftem Schichtenverband mit Lias zum Vorschein, dass man über ihr liasisches Alter nicht im Unklaren sein kann. Endlich schliessen sich auch gewisse oberjurassische rothe Schiefer (Aptychen-Sch.), wie wir sie auch in dieser Gegend bei Scanfs kennen gelernt haben, dieser Reihe an.

Einer andern, öfter zu irrthümlichen Auffassungen verleitenden Erscheinung, welche überall in den Alpen sich wiederholt, begegnen wir auch in diesem Gebirgatheil. Es wechseln nämlich manche Gesteinslagen sehr rasch ihre Beschaffenheit sowohl in Bezug auf ihre Mächtigkeit, als auf ihre petrographische Ausbildung. An einer Stelle ungemein mächtige Conglomeratbänke verschwächen sich in ihrem Fortstreichen auf kurze Strecken so stark, dass man zur Annahme verleitet werden könnte, sie seien durch eine Verwerfung abgeschnitten. An anderen Stellen verlaufen sie bald in sandige Lagen, selbst in Casanaschiefer-ähnliche Schichten. Ebenso schwellen die bunten Sernfschiefer hier in grosser Mächtigkeit an, während sie dort zu schmalen Streifen sich zusammenziehen. Noch auffallender ist das plötzliche Auftauchen mächtiger Bänke von weissem, meist röthlich geflecktem oder geadertem Kalk da, wo sonst in der Nachbarschaft nur grauer Liasmergel entwickelt sich zeigt. Dieser Facieswechsel, den man kurz als Janismus bezeichnen könnte, spielt auch im Oberengadin eine grosse Rolle und es ist desshalb leicht erklärlich, dass man bei den sonst ungemein genauen Angaben und kartistischen Darstellungen Theobald's¹⁾, welche z. Th. schon durch H. Diener²⁾ Berichtigungen erfahren haben, manchen

1) Geolog. Beschreibung von Graubünden in d. Beit. z. geolog. Karte der Schweiz, III. 1886, S. 76 und ff.; dann Blatt XX der geol. Karte der Schweiz.

2) Geol. Studien im SW. Graubünden (Sitz.-Ber. d. Wiener Ak. d. Wiss. math.-naturw. Classe. Bd. 97, S. 607, 1888).

1893. Math.-phys. Cl. 1.

nicht zutreffenden Auffassungen begegnet. Eine vollständige Richtigstellung würde ein jahrelanges Studium in Anspruch nehmen. Die nachfolgenden Bemerkungen sollen und können nur einen kleinsten Beitrag hierzu liefern.

Die Hauptmassen der hohen Gebirge rings um St. Moritz bestehen aus krystallinischen Felsarten und zwar in der Gruppe der Bernina, des Piz Julier und Piz Ot weit vorwaltend aus Granit mit einem dazwischen eingeschobenen, aus NO. hereinragenden Keil von vorherrschend aus Gneiss bestehenden Schiefern. Vom Rath¹⁾ hat viele dieser Gesteine näher untersucht und genau beschrieben. Ich beabsichtige im Folgenden nicht ausführlicher auf die petrographischen Verhältnisse dieser Gesteine, soweit sie nicht direkt mit den Mineralquellen von St. Moritz in Beziehung stehen, einzugehen, beschränke mich daher nur auf einige wenige allgemeine Bemerkungen.

In den höchsten Gebirgsthellen umspannen granitische Gesteine halbkreisförmig nach SO., S. und NW. wie mit einem Rahmen das engere Gebiet von St. Moritz. Es sind weit vorherrschend die unter der Bezeichnung „Juliergranit“ bekannten, schwach grünlich gefärbten Abänderungen des Granits (Syenitgranit), welchem Hornblende, grünlich weisser Feldspath, Glimmer und eine Chlorit-artige Beimengung den eigenthümlichen Farbenton verleihen. In nicht scharf abzugrenzender Vergesellschaftung treten daneben der sog. Berninagranit und in mehr untergeordneter Verbreitung ein Gestein, welches seinem äusseren Aussehen nach mehr einem Diorit als einem Syenit gleicht, hinzu. Während zunächst bei St. Moritz der Syenitgranit den Gebirgsstock des Piz Rosatsch und die Berggehänge gegen das Innthal zu bildet und auch mit einer beträchtlichen Felsmasse auf der linken Innthalseite zwischen Dorf St. Moritz und Unter-Alpina aufragt, zieht sich zunächst an den Quell-

1) In Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1857, Bd. XI S. 211 und 1858, Bd. X S. 149; vergl. auch Theobald a. a. O. S. 22 und ff.

punkten der Säuerlinge am rechtsseitigen Gebirgsfuss ein schmaler Streifen des oben bezeichneten Diorit-ähnlichen Gesteins hin, aus dem die Mineralquellen unmittelbar hervorzubrechen scheinen. Dies gibt Veranlassung, dasselbe einer näheren Untersuchung zu unterziehen, als deren Ergebniss vorgreifend zu bemerken ist, dass das Gestein zu den aus Hornblende und Feldspath zusammengesetzten körnigkrystallinischen Massengesteinen der Dioritgruppe gezählt werden muss. Dasselbe ist mehr mittel- als feinkörnig krystallinisch ausgebildet und lässt deutlich mit unbewaffnetem Auge einen weissen Feldspathbestandtheil und dunkle fasrige Hornblende erkennen. Quarz und Glimmer fehlen gänzlich oder der letztere nimmt in Form mattschimmernder, perlgrauer Blättchen einen ganz untergeordneten Antheil an der Zusammensetzung des Gesteins. Da auf den Spaltflächen des Feldspaths, selbst in Dünnschliffen unter dem Mikroskop sich nur z. Th. eine deutliche in p. L. durch parallele Farbenstreifen erkennbare Plagioklastextur beobachten lässt, liegt die Vermuthung nahe, dass der Feldspathbestandtheil wenigstens vorwaltend als Orthoklas anzusprechen sei. Eine mit grösster Sorgfalt ausgelesene Probe des Minerals aus einem anscheinend frischen, von einer Felsprengung hinter dem neuen Bad gewonnenen Handstück liess wegen der Verwachsung weder nach dem äusseren Aussehen, noch nach dem spez. Gewicht eine scharfe Scheidung in zweierlei Feldspatharten vornehmen. Als Zusammensetzung ergaben sich nach einer vorgenommenen chemischen Analyse folgende Zahlenwerthe:

Kieselsäure . . .	64,00
Thonerde . . .	21,70
Kalkerde . . .	3,00
Kali	1,14
Natron	11,10
	100,94

In Dünnschliffen unter dem Mikroskop erweisen sich die Feldspathgemengtheile sehr zersetzt. Sie sind trübe, wolkig undurchsichtig oder schwach durchscheinend; in p. L. erscheint eine auf kleine, oft staubartige Flecken vertheilte Aggregatfärbung neben bald häufigeren, bald selteneren dunklen Parallelstreifchen, so dass eine Beimengung von Plagioklas nicht zweifelhaft ist. In manchen Stücken ist dieser Feldspath mit dunklen Parallelstreifchen sogar weit vorherrschend. Viele der Feldspaththeilchen sind durch eine auf den Spaltflächen angesiedelte grüne, wohl chloritische Substanz grünlich gefärbt. Diese optischen Ergebnisse im Zusammenhalt mit der chemischen Zusammensetzung weisen auf das Vorwalten eines Oligoklas-Feldspathes hin.

Die dunkellauch- bis braungrüne Hornblende ist breit nadelförmig entwickelt, feinfaserig und stark dichroitisch. Zuweilen kommen in Mitten grösserer Hornblendegruppen hellere Körnchen vor, die vielleicht einem Pyroxen angehören. Doch gelang es mir nicht, über dieses Verhalten volle Klarheit zu gewinnen.

Solche dioritische Gesteine verlaufen schon in nächster Nachbarschaft durch Hinzutreten von Quarz und Biotit in den hier weit verbreiteten Hornblendegranit. Bemerkenswerth ist, dass dieser an der Grenze gegen die krystallinischen Schiefer öfter scharfeckige Brocken des letzteren einschliesst, was zum Beweis seines jüngeren Alters dient. Auch pegmatitisch ausgebildete Gangadern von Granit mit blumig strahligem, weissem Glimmer in grossen Büscheln durchsetzen nicht selten den benachbarten Gneiss. In einem kleinen Steinbruch zwischen dem neuen Bad und dem Statzer See kommen in solchen Pegmatitgängen grosse Granaten vor, welche in eine ziemlich weiche, matterdige, Steinmark-ähnliche Substanz mit einzelnen noch unveränderten kleinen Partien zersetzt sind. Häufiger noch begegnet man

Quarzadern mit chloritischen Butzen und Rutschflächen, welche mit einer chloritischen Substanz überzogen sind.

Neben den granitischen Gesteinen nehmen weiter Gneiss und glimmerig-chloritische Schiefer sowie Phyllite einen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung des Untergrundes der Umgegend von St. Moritz. Von NO. her dringt über den Piz Languard und Murailg eine Fortsetzung der krystallinischen Schiefer über das Thal von Pontresina keilförmig gegen das obere Innthal vor und zieht, zwischen den Granitstücken eingeklemmt, an der Innthalspalte in schmalem Streifen gegen Silvaplana fort, um oberhalb des Silvaplaner und Silser See's sich wieder weiter auszubreiten.

Bieten schon die Granite durch ihren häufigen Wechsel in der Zusammensetzung eine grosse Anzahl von nicht leicht abzugrenzenden Abänderungen, so verstärkt sich dieser Wechsel der Gesteinsbeschaffenheit noch in erhöhtem Maasse bei den krystallinischen Schieferschichten. Gehen wir von dem Gneiss als Haupttypus dieser Gesteinsbildungen aus, so sehen wir in nächster Nähe von St. Moritz — um uns auf diese Gegend zu beschränken — ächte normale Gneisse in den zu Tag austreichenden Felsen zwischen Dorf St. Moritz und Pontresina besonders frisch aufgeschlossen an einem neu angelegten Fahrweg vom Nordende des See's nach Acla Silva mit NW. Einfallen anstehen. Sie verlaufen aber rasch in NW. Richtung durch Ueberhandnahme der Glimmer- und Quarzbeimengungen, dann durch Aufnahme von chloritischen und sericitischen Gemengtheilen in eine wechselvolle Reihe von geschichteten Gesteinen, welche man bald als Glimmer- und Quarzitschiefer, bald als Chlorit- und Sericitschiefer oder im Sinn Theobald's als Casanaschiefer bezeichnen kann. An dem Fussweg von Celerina nach Dorf St. Moritz und oberhalb des Dorfs bis zu dem Wasserfall am Südende desselben fortstreichend gesellen sich ihnen noch weiter dunkelgraue, glimmerig glänzende, thonige Schiefer vom Typus der Phyllite hinzu.

Vielfache Störungen, Schichtenwindungen und öfterer Wechsel in der Fallrichtung machen es schwierig, ihre Gliederung und Lagerungsanordnung genauer festzustellen. Im Allgemeinen lässt sich erkennen, dass die gneissartigen Schiefer sich zunächst an den Granit des Piz Rosatsch und Surlei am SO. Rand des Innthals hinziehen und dass die übrigen krystallinischen Schiefer im Hangenden sich ihnen anschliessen. Mit dem Thal von Pontresina ändert sich die Streichrichtung der Schichten, welche auf der NO. Thalseite von SO. nach NW. sich fortziehen und nach NO. einfallen. Es ist dadurch eine Störungslinie angezeigt, auf welche das breite Thal von Pontresina sich eingetieft hat. Auch die Gesteinsschichten nehmen hier einen anderen Charakter an, indem an den steilen Laretfelswänden bei Dorf Pontresina zwischen dem Gneiss Talkschiefer eingelagert sind, welche mehrere Bänke von Lavez- oder Topfstein einschliessen. Von dieser Lage stammt wohl die Wegsäule auf der Höhe des Julierpasses¹⁾, welche noch aus den Römerzeiten herrührt.

In den Gneisschichten von St. Moritz machen sich Zwischenlagen von Augengneiss mit grossen Ausscheidungen von Orthoklas in der Nähe der Meierei bemerkbar, während in der Nähe der unteren Alpina der Gneiss eine so dünne und zugleich ebenflächige Schichtung annimmt, dass man das Gestein als Dachdeckmaterial verwendet. Als seltenere Einlagerungen treten zuweilen Hornblende- und Diorit-schiefer auf.

Oberhalb der Thalenge von Campfer am SO. Rande des Silvaplanner See's und am N. Rande des Silser See's gewinnen grüne chloritische Schiefer und Phyllite mit zahlreichen Einlagerungen von Serpentin eine ausgedehnte Verbreitung. An den sog. Kalköfen oberhalb Sils machen sich zugleich z. Th. mächtige Bänke von fein krystallinischem,

1) Gumbel, Briefl. Mittheil. im N. Jahrb. f. M. etc. 1878, S. 296.

bis ins anscheinend Dichte übergehendem Kalk¹⁾ sehr bemerkbar. Seine blass ockerfarbige Verwitterungsrinde verräth einen Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul. Wir werden auf diese Kalkbildung später zurückkommen.

Auf der nördlichen Innseite steigen die krystallinischen Schiefer hoch an den Berggehängen zwischen den Granitmassen des Julier- und Piz Ot-Stocks, an denen sie anstossen, hinauf. Es sind hier vorherrschend chloritische und sericitische quarzreiche Schiefer mit Zwischenstreifen von bald Gneiss-, bald Phyllit-artiger Beschaffenheit. Wir begegnen solchen Schichten am Ausgang und auf grosse Strecken der Thäler Pedra grossa, Saluber (Cellerina) und Suvretta da St. Moritz aufwärts und auf den Weiden-reichen Berggehängen von Val Suvretta über die Alpen Giop, Nova, Laret, Margums, Clavatasch bis zum sog. Schafberg oberhalb Samaden.

Auf dem Fundament dieser Schiefer nun baut sich der grossartige Stock jüngerer Sedimentgebilde auf, welcher vom Piz Nair bis zum Piz Padella ausgedehnt ist. Diese Ablagerungen gehören der Fortsetzung jenes inneralpinen Zugs von Conglomeraten, bunten Schiefen, Trias- und Liaskalk- oder Dolomitschichten an, welche wir in einzelnen Gliedern vom Ortlerstock an bis zum Innthal bei Scans im Vorausgehenden kennen gelernt haben. Wesentliche Unterschiede in der petrographischen Beschaffenheit der verschiedenen Gesteinbildungen treten in diesen Kalkbergen bei St. Moritz gegenüber jenen des bisher betrachteten östlichen Zugs wenigstens nicht in auffallender Weise hervor. Eine grössere Verschiedenheit zeigt sich in den Lagerungsverhältnissen durch die grossartigsten Zerstückelungen, Verschiebungen, Zusammenbrüche und Verrutschungen, welche die Schichten im St. Moritzer Gebirge erlitten haben.

1) Diener, Geol. Stud. v. SW. Graubünden im Sitz.-Ber. der Wiener Ak. d. Wiss. math.-naturw. Cl. Bd. 97, 1888, S. 618.

Was die ältesten Lagen dieser jüngeren Gesteinsreihe anbelangt, so stellen sich auch hier im Liegenden jene sericitischen Quarzschiefer nun weiter im Osten ein, welche von dem benachbarten krystallinischen Schiefer schwierig zu trennen sind, weil sie ihr Bildungsmaterial ganz den letzteren entnommen haben. Theobald hat daher auch in dieser Gegend beide Bildungen unter seinen Casanaschiefer zusammengefasst, eine Bezeichnungsweise, welche, wie schon früher erörtert wurde, besser auf die soeben erwähnten tiefsten Lagen der jüngeren Schichtenreihe, nämlich auf die sericitisch-quarzitischen, durch ihre klastische Zusammensetzung gekennzeichneten, dünngeschichteten Schiefer beschränkt werden sollte. Obwohl sie in der Regel den Anfang dieses jüngeren Aufbau's ausmachen und fast überall bald in grösserer, bald in geringerer Mächtigkeit zum Vorschein kommen, so sind sie doch nach oben theils durch Zwischenlagerungen, theils durch Gesteinsübergänge mit dem auflagernden Conglomerat so eng verbunden, dass man beide stratigraphisch nicht getrennt halten kann. Die Conglomeratbildungen vom allgemeinen Typus der gewöhnlich Verrucano genannten Gesteine erlangen in der St. Moritzer Gegend eine ganz besondere Bedeutung durch ihre ungemein grossartige Entwicklung am Piz Nair, in welchem sie bis zur Höhe von 3060 m aufragen und — abgesehen von etwaigen Schichtenwiederholungen — eine Mächtigkeit von beiläufig 250 m erreichen.

Dieses oft breccienartige Conglomerat, welches unzweifelhaft dem Sernfgestein entspricht, ist hier eine meist schmutzig grünlich weisse, z. Th. röthliche oder ockerfarbige, dickbankig geschichtete Zusammenhäufung mehr oder weniger stark abgerollter Trümmer von Quarz und quarzigen harten Gesteinsarten, Sericitschiefer, Gneiss u. s. w. mit Eindrücken, welche mittelst einer kieselig sandigen, durch Vermengung mit aufgewühltem Untergrundsmaterial meist grün-

lich gefärbten Zwischenmasse verkittet sind. Manche Lagen haben das Aussehen, als beständen sie aus einem Haufwerk zertrümmerten Gesteins des darunter liegenden Schiefergebirgs. Oft haushohe verstürzte Blöcke dieser Sernfgesteine finden sich am Südfuss der Felspyramide des Piz Nair zu einem riesigen Trümmermeer angehäuft. Aus demselben tritt jene Conglomeratbildung gegen das Suvretta-Thal zu hervor, welche Theobald¹⁾, weil er in den beigemengten Kalkbrocken Trümmer der jüngeren Kalk- und Dolomitschichten erblicken zu können glaubte, in Uebereinstimmung mit Escher und Studer für ein Gebilde jüngeren Alters und zwar für ein liasisches hielt. Meine genauen Untersuchungen haben mich aber gelehrt, dass diese immer nur vereinzelt vorkommenden Kalkbrocken nicht der Trias, sondern jenen Kalkbänken entstammen, welche als Zwischenlagen in den Phyllitschiefer sich einstellen, wie z. B. an der früher erwähnten Stelle der sog. Kalköfen oberhalb Sils. Es verrieth sich diese Abstammung unzweideutig durch die krystallinische Beschaffenheit des Kalks und durch die gelbe eisen-schüssige Verwitterungsrinde. Diese Bänke gehören zweifelsohne derselben Conglomeratbildung an, welche die übrigen Felswände des Piz Nair ausmachen. Ausserdem heben sich noch einige Bänke dadurch von den anderen ab, dass sie, von der Ferne gesehen, roth gefärbt erscheinen. Dies zeigt sich besonders an einem Felsriff nahe unter dem Gipfel des Piz Nair, wo die hellgrünlich grauen Gesteine der höchsten Bergkuppe auf diesen braunrothen Lagen aufzusitzen scheinen. Bei einer näheren Untersuchung dieser abweichend gefärbten Conglomerate da, wo man über dieselben zum Gipfel emporsteigt, findet man, dass die abweichende Färbung davon herrührt, dass das Gestein an der Oberfläche

1) Theobald, Geol. Beschreibung v. Graubünden, 1866, S. 87.
Escher und Studer, Mittelbünden in d. Schweiz. Denkschr. III, S. 137.

von einer rostigen, gelbbraunen Verwitterungsrinde überzogen, im Uebrigen aber wie die anderen, vielfach breccienartigen Conglomeratbänke zusammengesetzt ist. Auch bei diesem Gebilde macht sich die bei so vielen Schichten der Alpen wahrnehmbare Eigenthümlichkeit, auf ganz kurze Strecken in Bezug auf Mächtigkeit und Beschaffenheit einem raschen Wechsel zu unterliegen, in besonders auffallender Weise bemerkbar. Die mächtige Felsmasse des Piz Nair setzt zwar ostwärts in einen schroffen Felsgrat fort, verschmälert sich aber beträchtlich und bricht, ehe sie die Val Saluber erreicht, an der Bergkante plötzlich ab. Wahrscheinlich liegt hier eine Verwerfung vor und der einer Fortsetzung dieses Zugs entsprechende Theil ist verschoben und auf dem Gehänge abgerutscht. Dieser rasche Wechsel dürfte darauf zurückzuführen sein, dass die mächtigen Gesteinsbänke an steilen Stellen der alten Küste aus groben, durch Brandung bearbeiteten und aufgehäuften Felstrümmern entstanden sind, während an selbst ganz benachbarten Meeresstellen das feinere, wenig reichliche Material nur die Bildung gering mächtiger Bänke zu Stande bringen konnte.

Eine weitere Reihe von Schichten, welche sich unmittelbar der Conglomeratbildung anschliessen und, soviel sich beobachten lässt, über derselben und nicht dazwischen gelagert sind, besteht aus fast durchweg dünn geschieferten, meist intensiv rothen, zuweilen grün gefleckten, mehr untergeordnet grauen und grünen, quarzigen, oft Kieselschiefer-ähnlichen oder Sandstein-artigen Lagen, welche das gleiche Aussehen wie die Werfener Schichten besitzen. Bei den sandigen, z. Th. glimmerreichen Zwischenlagen sind die Schichtflächen häufig wulstig uneben, zuweilen auch mit Wellenfurchen und Austrocknungsrippen bedeckt. Die grün gefärbten Abänderungen erinnern lebhaft an die sog. „Grünen“¹⁾ der

1) v. Gümbel, in Sitz.-Ber. d. Münchener Akad. d. Wiss. math.-phys. Cl. XIX, 1889, S. 386.

Mitterberg-Alpe bei Salzburg. Hellfarbige, gelb verwitternde dolomitische Einlagerungen fehlen auch hier nicht und weisse Quarzadern, auf denen zuweilen auch Epidot vorkommt, durchschwärmen häufig diese schiefrigen Gesteine und Conglomerate.

Auch diese Schichten scheinen in dem Gebirge von St. Moritz nicht allerorts an der ihnen zukommenden Stelle — wenigstens nicht in gleicher Mächtigkeit, wie am Piz Nair, wo der Steig durch die sehr steile, schüttige Trümmerhalde dieser Schiefer emporführt — entwickelt zu sein.

Ganz die gleiche Gesteinsreihe haben wir bereits auch bei Livigno und im Spölthal kennen gelernt. Dies berechtigt uns, diese buntfarbigen, kieseligen Schiefer und rothen Sandsteine mit den bunten Sernfschichten und die darunter lagernden Conglomerate mit den Sernfconglomeraten gleich zu stellen.

In der Gegend von St. Moritz gelingt es selten, die unmittelbare Auflagerung der auf die bunten Sernfschichten folgenden Gesteinsbildung in deutlichen Aufschlüssen zu Gesicht zu bekommen, weil durch die leichte Zerstörbarkeit der in dieser Region vorkommenden, oft sehr mächtigen Gypsstöcke und Rauhackenbänke die Gesteinsgrenze meist mit Schutt überdeckt ist und hier zugleich auch grossartige Verrutschungen Platz gegriffen haben. Es scheint nach oben zunächst eine schwache Lage von dichtem weissem, flasrig geschichtetem Kalk zu folgen oder es treten, wo nicht Rauhacke entwickelt ist, fein krystallinische, schmutzig graue, gelblich verwitternde, stark zerklüftete, oft von weissen Kalkspathadern durchzogene Dolomite auf, welche den von mehreren Fundstellen im Vorausgehenden geschilderten alpinen Muschelkalkschichten entsprechen. Stellenweise werden diese Lagen wohl auch durch die schon erwähnte Rauhacke- und Gypsbildung ersetzt oder sie sind mit dieser so innig vergesellschaftet, dass sich eine scharfe Grenze nicht ziehen lässt.

Die Rolle, welche die *Rauhwaacke*- und *Gyps*-führenden Schichten in diesem Gebirgsstock spielen, ist eine ausserordentlich wichtige. Denn darüber kann kein Zweifel herrschen, dass die grossartigen Niederbrüche, Verrutschungen und Lagerungsstörungen hier vielfach auf Verhältnisse zurückzuführen sind, welche durch völlige oder theilweise Auswaschungen und Auflösungen von Gypsstöcken herbeigeführt worden sind. Ein deutliches Bild der selbst jetzt noch nicht zur Ruhe gekommenen Zerstörungerscheinungen gewähren die mächtigen, zu Tag anstehenden, in grosse, säulenartige Pfeiler ausgenagten Gypsmassen oberhalb der Alpen Nova und Laret, an deren unterem Rande noch fortwährend die von der Höhe abstürzenden Felstrümmer in hohen Blockhalden sich anhäufen. Selbst das ausgedehnte Gypslager bei St. Peter oberhalb Samaden, welches fast bis zur Thalsohle herabreicht, kann nicht anders, als eine von der Höhe des Kar's zwischen Val Pedra grossa und der Valletta von Samaden aus beiläufig 2400 m herabgerutschte Scholle angesehen werden.

Zwischen St. Moritz und Val Saluber muss die Ueberschüttung der Berggehänge mit riesigen Gesteinstrümmern und oft Hügel-grossen Felsriffen, wie z. B. am Sass Muottas, Sass Ranzöl u. s. w. als das Werk der Zerstörung und Unterwaschung Gyps-führender, früher in höherer Lage vorfindlicher Kalkberge gedeutet werden. Aehnlichen Verstürzungen begegnen wir auf der ganzen Linie von den Suvretta-Seen über den mit Trümmerhalden überschütteten Pass gegen Ley Alv in die Val Saluber bis unter die Felswände der „Drei Schwestern“ und des Piz Padella. Selbst die Felsmasse von Sass Corviglia dürfte ihre gegenwärtige Lage einem solchen Zusammenbruch oder Bergrutsch zu verdanken haben.

Auch in Bezug auf die Ermittlung der Gliederung der weiter am Aufbau dieses Kalkgebirgs beteiligten Schichten fehlt es hier hauptsächlich in Folge dieser Störungen an

guten und fortlaufend aufgeschlossenen Profilen. Theobald¹⁾ lässt zwar auf die Rauhwaacke plattige Kalke, die er Virgloriakalke nennt, dann darüber Streifenschiefer und graue Lagen, nach ihm Arlbergkalke, ferner gelben Dolomit und obere Rauhwaacke (sog. Lüner Schichten) und endlich Hauptdolomit folgen. Mir scheint eine solche Gleichstellung mit nordalpinen Triasstufen mehr als gewagt, da, abgesehen von dem Mangel an Versteinerungen und klaren Aufschlüssen, auch die Gesteinsbeschaffenheit oder Aehnlichkeit hierbei keine zureichende Sicherheit gewähren. Eine von Theobald angeführte obere d. h. jüngere Rauhwaacke habe ich in diesen Bergen nirgends zu unterscheiden vermocht und es scheint mir überhaupt angemessener, auf jede weitere Parallelisirung bis zu den rhätischen Schichten zu verzichten, als ungenaue Grenzen zu ziehen. Es lassen sich allerdings an einzelnen Stellen gut charakterisirte Schichtenglieder unterscheiden. So finden sich z. B. am SW.-Fuss der Felswand des Piz Padella gegen die Scharte zwischen dieser Bergkuppe und jener der Drei Schwestern dunkelschwarze, auffallend ebenflächig geschichtete, plattige Kalke mit eingelagerten Mergelschiefen, ähnlich jenen oberhalb des alten Bades Bormio. Aber diese Schichten stehen ausser Zusammenhang mit tieferen Gliedern und besitzen keine Merkmale, sie einer bestimmten Stufe der nordalpinen Triasreihe gleich zu setzen. An anderen Stellen nehmen fein krystallinische Dolomite mit eigenthümlich verschlungenen, wechselnd dunkler und heller gefärbten Streifen, Flecken und Bändern einen breiten Raum ein und gewinnen sogar, wie es scheint, in den tieferen Regionen der Kalkbildungen stellenweise das Uebergewicht. Derartige Gesteine sind auch im Ortler Gebiet, im Spölthal und besonders charakteristisch in den Radstädter Tauern verbreitet. Ob wir sie mit dem Wetterstein-

1) Beiträge z. Geol. d. Schweiz. XX, S. 80.

kalk, mit dessen dolomitischen Lagen sie in ihrer petrographischen Beschaffenheit einige Aehnlichkeit besitzen, in Parallele stellen dürfen, lässt sich nicht bestimmter ermitteln.

In den höheren Lagen werden die Gesteine hellfarbig, feinsplittrig und Hauptdolomit-ähnlich. In den Schichten über dieser Region begegnen wir an einzelnen Stellen zwischen weicheren, mergeligen Lagen riffartig aufragenden Felsbänken eines dunkelgrauen Mergelkalkes. Derselbe umschliesst, wie die Durchschnitte an der Gesteinsoberfläche zeigen, grosse Mengen von Schalthierüberresten. Doch verhindert die Sprödigkeit des Gesteins, eine grössere Anzahl bestimmbarer Formen herauszuschlagen. Nur einzelne Korallenbüschel heben sich deutlicher heraus und lassen sich als *Thamnastraea rhaetica* bestimmen. Daneben zeigen sich dann noch Bruchstücke von Brachiopoden und Zweischalern, die wohl keinen Zweifel übrig lassen, dass wir Schichten der rhätischen Stufe vor uns haben. Einzelne Bänke besitzen auch eine oolithische Textur.

Solche Felsriffe rhätischer Kalke sind besonders auffallend oberhalb der Fontaina fraida im obersten Theil der Valletta von Samaden und neben dem Steig auf den Piz Padella, ehe derselbe in das Trümmerhaufwerk von Kalkblöcken hineinführt, entblösst. Auch sonst sind Bruchstücke dieser leicht kenntlichen Gesteinsschicht häufig im Gebirgsschutt zu beobachten, welche auf ein ausgebreitetes Vorkommen derselben hindeuten.

Ueber diesen mergelig-kalkigen dunkelfarbigten Schichten stellen sich weisse, sehr dichte, grossbankig geschichtete Kalke ein, welche petrographisch dem nordalpinen Dachsteinkalk ähnlich sind, meist aber kommt eine röthliche Färbung in demselben zum Vorschein und es durchziehen Rotheisenstreifen den Kalk, so dass eine grössere Uebereinstimmung mit dem Hierlatzkalke als mit dem Dachsteinkalk sich bemerkbar macht. Die Rotheisensteinausscheidungen

sind meist mit schwarzen Manganmineralien vergesellschaftet genau so, wie es in dem nordalpinen Gebiet z. B. an der Baieralp bei Kreut und an der Kammerkarwand der Fall ist. Zuweilen legen sich, wie z. B. auf der höchsten Spitze des Piz Padella, intensiv rothe Schieferthone zwischen die Kalke ein und vermitteln einen Uebergang in eine vorherrschend grau gefärbte Mergelschiefer-Facies, welche in diesem Gebirge eine grosse Verbreitung besitzt.

In den weissen oder röthlich weissen Kalken sind nun nicht gerade selten *Crinoideen*-Stiele und grosse *Belemniten* eingeschlossen, welche die Zugehörigkeit dieser Bildung zum Lias in erwünschter Weise bestätigen.

An anderen Stellen scheinen diese Kalke, welche Theobald vom Vorkommen am Steinsberg bei Ardetz Steinsberger Kalke benannt hat, durch graue, seltener rothe, dunkelfleckige Mergelschiefer (Fleckenmergel oder Algäuschiefer) ersetzt oder von letzterem überdeckt zu werden.

In diesen weichen, daher zur Bildung von schuttigen Trümmerhalden sehr geneigten Mergelschiefern liegen zahlreiche Bänke härterer, gleichfalls grauer und dunkel gefleckter Mergelkalkbänke, wie wir sie z. B. auch bei Livigno, im Trupchum-Thal und bei Tarasp kennen gelernt haben, eingebettet. Sie umschliessen gleichfalls *Belemniten*, während sich auf den Schichtflächen der Mergelschiefer sehr häufig reichlich verästelte Algen nach Art des *Chondrites latus* bemerkbar machen. Man darf diese Schiefer wohl mit voller Sicherheit als liasische ansprechen.

Jüngere Ablagerungen fehlen in diesem ganzen Gebirgstrich bis zu den Glacial-Geschieben, welche in grossartiger Verbreitung die Berggehänge und Thaltterrassen überdecken. Das Vorkommen grösserer aus Urgebirgsfelsarten bestehender Rollstücke dieser Art auf sehr beträchtlichen Höhen innerhalb der Region der Kalkberge mag vielfach Veranlassung gegeben haben, solche Findlinge für anstehen-

des krystallinischen Gestein zu halten, wie umgekehrt im Herrschaftsgebiet der krystallinischen Felsarten erratische Kalkgeschiebe als Bruchstücke benachbarter Kalkschichten anzusprechen.

In Bezug auf die Verbreitung und auf einzelne bemerkenswerthe örtliche Vorkommnisse der Trias- und Liasbildungen dieser Gegend kann ich mich um so mehr auf einige wenige Angaben beschränken als über diese Kalkberge ausführliche Schilderungen aus neuerer Zeit von Theobald und Diener vorliegen. Die kartistische Darstellung des Ersteren gibt, obgleich sie von einer ausserordentlich gründlichen Durchforschung des Gebiets Zeugniss liefert, ein zu schematisches Bild der Schichtenverbreitung, weil sie immer von der Annahme einer mehr oder weniger regelmässigen mulden- oder sattelförmigen Lagerung der Schichten ausgeht und zu sehr die ungeheueren Lagerungsstörungen, welche hier stattgefunden haben, ausser Acht lässt. Daher sehen wir auf der Karte die verschiedenen von ihm unterschiedenen und mit zu grosser Zuversicht nordalpinen Stufen gleichgestellten Schichtenglieder in zusammenhängenden fortlaufenden Bändern und Schlingen dargestellt. Dies entspricht meiner Auffassung nach nicht immer den Verhältnissen, von welchen die Verbreitung der Schichten abhängt und die vielfach auf Verwerfungen, Niederbrüche und Verrutschungen zurückgeführt werden müssen.

Zunächst mögen einige kurze Bemerkungen über den Aufbau des bereits früher schon theilweise geschilderten Piz Nair hinzugefügt werden, weil die NW. Abdachung dieser vorherrschend aus Sernfconglomerat bestehenden Bergpyramide einen bemerkenswerthen Aufschluss bietet. Es legt sich nämlich auf der NW. Seite dieses Bergs eine ähnliche breite Zone von bunten Sernfschiefern der Conglomeratbildung an, wie diejenige ist, über deren Schutthalde man zur Spitze oder wenigstens zu einem Felssattel nahe unterhalb

der höchsten Bergkuppe emporsteigt. Ueber ein solches grossartiges, auf dem Gehänge ausgebreitetes Trümmerhaufwerk zerfallener Schiefer kann man leicht zu den Seen des Suvretta-Thals abwärts gelangen. Es sind vom Gipfel weg intensiv rothe, graue und grüne sandige und quarzige, schiefrige Gesteine und untergeordnet rothe Sandsteine, in denen man vergeblich nach irgend einer Spur von organischen Ueberresten sucht. Diese Gesteine gehören ganz zweifellos den bunten Sernfschichten an. Ehe man jedoch den obersten der Suvretta-Seen erreicht, stellen sich plötzlich gleichfalls grau und roth gefärbte Schiefer ein, welche vielfach von Algenabdrücken strotzen und auch *Belemniten* umschliessen.

Dadurch aufmerksam gemacht, erkennt man dann auch die abweichende petrographische Beschaffenheit dieser Schiefer, welche den früher beschriebenen liasischen Fleckenmergeln zugezählt werden müssen. Sie tauchen hier offenbar in Folge einer Verwerfung unmittelbar neben den alten Triasschichten auf, welche dem äusseren Aussehen und der Färbung nach ihnen ungemein sehr ähnlich sind.

Am oberen kleinen Suvretta-See (2877 m) legt sich sodann über diese grauen Liasfleckenmergel gleichförmig — wahrscheinlich in überkippter Stellung — 20 bis 30 m mächtig weisslicher, meist blasseröthlich gefärbter dichter Kalk vom Aussehen des Hierlatz- oder Steinsberger Kalks an. Von hier kann man über ausgedehnte Schutthalden von grauen, oft gelblich verwitternden Mergelschiefern und Fleckenkalken zum Uebergangssattel in die Val Saluver oder Celerina emporsteigen. Auf der Sattelhöhe selbst tritt uns das Bild eines wildverworrenen Trümmermeers entgegen, welches durch einen Zusammenbruch ausgenagter weicher Mergellagen erzeugt wurde. Auf der rechten südlichen Thal-seite machen sich am Nordfusse des Piz Nair-Stocks wieder rothe und graue kieselige Schiefer bemerkbar, welche in grossen Schutthalden neben Trümmern von Conglomeraten

weithin thalabwärts fortziehen, während links gegen Sass Corviglia hin aus dem Schutt weissliche und grauliche, gelblich verwitternde, gutgeschichtete, von Hornsteinfasern durchzogene dolomitische Lagen sich herausheben und gegen Sass Corviglia fortstreichen. Weiter abwärts bei Ley Alv ist das Thal ausschliesslich von Schuttmassen krystallinischer Gesteine des Piz Saluver (Juliergranit und chloritisch-sericitischen Schiefern) überdeckt. Erst tiefer unten im Thal begegnen wir zwischen der Alpe Margums und Saluver da, wo der Bach durch eine Felsenenge sich Bahn bricht, einem vorzüglichen Aufschluss. Es steht hier auf der linken Thalseite in zwar nicht sehr mächtigen, aber sehr schroffen Felswänden das Conglomerat wie am Piz Nair nämlich Sernfconglomerat mit schwachen, durch die Bachsohle ausgewaschenen bunten Schiefern an. Dann erhebt sich auf der rechten südlichen Thalseite in gegen 50 m hohen schüttigen, fast senkrecht aufsteigenden Gesteinsschichten schwarze Rauhwacke, bedeckt von schwarzen, grossen Theils plattigen, Hornstein-reichen, auf den Schichtflächen wulstigen und von weissen Kalkspathadern reichlich durchzogenen dolomitischen Kalken vom Aussehen der sog. Guttensteiner Schichten. Mit der Rauhwacke zeigen sich Spuren einer Gypseinlagerung. Steigt man dann von der Alpe Margums auf einem Viehtriebspfad zur Höhe gegen Sass Muottas empor, so findet man anstatt einer Fortsetzung dieses Schichtenaufbaus oben ein flaches, mit Gesteinsschutt ausgeebnetes Gehänge, an dem nur da oder dort kleine, aus dem Grasboden vorstehende Felsköpfchen von schwarzer Rauhwacke uns zu der grossen Gypsablagerung oberhalb der Alpe Laret hinleiten. Von dem Fortstreichen der Conglomeratbildung geben nur einige Felsblöcke in einem Graben SW. von der Laretalpe schwache Andeutungen, während vereinzelte Trümmer oberhalb der alten Kirche von St. Moritz wohl nur von einem verstürzten und verrutschten, ursprünglich viel höher am Gehänge durch-

streichenden Zug abstammen können. Dazu gehören auch die grauen und rothen quarzitischen Schiefer, auf welche man gleich oberhalb des Dorfs St. Moritz am Wege zur Laretalpe stösst.

Auf den ausgedehnten weidreichen Gehängen zwischen dem unteren, in krystallinische Schiefer einschneidenden Theil des Celerina-Thals und der Val Pedragrossa sind die Aufschlüsse sehr spärlich. Der Boden wird auch hier meist von Gehänge- und erraticchem Schutt gebildet. Nur ober der Alpe Clavadatsch geben sich Spuren des hier durchstreichenden Sernfconglomerats zu erkennen. Die Ueberdeckung reicht bis zum Fusse der Steilwand des Piz Padella, an der oft hausgrosse Blöcke von Kalktrümmern in wirrem Durcheinander angehäuft sich hinziehen. An der südlichsten Ecke dieses Felsenmeers machen sich röthlich gefärbte Blöcke mit Adern von derbem Rotheisenstein besonders bemerkbar. Erst in dem sattelartigen Einschnitt an dem NO.-Fuss des Piz Padella, wo der Steig von der Valletta von Samaden heraufkommt, streichen graue und rothe liasische Fleckenmergel neben riffartig ausgewitterten Bänken des grauen, auch hier versteinungsreichen rhätischen Mergelkalks zu Tag aus und liefern das Material zu ausgedehnten Schutthalden.

Von hier zieht sich der Steig zur Spitze des Piz Padella über ein verebnetes Trümmerfeld verschiedener, durcheinander liegender Kalkblöcke, neben welchen noch bei 2700 m Höhe erratische Granitstücke angetroffen werden. Die ersten neben dem allmählig steiler ansteigenden Weg anstehenden Gesteine bestehen aus weisslichen und röthlichen Kalkschichten mit spitzig ausgewitterten Kieselfasern und Rotheisenstein-Schnürchen. Das Gestein gleicht vollständig dem sonst *Belemniten* einschliessenden Liaskalk. Auf der höchsten Spitze des Bergs sind mit diesen Kalken intensiv rothe thonige Schiefer und Rotheisenstein-Einlagerungen vergesellschaftet. Die Schichten fallen hier in St. 12 mit 30—35° nach N. ein, während

die durch eine Verwerfung getrennten, schmutzig grauen Schichten der westlichen Bergspitze, deren Gesteine den tieferen Triaskalken und -Dolomiten angehören, ein südliches Einfallen wahrnehmen lassen. Ein schmaler Streifen grauer Fleckenschiefer trennt beide Gipfel von einander, wogegen in dem Sattelleinschnitt zwischen dem Gebirgsstock des Piz Padella und jenem der Drei Schwestern, durch welchen man aus dem oberen Theil der Valletta von Samaden auf das Südgehänge zu den Quellpunkten des Val da Zuandra gelangen kann, rothe und graue Schiefer der tieferen Triasregion zu Tag austreichen. Unmittelbar daneben zeigt sich dementsprechend ein mächtiger Gypsstock mit Rauhwacke am Ostfuss der Steilwände der Drei Schwestern entwickelt, während ostwärts unter den Felswänden der Westspitze des Piz Padella schwarze, Hornstein-führende, oft breccienartig zusammengesetzte Dolomite anstehen und weiterhin unter eine grossartige Schutthalde zahlreicher von den höheren Wänden dieses Westgipfels herabgestürzter Felstrümmer untertauchen. Die Gesteine dieser Schutthalden gehören überwiegend gleichfalls schwarzen, vielfach dünnplattigen und breccienartigen Dolomiten an, wie wir sie an anderen Stellen als die hangenden Schichten der bunten Sernfschiefer kennen gelernt haben. Sie scheinen die Hauptmasse der westlichen Bergspitzen des Piz Padella-Stocks diesseits der erwähnten Verwerfungsspalte, wie auch das Felsenriff der Drei Schwestern auszumachen.

Durch die grossartigen Niederbrüche und Abrutschungen, welche die Felsmassen des östlichen Theils vom Piz Padella erlitten haben, werden uns die Verhältnisse leichter erklärlich, unter welchen sich die mächtigen Kalkriffe von Sass Muottas und Sass Ranzöl oberhalb St. Moritz in ganz isolirter Lage vorfinden. Diese Kalkköpfe dürfen unbedenklich als abgestürzte und verrutschte Ueberreste eines zerstörten Kalkgebirgs angesehen werden, welches vordem über der östlichen Fortsetzung des Piz Nair-Rückens aufgebaut war.

Beide Felsriffe bestehen aus dichtem, weissem und röthlich gefärbtem Kalk mit *Crinoideen*-Stielgliedern, wie solche den Lias des benachbarten Gebirgs charakterisiren, und dürfen wohl als liasische Bildungen angesehen werden. Das dickbankig geschichtete Gestein ist unregelmässig gelagert, von zahllosen, oft weit klaffenden Klüften zerspaltet und in grossen Klötzen verschoben. Mächtige Blöcke sind abgestürzt und am Fusse der Kalkwände zu einem wirren Felsenmeer angehäuft, während die Kuppen offenbar durch darüber fortgeschobene Gletschermasse rundbuckelförmig abgetragen sich zeigen. Geglättete Flächen und in den Spalten stecken gebliebene erratische Granitblöcke bestätigen es, dass die Abrundung dieser Felsen als die Folgen glacialer Arbeit anzuspochen sind.

Als eine weitere Abzweigung dieser grossartigen Verstürzung ist auch die ausgedehnte Blockhalde anzusehen, durch welche der Weg von St. Moritz zur Alpe Laret führt und welche abwärts bis nahe zur alten Strasse zwischen St. Moritz und Celerina reicht, wo in dem Wasserfall-artig steilen Bachrinnsal die häufig röthlich gefärbten Kalkblöcke auf einem Phyllit-artigen Schiefer auflagernd nicht selten liasische *Belemniten*¹⁾ und *Crinoideen*-Stiele enthalten. Die Blöcke sind so gross, dass man sie selbst zu Bausteinen verarbeitet.

Bemerkenswerth ist eine terrassenförmige Verebnung an dem sonst steilen nördlichen Berggehänge oberhalb St. Moritz auf etwa 2075—2100 m Höhe, welche sich von Alpe Giop bis Laret hinzieht. Hier finden sich zahlreiche sumpfige und z. Th. torfige Vertiefungen, welche wohl von früheren, jetzt mit Gehängeschutt angefüllten kleinen Bergseen aus der Glacialzeit abstammen. Eisenoocker-Absätze an den aus diesen Versumpfungen abfliessenden Wasseradern deuten hier auf

1) Theobald a. a. O. S. 94.

das Vorkommen Eisen-haltiger Mineralquellen. An einer an Ockerabsatz reichen Stelle geschöpftes Wasser enthielt jedoch bei 125 mg Gesamttrockenrückständen in einem Liter nur 0,5 mg Eisencarbonat.

Die Mineralquellen von St. Moritz.¹⁾

Es wurde das Auftauchen und die Verbreitung jüngerer Sediment- und Kalkbildungen in dem Gebirge von St. Moritz im Vorausgehenden ausführlicher geschildert, weil die Vermuthung nahe liegt, dass das Auftreten der berühmten Mineralquellen des Oberengadins mit diesem anscheinend aussergewöhnlichen Vorkommen von Kalkablagerungen in mitten der sonst krystallinischen Gebirgsmassen in ursächlichem Zusammenhang stehen könnte. Das ist nun keineswegs der Fall. Die Mineralquellen sind von diesen Kalkbildungen weder in Beziehung auf ihr Vorkommen noch auf die Mineralstoffe, welche sie enthalten, abhängig. Sie beschränken sich vielmehr auf das Gebiet der krystallinischen Felsmassen des Innthales, in welchem ihnen der Zug grossartiger Spalten den Weg zur Oberfläche öffnet. Es ergibt sich dies zunächst aus der Art und Weise, in welcher hier eine ganze Reihe von Mineralquellen mit nahezu gleichen Eigenschaften zu Tag treten. Nimmt man die altberühmte Paracelsus-Quelle als Ausgangspunkt an, so schliessen sich derselben nach verschiedenen und zwar sehr bestimmten Richtungen die übrigen Quellen unmittelbar an. In nächster Nachbarschaft ist es zunächst die sog. Badquelle, welche nach SW. hin zum Vorschein kommt, und weiter entfernt in ganz gleicher Richtung findet sich die Mineralquelle bei Surley. Dieselbe Richtungslinie weiter verfolgend, trifft man, wenn auch nur Quellspuren bei dem Maloja-Pass. In der geraden Ver-

1) Husemann, der Kurort St. Moritz und die Eisensäuerlinge. Zürich 1874, mit vollständigem Verzeichniss der älteren Literatur auf S. 147.

längerung dieses Quellenzugs nach NO. von der Paracelsus-Quelle aus wurde in nächster Nähe von letzterer erst in allerneuester Zeit die sog. Gartmann'sche oder Funtauna Surpunt-Quelle aufgeschlossen, welcher immer in gerader Linie nach NO. weiter hin mitten im Torfmoor die sog. Huotter'sche Quelle benachbart ist, bis endlich im Torfmoor am Statzer See sich, soweit bekannt ist, die letzten Spuren des Quellenzugs zeigen. Es ist nicht zweifelhaft, dass diese Ergüsse von Mineralwässern einer gemeinsamen, auf der gleichen Gebirgsspalte verlaufenden Quellenader angehören.

Ich habe bereits im Jahre 1876 diesen Zug der Mineralquellen geologisch untersucht und mich gutachtlich darüber geäußert, wo und in welcher Richtung neue Quellen aufgefunden werden könnten, nachdem die Frequenz der Badeanstalt es wünschenswerth gemacht hatte, über eine grössere Menge von Mineralwasser verfügen zu können. Die Gesellschaft glaubte damals das Risiko eines immerhin kostspieligen Unternehmens der Erschliessung neuer Quellen nicht wagen zu sollen. Daher kam es, dass später ein unternehmender Geist, der Kenntniss von meinem Gutachten erhalten hatte, in der von mir angegebenen Richtung Nachgrabungen mit dem glücklichsten Erfolge in nächster Nähe der Paracelsus-Quelle veranstaltete. Auf diese Weise wurde die neue Quelle von ganz ähnlichen Eigenschaften, wie die alten, entdeckt und eine neue grossartige Badeanstalt errichtet, welcher diese sog. Gartmann'sche Mineralquelle das erforderliche Wasser liefert.

Früher nahm man an, dass die geheimnissvolle Werkstätte der Mineralisirung der Quellen im Innern des Piz Rosatsch, des unmittelbar angeschlossenen gewaltigen Gebirgsstocks, der aus mächtigen Massen von Syenitgranit mit wechselnder Einlagerung von Granit und Diorit zusammengesetzt ist, zu suchen sei. Von der Paracelsus- oder neuen Quelle weiss man nach den bei ihrer erst 1853

vorgenommenen neuen Fassung gewonnenen Aufschlüssen, dass sie aus Spalten eines Syenit-artigen massigen Gesteins hervortritt, während es die Fassung der aus alter Zeit her bekannten sog. Badequelle¹⁾ ungewiss liess, ob hier das Wasser aus Granitfelsen oder auf der Formationsgrenze zwischen letzterem und krystallinischem Schiefer zum Vorschein kommt.²⁾

Ich hatte schon 1876 ermittelt und durch meine späteren Untersuchungen im Jahre 1888 und im letzten Sommer bestätigt gefunden, dass das Hervortreten der Mineralquellen bei St. Moritz von einem gemeinsamen Herde ausgehend von der Gesteinsart des Untergrundes unabhängig ist und in erster Linie von einem weit fortziehenden Spaltensystem bedingt wird, welches in einer schwach gekrümmten Linie aus der Gegend des Silvaplaner See's über Sur Ley durch die thal-ähnliche Vertiefung von Ley Nair und einer Reihe kleiner Wassertümpel streichend nach dem Kurhaus St. Moritz sich erstreckt, wo die Bad- oder alte und Paracelsus- oder neue³⁾ Quelle hervorsprudeln, dann weiter über die neu aufgeschlossene Gartmanns- (Funtauna Surpunt) und die Huotter-Quelle (Fontana della Maria Huotter) zum Torfmoor am Statzer See fortsetzt. Es ist dies dieselbe Richtung, welche ursprünglich auch dem Innthal seinen Lauf

1) Die Quelle war schon in alter Zeit bekannt und wurde 1525 bereits von Theophrastus Paracelsus als überaus heilkräftig gepriesen. Gleichwohl blieb die Quelle ziemlich unbeachtet. Noch 1830 stand ein einfaches Bretterhüttchen über der Quelle. Erst 1831 wurde ein Kurhaus mit 6 Badezimmern erbaut, das dann 1864 durch einen grossartigen Bau eine zeitgemässe Erweiterung erhielt. Auch jetzt noch findet eine stete, zweckentsprechende Weiterentwicklung der weltberühmten Anstalt statt.

2) Husemann, Der Kurort St. Moritz, Chur 1874; Führer durch Bad St. Moritz in Woerl's Reisehandbüchern.

3) Diese Quelle wurde erst 1853 gut gefasst; vergl. Husemann a. a. O., S. 93.

angewiesen hatte, bis die Gewässer sich mit der allmählichen Ausnagung des Rinnsals einen tiefer gelegenen Durchbruch von Campher her und unterhalb des St. Moritzer See's durch die Chaina dura verschafft hatten.

Diese Quellenspalte fällt nur streckenweise mit der Gesteinsgrenze zwischen dem massigen Syenitgranit und den angeschlossenen krystallinischen Schiefern zusammen, ohne sich jedoch strenge an diese Formationsscheide zu halten. Denn sowohl der Granit greift in der Cresta und unterhalb der Alpina nördlich über die Spalte und das jetzige Innthal hinüber, wie auch der Gneiss gegen die Alpe da Statz hin südwärts vordringt. Gerade diese Unabhängigkeit des Quellenzugs von einer Gesteinsmasse spricht für das Vorhandensein einer die Felsarten des tieferen Untergrundes ohne Unterschied durchschneidenden Gebirgspalte, die an den über Tag anstehenden Felsen sich kaum bemerkbar macht. Daraus ist dann auch die Beschaffenheit und der Gehalt der Quellen an Mineralstoffen erklärlich, bei welchen der Hauptsache nach Kohlensäure und gelöstes kohlensaures Eisenoxydul in den Vordergrund treten und den Quellen den Charakter von Eisensäuerlingen verleihen.

In früherer Zeit, als die Thalsole noch nicht so stark eingetieft war, wie gegenwärtig, scheint der Quellenerguss an höher gelegenen Stellen des südöstlichen Berggehänges stattgefunden zu haben. Darauf deutet der an zahlreichen Punkten des Bergabhanges zwischen dem sog. Quellenhügel und der Alpe da Statz beobachtete reiche Gehalt des braunen Bodens an Eisenoxydhydrat, der sich immer auf kleine Flecken beschränkt, während unmittelbar daneben gewöhnliche, hellgefärbte, aus dem zersetzten Untergrundsgestein hervorgegangene Walderde sich verbreitet zeigt, ohne dass ein entsprechender Wechsel in der Mineralzusammensetzung des Untergrundgesteins, von welchem die Beschaffenheit des Waldbodens abhängig ist, stattfindet. Solche ockerige Erde ent-

hält an einer Stelle des Bergabhanges 60 m oberhalb der neuen Quelle 19 % Eisenoxydhydrat, an einem anderen Punkte 75 m über der Paracelsusquelle 12 % derselben Beimengung, während der gewöhnliche Waldboden hier nur durch 4 % bis 6 % Eisenoxydhydrat ganz schwach gelblich gefärbt ist.

Der Gehalt der Quellen an Mineralbestandtheilen und an Kohlensäure lässt sich nebenstehender Zusammenstellung¹⁾ (S. 75) entnehmen.

Auffallend bei diesen Analysen ist, dass ein Kochsalzgehalt in dem Gartmann-Quellwasser ganz fehlen soll. Ich meine, es liegt dies an der Berechnungsweise und Auftheilung der im Einzelnen gefundenen Bestandtheile.

Der Gehalt an Carbonaten als Bicarbonate berechnet, beträgt in 10000 Gramm Wasser:

Bestandtheile	Paracelsus-Quelle	Badquelle	Gartmann's-Quelle
Calciumbicarbonat . . .	12,61028	11,15568	10,06124
Magnesiumbicarbonat . .	2,01060	1,98271	1,09252
Strontiumbicarbonat . . .	0,00095	0,00079	0,00065
Eisenbicarbonat	0,40217	0,33787	0,50552
Manganbicarbonat . . .	0,05537	0,04952	0,03696
Natriumbicarbonat . . .	3,16073	2,99921	—

Die Differenz in dem Gehalt der Quellen ist nicht beträchtlich und kann nicht als Beweis für die Verschiedenheit ihres Ursprungs herdes angesehen werden. Dieselbe lässt sich wohl durch die wahrscheinliche Annahme erklären, dass in den oberen Teufen zu den aus der Tiefe aufsteigenden Mineralwasserzweigen von anderen Wasseradern Zuflüsse hinzu-

1) Husemann, Der Kurort St. Moritz und seine Eisensäuerlinge, Zürich 1874, und Berry jun., D. Eisensäuerlinge von St. Moritz-Bad 1892.

Gehalt in 10,000 Gramm Wasser	Paracelsus nach Bosshard + 5,40° C.	Badquelle nach Bosshard + 5,40° C.	Gartmann- sche Quelle n. Traedwell + 7,0° C.
Natriumsulphat	3,16012	2,67182	2,48539
Kaliumsulphat	0,21172	0,19651	0,03455
Magnesiumsulphat	—	—	0,80357
Calciumcarbonat	8,75714	7,74700	6,98697
Magnesiumcarbonat	1,31924	1,30994	0,71696
Natriumcarbonat	2,23417	2,12001	—
Eisencarbonat	0,29160	0,24499	0,36654
Mangancarbonat	0,04004	0,03581	0,02673
Strontiumcarbonat	0,00073	0,00061	0,00050
Natriumchlorid	0,42848	0,39682	—
Magnesiumchlorid	—	—	0,13744
Ammoniumchlorid	0,01885	0,02021	0,01810
Lithionchlorid	0,00927	0,00891	0,00630
Magnesiumbromid	0,00132	0,00377	0,00120
Magnesiumjodid	0,00030	0,00010	—
Calciumfluorid	0,01691	0,00492	0,00180
Calciumphosphat	0,00290	0,00288	0,00151
Natriumnitrat	0,00370	0,00206	—
Magnesiumborat	0,03670	0,02558	0,02023
Thonerde	0,00040	0,00057	0,00635
Eisenoxydhydrat	0,05016	—	—
Kieselerde	0,59132	0,37150	0,62127
Sonstiges	Sp. ¹⁾	Sp. ¹⁾	Sp. ²⁾
Organische Substanz . . .	Sp.	Sp.	0,01498
Summa (berechnet)	17,17480	15,15501	12,23039
Summa (direkt bestimmt)	17,16050	14,91450	12,18500
Gesammtkohlensäure . . .	88,12601	36,89780	32,150
Freie Kohlensäure in ccm bei 0° C. und 760 mm L. D.	13652,0	13607,0	12655,9

1) Barium-, Caesium-, Arsen-, Kupfer-Verbindungen, dann Chlorlithium, Bromnatrium, Jodnatrium, Fluornatrium, Natriumborat, Ammoniumcarbonat (nach Husemann).

2) Im rothbraunen Quellenabsatz finden sich Spuren von Arsen, Kupfer und Kobalt; im Bodenschlamm auch Nickel (nach Husemann).

kommen. Ausserdem hängt Manches, wie oben erwähnt ist, von der Art der Ausrechnung der durch die Analyse gefundenen Zahlenwerthe ab.

Um den grossen Unterschied zwischen der Beschaffenheit dieser Mineralwässer gegen jene des gewöhnlichen Quellwassers ihrer Nachbarschaft deutlich zu machen, wird im Nachstehenden die Analyse eines zu Trinkwasser benützten Quellwassers bei St. Moritz mitgetheilt:

Kalkerde (Calciumoxyd)	0,0408	} In einem Liter Wasser.
Bittererde (Magnesiumoxyd)	0,0135	
Eisenoxyd	0,0004	
Kali	0,0032	
Natron	0,0054	
Thonerde	0,0018	
Kieselerde	0,0046	
Chlor	0,0009	
Schwefelsäure	0,0147	
Kohlensäure	0,0435	
	0,1288	

Eine gewisse Aehnlichkeit in der Zusammensetzung lässt sich nicht verkennen, doch ist der Gehalt der Mineralquellen mehr als 10 fach so gross als jener der gewöhnlichen Quellen.

Was nun zunächst die Kohlensäure anbelangt, so ist diese, als der eigentliche „Brunnengeist“, als das wesentlichste Element aufzufassen. Wie und wo sie entsteht, das wissen wir nicht. Nur so viel ist als bestimmt anzunehmen, dass sie auf der Quellenspalte aus der grössten Tiefenregion der Erdrinde emporsteigt, von den im Innern des Gebirgs circulirenden Gewässern aufgenommen wird und nur in dieser Verbindung mit Wasser die Arbeit der Zersetzung der durchflossenen Gesteine bewirkt. Aus dieser Zersetzung lässt sich der Gehalt der Quellen an den übrigen Bestandtheilen ab-

leiten. Dass hierbei Kalkcarbonat als ein so stark vorwaltender Bestandtheil sich bemerkbar macht, ist allerdings auffallend. Man kann denselben nicht wohl als ein Zersetzungsprodukt der allerdings im benachbarten Granit und Diorit vorkommenden Kalkfeldspäthe betrachten, weil ein entsprechend grosser Gehalt an Natrium und Kalium fehlt, noch auch mit dem Auftreten der benachbarten mesolithischen Kalkschichten in Zusammenhang bringen, weil diese Gebilde zu entfernt von der Quellenspalte liegen und nicht anzunehmen ist, dass eine Scholle derselben in der Tiefe eingekleilt zwischen den krystallinischen Gesteinen sich vorfinde. Sehr wahrscheinlich ist der Ursprung dieser Bestandtheile auf das Vorkommen der Eisen-, Mangan- und Magnesiumhaltigen Kalkeinlagerungen in den chloritisch-phyllitischen Schiefern zurückzuführen, wie solche z. B. am Silser See zu Tag austreichend im Vorausgehenden erwähnt worden sind. Nach den beobachteten geologischen Lagerungsverhältnissen lässt sich mit Grund annehmen, dass eine Scholle solcher kalkführender Schiefer von Surlei her längs der Quellenspalte in den Granit eingeklemmt vorhanden ist, welcher an das durchziehende Kohlensäure-haltige Wasser die Carbonate, hauptsächlich Kalkbicarbonat, abgibt. Die ziemlich reichlich vorhandenen Sulphate stammen wohl aus zersetztem Schwefelkies ab, der in den krystallinischen Schiefern reichlich enthalten ist. Gegen ihre Ableitung von den in der Trias dieser Gegend so mächtig entwickelten Gypsstöcken spricht der gänzliche Mangel an Calciumsulphat in allen diesen Mineralwässern.

Die Temperatur der Mineralquellen ist, wenn auch im Allgemeinen niedrig ($5,4^{\circ}$ — 7° C.), jedoch gegenüber der mittleren Jahrestemperatur ihres Ausflusssortes (beiläufig $+1,1^{\circ}$ C.) so hoch, dass sie die Quellen zu relativen Thermen stempelt. In dieser Beziehung ist eine Erscheinung sehr bemerkenswerth, welche ich zwar nicht selbst controlirt

habe, die mir aber vielseitig als richtig bezeichnet wird. Die Quellen sollen nämlich im Winter, sobald die benachbarten Berge sich in Schnee und Eis hüllen, nachlassen, selbst ganz zu fließen aufhören und erst im späteren Frühjahr, wenn Schnee und Eis schmilzt, sich neu beleben. Dies würde dahin zu deuten sein, dass der Zufluss des süßen Wassers von der Oberfläche her in die Quellenspalte nur dann erfolgt, wenn in den höheren Gebirgsteilen das Aufthauen von Schnee und Eis beginnt. Dieses Schmelzwasser kann nicht bis in beträchtliche Tiefe der Spalte eindringen; denn sonst würde die Quelltemperatur eine beträchtlich höhere sein. Es ist zu vermuthen, dass dieser Zufluss, indem er mit dem in der Tiefe circulirenden, ununterbrochen fortarbeitenden Zersetzungswasser in höheren Theilen der Quellenspalte sich vermischt, diesem die grössere Wassermenge liefert und dasselbe auch durch den Druck einer höheren Wassersäule zum Ausfliessen bringt. Auf solche Weise erklären sich alle die bei diesen Mineralquellen wahrgenommenen Eigenthümlichkeiten.

Was nun den Quellenzug selbst anbelangt, so begegnen wir — abgesehen von den geringen Spuren am Malojapass — dem ersten südlichsten Quellpunkte von Mineralwasser bei dem halbverschütteten Dorfe Surlei bei Silvaplana. Die durch den mächtigen Geröllschutt bis zu Tag aufsteigenden Exhalationen von Kohlensäure und der Absatz von Eisenoxyd gab Veranlassung, hier einen Versuchsschacht abzutiefen. Es gelang aber nicht, durch die sehr beträchtlich hohe Geröllaufschüttung, mit welcher ein wilder Gebirgsbach einen Theil des Silvaplaner See's ausgefüllt hat und auch jetzt noch fortwährend das Dorf Surlei mit gänzlicher Zerstörung bedroht, bis zum anstehenden Untergrundfels und zur eigentlichen Quellader zu gelangen. Zudem ist die Stelle stets der Gefahr der Beschädigung durch den erwähnten Wildbach ausgesetzt. Es unterblieb desshalb ein weiterer

Versuch der Quellfassung. Aus dem jetzt verfallenen Schacht, der mit ockerfarbigem Wasser ausgefüllt ist, steigen reichlich Blasen von Kohlensäure auf. Durch Tiefbohrungen liessen sich an dieser Stelle wohl günstige Resultate erzielen.

Der tiefe Einschnitt der Plana della Turba — ein alter Innflusslauf — führt uns in NO. Richtung an eine Reihe kleiner Seen vorüber zunächst zu den alten Quellen von Bad St. Moritz, deren Zutagetreten an dieser Stelle dadurch begünstigt wird, dass hier die Quellenspalte dicht an der steil aufsteigenden Felswand vorbeistreicht und nur von einer ganz geringen Schuttlage überdeckt wird. Dies gilt namentlich auch von der Paracelsus-Quelle, welche nach älteren Fassungsberichten direkt aus einer Felsenspalte mit 2,75 Minutenliter Schüttung hervorkommen soll, während die Badquelle in mitten von Schutt und Geröll in einem uralten hölzernen Behälter¹⁾ gefasst ist und 22 Liter Wasser in der Minute liefert. Die neue Gartmann'sche oder Funtauna Surpunt-Quelle, weiter in NO. Richtung von der Paracelsus-Quelle nur etwa 350 m entfernt, wurde angeblich in einem 6 m tiefen Schachte entdeckt, aber, wie mir scheint, erst durch eine vom Schacht aus gegen den felsigen Bergabhang getriebene Strecke gefasst. Sie liefert angeblich in der Minute 160 Liter Wasser, welches künstlich auf ein hochliegendes Reservoir gepumpt wird und von hier aus in die Trinkhalle oder zu den Bädern zurückfliesst.

Wieder etwa 1000 m weiter in NO. Richtung ist in mitten des an den St. Moritzer See sich anschliessenden Torfmoors durch reichlich aufsteigende Kohlensäureblasen und durch ockerigen Absatz eine weitere Stelle des Vorkommens einer Mineralquelle schon längst bekannt gewesen. Ein Versuch, diese sog. Huotter'sche Quelle unter dem Torfmoor

1) Vergl. Husemann a. a. O. S. 26, 79 und ff.

aufzuschliessen und zu fassen, stiess hauptsächlich wegen des grossen Zudrangs von Wasser auf technische Schwierigkeiten. Man durchteufte eine ungefähr $3\frac{1}{2}$ m mächtige Torfmasse, dann darunter noch etwa $\frac{1}{2}$ m Lehm und Geröll, ohne auf anstehenden Fels zu stossen. Ein jetzt noch offener Wassertümpel, in dem sich die Quelle durch aufsteigende Gasblasen und durch Ockerabsatz verräth, zeigt den Ort dieses leider missglückten Unternehmens an, welches nach dem heutigen Standpunkt der Technik jetzt ohne Zweifel mit besserem Erfolge durchgeführt werden könnte.

Endlich fand noch ein Versuch auf den zu der Fläche des Statzer See's gehörigen Torfgründen wieder etwa 1200 m weiter in NO. Richtung durch die Firma Rungger & Comp. statt. An dieser Stelle hatten gleichfalls aufsteigende Gase und Eisenockerabsätze das Vorkommen einer Mineralquelle verrathen. Doch hinderten Torf und mächtige Schutthäufung auch an diesem Orte bis zum eigentlichen Quellpunkt vorzudringen.

Noch zeigen sich Quellen mit Gasexhalationen an mehreren Orten bei St. Moritz. Besonders bemerkenswerth ist eine solche Süsswasserquelle (ohne Ockerabsätze) am SO. Ende des Statzer See's mit ungemein lebhaftem Aussprudeln von Gas, deshalb Funtauna alzeiente (?) genannt. Meine Untersuchung des aufgefangenen Gases hat gelehrt, dass dieses nicht aus Kohlensäure, sondern aus atmosphärischer Luft besteht. Es gehört diese Quelle nicht der weiteren Fortsetzung des Mineralquellenzugs an, was auch durch das Fehlen von Ockerabsätzen bestätigt wird.

Einer ähnlichen Quelle mit reichlichen Gasexhalationen begegnet man im Westende der Plaun da Statz. Hier wurde gleichfalls nach einer Mineralquelle gesucht. Doch fehlt jede Spur eines Ockerabsatzes und die aufsteigenden Gase scheinen gleichfalls aus atmosphärischer Luft zu bestehen.

Auch im St. Moritzer See¹⁾ selbst steigen an mehreren Stellen, namentlich gegen das SW. Ende hin zahlreiche Gasblasen aus dem Seeboden auf. Das Gas ist nicht untersucht, scheint aber gleichfalls nur atmosphärischer Luft anzugehören, welche ja aus zahllosen Gebirgsquellen mit dem Wasser in Form von Gasblasen aufsteigt, indem sie, von den in die Tiefe niedersitzenden atmosphärischen Niederschlägen mit fortgerissen, sich auf den Quellenadern ansammelt und mit dem aufsteigenden Wasser der Quellen wieder zur Oberfläche zurückkehrt.

Die in dieser Gegend zu Tag tretenden, oft sehr reichen Süßwasserquellen besitzen eine nicht sehr beständige Temperatur (Trinkquelle am Bad 4—5° C.; Quellwasser am Statzer See 4,8—5° C.), was davon herrührt, dass sie meist, ehe sie zum Vorschein kommen, auf längere Strecken durch Schutthalden von locker übereinander aufgehäuften Gesteinsblöcken hindurch sickern und auf diesem Wege der Einwirkung der wechselnden Lufttemperatur ausgesetzt sind. Selbst die Fontauna fraida im obersten Theil der Valletta von Samaden am Aufstieg zum Piz Ot bei 2694 m Meereshöhe mit einer Temperatur von ungefähr 1,5° C. zeigt sich von der Lufttemperatur stark beeinflusst, da diese im Jahresmittel zu Bevers, das bei 1715 m Meereshöhe nahezu um 1000 m tiefer liegt, nur 1,86° C. und in Sils Maria bei 1830 m nur + 0,9° C. beträgt.

1) Dieser See ist auffallend arm an thierischen Bewohnern. Von Schalthieren fand ich nur *Limnaea (Gulnaria) peregra* Var. *Heydenii* Kob. und *Planorbis rotundatus* Var. *gracilis* Gredl. Von Pflanzen wachsen im seichten Wasser *Hippuris vulgaris* L.; *Myriophyllum spicatum* L.; *Potamogeton gramineus* L.; *Potamogeton perfoliatus* L.; am z. Th. überschwemmten Uferlande *Ranunculus reptans* (nach gefälliger Bestimmung von Prof. Radlkofer) neben Rasen von *Amblystegium (Hypnum) riparium* (teste Dr. Holler), während die benachbarten Urgebirgsblöcke von der Flechte *Placodium murale* Schreb. (= *saxicolum* Pollich) (teste Arnold) überzogen sind.

Bergün.

Das Vorkommen von Eisenerzen bei Livigno, sowie jenes am Piz Padella bei St. Moritz hatte in mir ein besonderes Interesse für das bekannte Auftreten von Eisenerzen¹⁾ im Val Tisch bei Bergün erweckt.

Bekanntlich setzt das Kalkgebirge vom Unterengadin zwischen Scanfs und Ponte westwärts vom Innthal über den Albula-Pass und Piz Uertz, Piz d'Acla und das Tenzenhorn u. s. w. gegen das Landwasserthal und die Gegend von Davos fort. In mitten dieser grossartigen Ausbreitung mesolithischer Bildungen liegt im tiefen Thalkessel Bergün auf einem alten Seeboden, welcher durch die Rückstauung der Bergwässer oberhalb des querüber ziehenden mächtigen Felsendamms „der Stein“ gebildet wurde. Zwei grosse Seitenthäler münden hier von Osten her in das Hauptthal der Albula, nämlich Val Tisch und Val Tuors, und schneiden rückwärts tief in das Kalkgebirge ein. Ausserdem ist diese Gegend noch geologisch hochinteressant durch das sehr ausgedehnte Auftreten porphyrischer Gesteine unterhalb Stein bei Bellaluna und durch deren Beziehungen zu den ihnen benachbarten Sedimentgebilden.

Längs der Albulastrasse sind die Aufschlüsse von Ponte her wegen des meist hoch aufgehäuften Gehängeschuttes dürftig. Auf der südlichen Seite reicht das Felsenmeerartige Haufwerk vom Juliergranit weit herab und nordwärts steigen in steilen, unter reichberasten, nur in den obersten Bergtheilen nackten Gehängen liasische Schiefer bis zu den höchsten Bergspitzen empor. Nur die grosse Gyps- und Rauhwacke-Runse bei Crusch und oberhalb Weissenstein unterbrechen die Einförmigkeit der Schuttüber-

1) Dieses Erz wurde noch bis vor wenigen Jahren bergmännisch gewonnen und in dem benachbarten jetzt eingegangenen Hüttenwerke Bellaluna verschmolzen.

deckung und deuten auf ein Fortstreichen der Triasgebilde von Osten her gegen Westen. In der That begegnen wir auch bald unterhalb Naz einem kleinen Schichtenaufschluss neben der Strasse, wo das in so vielen Abänderungen bisher bekannt gewordene buntfarbige, kieselige Schiefergestein (Sernfschiefer) nach unten mit Uebergängen in Breccien- und Conglomerat-artige, dem Casanaschiefer ähnliche Lagen als Stellvertreter der ältesten Triasschichten auftaucht. Darüber zeigen sich schwärzlich graue, von weissen Kalkspathadern durchzogene Dolomitbänke mit eingeschlossenen *Crinoiden*-Stielen (untere Muschelkalk-Trias), welche dann in etwas höheren Lagen eine quer durch das Thal streichende Felsbarre ähnlich wie jene am „Stein“ bilden und zu einer Steinklamm mit einer Art Wasserfall Veranlassung geben. Von hier an abwärts verhüllt wieder Gehängeschutt und von beträchtlichen Höhen herabgestürzte Felsblöcke die im Grunde anstehenden Gesteine bis zum Thalboden von Bergün. Auch an der Ausmündung des Val Tisch ins Hauptthal herrscht bis auf beträchtliche Erstreckung aufwärts in Folge von Felsstürzen und einer durch das Thal streichenden Verwerfung grosse Unregelmässigkeit. Erst, wo auf dem nördlichen Thalgehäng oberhalb Sagliatz ein neu angelegter Alpweg sich ins Thal einzusenken beginnt, geht ein mächtiger Stock von Rauhwacke, offenbar die Fortsetzung jenes oberhalb Weissenstein, auch hier von Gyps begleitet, neben dunkelgrauen, weissgeaderten, kleinklüftigen, dolomitischen Gesteinschichten zu Tag aus. Von der Höhe herabgestürzte Felsbrocken eines rothen Conglomerats beweisen, dass in der Nähe auch das zu diesem Zuge gehörige Sernfconglomerat durchstreicht. Auf der Südseite des Thals dieser Stelle gegenüber verrathen schwarze Mergelschiefer das Auftreten von Liasschichten, zu welchen auch der Alpweg bei einer Brücke hinabführt. Von dieser Stelle an aufwärts hält das Thal die Richtung einer Verwerfungsspalte ein, so dass auf

der Nordseite das Gehäng mit Blöcken von sehr grobbröckigen Sernfconglomeraten, von rothem Sandstein, ferner mit Schollen rother, grüner und grauer, kieseliger Sernfschiefer und von schwärzlichem, weissadrigem, *Crinoideen*-Stiele einschliessendem Dolomit, welcher in wildzackigen Felsklippen hoch oben den Grat des Bergrückens bildet, überrollt ist, während auf der Südseite die schon erwähnten dunkelgrauen Liasschiefer und Fleckenkalke in ziemlich häufigen Entblössungen zu Tag austreichen und bis zu den höchsten Berggipfeln hinauf zu reichen scheinen.

Oberhalb der neuerbauten Hütte von Alpe Tisch¹⁾ reicht die Reihe der rothen, sandigen, den Werfener Schichten völlig gleichen Gesteinsschichten bis zur Thalsohle herab und hier ist es, wo man im Thal auf die jetzt verfallene Erzablagerungsstelle und am Gehänge auf die Halden alter Stollen des früheren Eisenerzbergbaus stösst. Die alten Baue ziehen sich am Gehänge aufwärts und über den Bergrücken des sog. Grubenkopfs zu einem ziemlich ausgedehnten Aufschlusspunkte, der bereits auf dem ins Val Plazbi abdachenden Gehänge liegt. Die Erze, welche sich zerstreut auf der Halde und in einem noch ziemlich grossen Haufen an der Ladestelle in Val Tisch vorfinden, bestehen aus körnigem Spatheisenstein in allen möglichen Uebergangszuständen zu Brauneisenstein, genau so, wie diese Erze im Werfener Schiefer bei Werfen in Lagern und Linsen vorkommen und bergmännisch gewonnen werden. Die Analyse eines ziemlich unzersetzten Stückes ergab folgende Zusammensetzung:

Eisenoxydul	43,35
Manganoxydul	4,25
Bittererde	4,50

1) Die auf der Karte aufgezeichnete alte Alphütte ist verlassen und eine neue an einer viel höheren Stelle in der Nähe des Wasserfalls hergestellt.

Kalkerde	3,45
Kieselsäure	10,45
Thonerde	0,40
Schwefel	3,50
Kohlensäure	32,75
	100,00

Dazu gesellen sich dann ziemlich mächtige Anhäufungen von dünnblättrigem Eisenglanz (Eisenglimmer), wodurch die Uebereinstimmung mit der Erzbildung bei Werfen noch weiter vervollständigt wird. Die Eisenformation bei Bergün gehört mithin, wie jene bei Werfen und in den Bergamasker Alpen, den ältesten Triasschichten an.

Im Hintergrund der Val Tisch gegen den Sattel in das Thal Plazbi, dessen Eintiefung durch die hier durchstreichende, leichter verwitternde Rauhacke und Gypsbildung bedingt ist, dringen die schwarzen Liasschichten des südlichen Berggehanges quer über das Thal nach Norden zu vor und bilden hier eine hohe nackte, schüttige Felsbarre, über welche der Thalbach in einen Wasserfall herabstürzt. Die Schichten sind an dieser Felswand stark gewunden, zusammengefaltet und geknickt. Dementsprechend werden sie von auffallend zahlreichen weissen Kalkspathadern durchzogen.

Aehnlich sind die geologischen Verhältnisse in der fast parallel verlaufenden Val Tuors. Am Eingang in dieses Thal erheben sich gleich bei Bergün unter mächtigem, über die ausgedehnte hohe Terrasse von Latsch ausgebreitetem Gehänge- und Eiszeitschutt dunkelgraue fleckige Liasmergel und -Schiefer, welche sich in dieser ganzen Gegend durch eine Neigung in länglich spiess- oder grobgriffelförmige Stücke zu zerfallen auszeichnen. Eingeleitet wird dieser Schichtenzug durch einige festere, sehr versteinerungsreiche Mergelkalkbänke. Die Sprödigkeit des Gesteins erschwert das Herauslagern sicher bestimmbarer Versteinerungen. Doch ge-

nügen die Fragmente und die auf den Verwitterungsflächen zum Vorschein kommenden Theile, um diese Bänke als rhätische zu erkennen. Die Schichten fallen eine Strecke thalwärts anhaltend nach NW. ein, biegen sich aber, ehe man eine zweite Brücke erreicht, an einem Riff hellen Kalks mit einer entgegengesetzten Neigung nach SO. um. Von hier an ist das Thalgehänge überrollt und ohne Gesteinsaufschluss bis zu einem nach Latsch führenden Seitenweg. Hier stehen schwarze Kalke mit Zwischenlagen von grünem Lettenschiefer an und schliessen sich unmittelbar einem sehr mächtigen System von schwarzer, gelb verwitternder Rauhwacke mit ausgedehnten Gypseinlagerungen an, genau so, wie oberhalb der Laretalpe bei St. Moritz. Nach einer kurzen durch Gehängeschutt überdeckten Thalstrecke folgt, diesem Gypsstock mit NO. Einfallen aufgelagert, eine mächtige Reihe wildzackig ausgewitterter tiefschwarzer, weiss durchaderter Dolomitschichten, welche an dem Gehänge gegen Piz Drosanto sich emporziehen. Diese Schichten sind knollig, wie aus verschlungenen Wülsten zusammengesetzt, in unregelmässig begrenzten Flecken heller und dunkler gefärbt, breccienartig und umschliessen zahlreiche, mit weissem Kalkspath ausgefüllte, *Crinoideen*-Stielen ähnliche Ausscheidungen; auch Hornsteinbutzen und -Adern fehlen eben so wenig, wie Versteinerungen, die sich an den ausgewitterten Spuren erkennen lassen und diese Schichten dem alpinen Muschelkalk zuweisen. Nach oben nehmen die Schichten eine ausgeprägt plattige Beschaffenheit mit wulstigen Schichtenflächen wie die nordalpinen Virgloriakalke an. Dazwischen liegen intensiv schwarze Dachschiefer-artig dünngeschichtete Schieferthone. Ein wahrscheinlich heruntergebrochenes Trumm dieser Gesteinsreihe liegt neben dem Wege auf der südlichen Thalseite entblösst. Was weiter aufwärts folgt, ist nicht durch direkte Entblössungen zu beobachten. Doch lassen ungemein zahlreiche Blöcke und Schollen von rothem Conglo-

merat, rothem und grünlichem Sandstein und quarzigem Schiefer, welche die Gehänge bei Tuorsdavant bedecken, darüber keinen Zweifel, dass auch hier die Unterlage der schwarzen Dolomitbänke die Sernfgesteine ausmachen. In einem Seitengraben nahe unterhalb Ponts d'Alp gehen diese Lagen auch zu Tag aus und bilden die Ablagerung, welche sich zunächst und unmittelbar an die vor den ersten Häusern von Ponts d'Alp anstehenden, nach NO. einfallenden chloritischen Gneisschichten des dann weiter ausgedehnten krystallinischen Grundgebirgs anschliesst.

Verfolgt man die Gebirgsbildung von Bergün abwärts gegen Filisur und Stuls, so begegnen wir hier neuen, höchst merkwürdigen Verhältnissen, welche durch das Auftreten ausgedehnter Porphyrmassen hervorgerufen werden und noch wenig bekannt zu sein scheinen. Durch einige kurze Bemerkungen möchte ich auf diese so leicht zugängliche Porphyrfundstelle die Aufmerksamkeit hinlenken. Es reiht sich dieses Vorkommen an das berühmte auf der Windgälle, dann an jenes des Sandhübels oberhalb Wiesen, bei Spinabad und selbst an jenes bei Fraine in den Bergamasker Alpen.

Wenn man von Bergün auf der Hauptstrasse abwärts gegen Filisur geht, so macht sich zuerst ein hoher felsiger Vorsprung bemerkbar, welcher die Thalebene von Bergün abschliesst. Der ganze Complex dieser Felsmasse, durch welche die Albula sich in enger, tiefer Schlucht Bahn gebrochen hat und die Strasse in die Gesteinsmassen ausgesprengt werden musste, heisst der „Stein.“

Die obersten Lagen bestehen aus kuppig gewölbten Bänken eines dunklen versteinerungsreichen rhätischen Mergelkalks, wie wir ihn am Eingang ins Val Tuors getroffen haben. Darüber liegen erst nach NW. fallend, dann sich muldenförmig umbiegend die in charakteristischer Weise zu grossgriffeligen Stücken verwitternden, dunkelfleckigen Lias-schiefer und mergeligen Kalke. In Folge dieser sich wieder-

holenden Schichtenbiegungen heben sich dann weiter abwärts aufs Neue die versteinerungsreichen rhätischen Mergelkalke hervor. Unter denselben folgt sofort die zur eigentlichen Klammbildung Veranlassung gebende mächtige Felsmasse eines wenig deutlich geschichteten, kleinsplittrig durchsprengten dolomitischen Kalksteins — des sog. „Steins“ im engeren Sinn —, der hier bedeutende Mächtigkeit gewinnt. Sobald man thalabwärts auf diesem steilsten Theil der Strasse zu einem vom Dorf Stuls herabkommenden Seitenthälchen, welches einer Schichtenstörung und Verwerfung zu entsprechen scheint, gelangt ist, kommen intensiv schwarze, z. Th. auch röthliche und grünliche, schiefrige, glimmerreiche, quarzitishe Schichten zum Vorschein, welche den bunten Sernfschiefern entsprechen. Gegen das Hangende zu nehmen sie eine mehr einförmig grünliche Färbung an, wechsellagern erst mit einzelnen breccienartigen Zwischenlagen und zeigen sich endlich mit zahlreichen dickbankigen, scheinbar geschichteten Gesteinsmassen vergesellschaftet, welche ihrem äusseren Aussehen nach einem Porphy¹⁾ angehören. Solche feste zahlreiche Bänke mit z. Th. tuffigen, z. Th. schiefrigen Zwischenbildungen, welche den Charakter der gewöhnlich Verrucano genannten Gesteinsgruppe an sich tragen, reichen bis abwärts zu dem jetzt auflässigen Eisenhüttenwerk Bellaluna und am Gehänge aufwärts einerseits bis zum Dorfe Stuls, andererseits hoch an den felsigen Gehängen des Chaval empor.

Gegen Filisur zu, oberhalb Stuls und am SW. Thalgehänge gehen Conglomeratbänke zu Tag aus, die der gewöhnlichen Sernfbildung angehören und im Dorf Filisur

1) Studer erwähnt in seiner Geologie der Schweiz dieses Vorkommen nicht und verzeichnet auf der entsprechenden Karte an der betreffenden Stelle nur Verrucano. Erst Theobald unterscheidet hier Porphy, über dessen Vorkommen er nur wenige Worte der Erläuterung beifügt.

von typischem rothem Sandstein und Schiefer der Werfener Schichten bedeckt werden.

Die Porphyranähnlichkeit des eben erwähnten Gesteins, welches in zahlreichen zackigen Felsrippen an den Gehängen vorspringt, wird dadurch verstärkt, dass die charakteristisch rhomboëdrisch geformten Bruchstücke in grossen Schutthalden über den Bergabhang ausgebreitet sind. Nur die so deutliche und regelmässige schichtenähnliche Lagerung in oft ziemlich dünnen Bänken könnte Zweifel erregen, ob hier wirklich ein Porphyrostock auftaucht.

Die mikroskopische Untersuchung sehr zahlreicher Dünnschliffe aus den verschiedensten Bänken haben dies jedoch unzweifelhaft festgestellt und es ist nur die Frage über die Ursache dieser bankartigen Absonderung des Gesteins, bei welchem übrigens eine gewisse Analogie mit den sog. schieferrigen Porphyren der Windgälle und von zahlreichen anderen Fundorten, z. B. mit dem sog. Rofnaporphyr¹⁾ in der Schweiz nicht zu verkennen ist, näher zu erörtern.

Der Porphyr von Bellaluna²⁾ trägt nach den Dünnschliffen durchweg den Charakter eines Quarzporphyrs an sich. Er besteht vorherrschend aus einer meist blass meergrünen Grundmasse mit reichlich eingestreuten fast wasserhellen Quarzkörnchen, trüben Feldspathausscheidungen und meist spärlich beigemengten, schwarzen und hellen Glimmerschüppchen. Seltener sind mehr oder weniger rothgefärbte Bänke und hell fleischfarbige Abänderungen zu beobachten. Die Grundmasse ist ziemlich gleichartig krystallinisch ausgebildet und zeigt in p. L. schwache, ins Feinste gehende Aggregatfarben. Dunklere Flecke, Streifen und Faserzüge

1) Vergl. Heim in Beit. z. geol. Karte d. Schweiz. 25. Bd. S. 380 und Studer, Index d. Petrogr. S. 204.

2) Das Folgende ist nur eine vorläufige Schilderung der petrographischen Beschaffenheit; eine eingehendere Beschreibung werde ich an anderer Stelle geben.

unterbrechen die sonst gleichförmigen, lichtgrünlichen Bestandtheile und nehmen, wie die zu der bankartigen Absonderung senkrecht genommenen Dünnschliffe deutlich erkennen lassen, einen parallel-fasrigen Verlauf, der den Eindruck einer Schiefer-artigen Textur hervorruft und dem Gemengtheil eine Aehnlichkeit mit dem Sericit, wie er gewöhnlich in den schiefrigen Gesteinen der Alpen aufzutreten pflegt, verleiht. Ich erachte die Substanz jedoch nicht für sericitisch und die verschiedenartige Parallelstreifung für eine Fluktuationserscheinung in der quarzig felsitischen Grundmasse. Denn es kommen auch Lagen oder Bänke vor, in welchen die Mesostasis diese Streifung nicht besitzt, sondern einfach mikrokrySTALLINISCH entwickelt ist. Nur in einzelnen Fällen beobachtet man eine rothe staubartige Substanz so reichlich eingestreut, dass das Gestein im Ganzen eine rothe Farbe annimmt. In anderen Fällen scheint die Grundmasse nur die Rolle eines Bindemittels zwischen trümmerigen, kleinen Mineraltheilchen und Gesteinsstückchen zu spielen, so dass daraus Uebergänge in geschichtete Tuffe, Trümmernlagen, Breccien und wirkliche Schiefer hervorgehen.

Alle diese Gesteinsabänderungen enthalten mehr oder weniger häufig Quarzkörnchen, welche zwar keine Krystallform wahrnehmen lassen, aber doch meist mit scharfen, gradlinig verlaufenden Rändern begrenzt sind, nur ausnahmsweise rundliche Umrisse besitzen oder in die Grundmasse zu verfließen scheinen.

Diese Quarzkörnchen sind fast ausschliesslich wasserhell, selten von unreinen parallelen Streifchen durchzogen; sie umschliessen jedoch zahlreiche, von Gasbläschen erzeugte Wolken und Striche. Fast ausnahmslos sind sie von zahlreichen Rissen zerspalten, in einzelne Theile auseinander gesprengt, aber nicht stark verschoben. Denn i. p. L. zeigen die verschiedenen Theile durchweg gleiche Farben, welche zuweilen bei keilförmig verschieden dicken Blättchen wechselt.

Nur in einzelnen Fällen konnte eine undulöse Auslöschung beobachtet werden. Eine Umformung des Quarzes in ein gestrecktes linsenförmiges Korn wurde nie wahrgenommen. Die etwas klaffenden Risse sind meist mit derselben Substanz, aus der die Mesostasis besteht, ausgefüllt und zuweilen ist diese Ausfüllungssubstanz quersfasrig gestreift. Sackähnliche, von der Grundmasse ausgehende Einbuchtungen in die Quarzmasse von gleicher Beschaffenheit wie die Grundmasse kommen häufig vor und dringen oft tief in die Quarzkörner ein.

Die sehr zahlreichen Feldspatthausseidungen besitzen auf den Spaltflächen meist lebhaften Glanz ohne Parallelstreifung. Sie kommen theils fleischfarbig, theils weisslich gefärbt vor. In Dünnschliffen zeigen sie meist milchig trübe, in p. L. schwache bunte Färbung, die oft aggregatartig, nie parallelstreifig wechselt, selbst nicht, wenn sie, wie es zuweilen der Fall ist, parallele dunkle Streifen wahrnehmen lassen. Diese Feldspaththeile gehören daher mit grosser Wahrscheinlichkeit dem Orthoklas in verschiedenen Stadien der Umänderung und Zersetzung an. Im Gegensatz zum Quarz sind diese Feldspatthausseidungen nicht zerklüftet oder zerrissen und in einzelne Theile zerstückelt.

Am meisten verändert sind die Glimmerbeimengungen, sowohl die dunkel gefärbten, wie die hellen. An den von ersteren eingenommenen Stellen finden sich dunkle Körnchen zwischen lichten Streifchen ausgeschieden und bilden theils unregelmässige Häufchen, theils einen schmalen Rahmen um die Aussenseite der Glimmerblättchen. Auch die hellfarbigen Glimmerschüppchen sind vollständig opak und von dunklen Parallelstreifchen durchzogen.

Neben diesen regelmässigen Einsprengungen kommen auch noch Eisenmineralien — wahrscheinlich zersetztes Magnet-eisen und Schwefelkies —, neugebildete Kalkspathkörnchen und ziemlich häufig theils rothe, theils gelbe unregelmässig umgrenzte Ausscheidungen etwa von der Grösse der Feld-

spaththeile vor. Sie scheinen Bruchstücken eines fremden Gesteins zu entsprechen, welche in die Teigmasse des Porphyrs aufgenommen worden sind. Durch ihre Anhäufung entstehen jene trümmerartigen Breccien, welche einestheils zu Casanaschiefer hinneigen, anderntheils dem Sernfconglomerat ähnlich werden.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass der petrographische Charakter des Gesteins von Bank zu Bank wechselt, ohne jedoch die Beschaffenheit eines eruptiven Porphyrs zu verlieren. Ausgenommen sind die weichen Zwischenschichten, welche entweder deutlich die Beschaffenheit eines sedimentären Schiefers oder von tuffigen, selbst breccienartigen Lagen erkennen lassen.

Ganz dieselbe bankartige schieferähnliche Ausbildung in der gleichen Vergesellschaftung mit sog. Verrucano fand ich auch in dem Porphyr des Sandhübels bei Wiesen, an der Mayenfelder Furka und am Kummerhübel W. v. Frauenkirch unweit Davos.

Noch bemerkenswerther ist ein vollständig gleiches Vorkommen zwischen den rothen Conglomeratbänken, welches ich unfern des Spinabades bei Davos im Landwasserthal beobachtete, weil hier ein grösseres Porphyrvorkommen nicht bekannt ist. Auf die Aehnlichkeit des sog. schiefrigen Porphyrs von der Windgälle und des sog. Rofnaporphyrs ist schon früher hingewiesen worden. Ausserdem werden von C. Schmidt¹⁾ noch Quarzporphyrschiefer von Piz Cavel und bei Fronscha im Hintergrund des Somvixer Thales erwähnt. Aehnliche anscheinend schiefrige Porphyre habe ich in den Südalpen bei Fraine²⁾ unfern Lovere am Iseosee nachgewiesen. Auch gewisse zu dem Besimaudite gerechnete

1) C. Schmidt im Anhang zu den Beiträgen zur geol. Karte der Schweiz 1891, 25. Lief. S. 28 und 29.

2) v. Gümbel, in den Sitz.-Ber. d. Münchener Ak. d. Wissensch. math.-phys. Classe, 1880, S. 197.

schieferartige Porphyre¹⁾ gehören in die Reihe dieser Ausbildungsweise des Porphyrs. Dieselbe erweist sich demnach als eine im Alpengebiete weit verbreitete und deshalb besonders zu beachtende Erscheinung, welche mit der Bildung der ausseralpinen Porphyroide nicht zusammengeworfen werden darf. Die Häufigkeit des Vorkommens solcher sog. Porphyrschiefer in den durch starke Zusammenfaltung der Gesteine ausgezeichneten Alpen scheint zu Gunsten der schon mehrfach ausgesprochenen Annahme²⁾ gedeutet werden zu können, dass die eigenthümliche Struktur dieser Porphyre auf dynamometamorphische Wirkungen zurückzuführen sei. Ich kann diese Ansicht nicht theilen, weil auch die äussere Form der Gesteinslagen eine schichtenartige Ausbildung erkennen lässt und die Bänke wohl abgegrenzt zwischen geschichteter Ablagerung eingebettet vorkommen. Auch die innere Textur des Gesteins entspricht nicht einer durch Druck entstandenen Streckung und Schieferung, wie sie bei dem Plattenporphyr, z. B. bei Auer unfern Bozen, sich beobachten lässt. Ich halte diese Entwicklung für eine deckenförmige Ausbreitung einer eruptiven Porphyrmasse, welche sich während der Ablagerung von Sedimentschichten vielfach wiederholte, wobei durch rasche Abkühlung ein Zerreißen und Zerklüften der Quarzausscheidungen erfolgte, während die Bewegung der Masse die durch die Streifung der Mesostasis angedeutete Fluktuationerscheinung hervorrief.

Anhangsweise sei darauf aufmerksam gemacht, dass im benachbarten Dunkengebirge oberhalb der Stulser Alp über den Porphyrdecken und den damit verbundenen Conglomeratbildungen Rauhwacke zu Tag tritt; auf diese folgt dann intensiv schwarzer Kalk, wie am Bärentritt bei Wiesen im Landwasserthal, welche von Kalkmergeln voll von leider

1) v. Gümbel, in den Sitz.-Ber. d. Münchener Ak. d. Wissensch. math.-phys. Classe 1892 XXII, 158.

2) Rosenbusch, Mikrosk. Physiogr. d. mass. Gest. II. Aufl. S. 411.

nicht freizulegenden Versteinerungen und einer Lage grünlich grauem Sandstein begleitet werden. Die Rauhwacke zieht sich in einer Mulde fort bis über die Passhöhe nach Dörfli, während der schroffe Grat des Dunkan sich aus den sehr mächtigen Schichten des schwarzen Kalks aufbaut.

Die Thermen von Pfäfers.¹⁾

Im Anschluss an die Beiträge zur Kenntniss der geologischen Verhältnisse der Thermen von Gastein, Bormio und des Brennerbades¹⁾ füge ich hier einige kurze Bemerkungen über die Beziehungen der warmen Quellen von Pfäfers zur Geologie ihrer Umgebung, insbesondere der Schiefergebilde, denen sie entspringen, bei.

Wir verdanken über diese Gegend eine eingehende geologische Beschreibung Escher's v. d. Linth²⁾ und Theobald's.³⁾ Letzterer bezeichnet die Gesteine der nächsten Umgebung der Thermen als Flyschschichten, mit welchen zugleich *Nummuliten* führende Kalkbänke vergesellschaftet seien. Escher bemerkt über diese Gegend unter Anderem: „Die Grundlage des ganzen Gebirgsstocks ist ein gneissartiges Gestein und darüber folgt eine bis 60 m mächtige Kalkbildung von Lias und Eisenoolith und dann die Hauptmasse des den Calanda und den Riegelkopf bildenden Jurakalks mit etwas Kreide. Daran schliesst sich eine sehr mächtige Bildung dunkelgrauer thoniger Schiefer, Sandsteine und untergeordneter Kalklagen mit *Nummuliten* und *Fucoiden* auch in der Taminaschlucht.“

1) J. Fr. Kaiser, Die Therme von Ragaz-Pfäfers 1869; vollst. Lit.-Verzeichniss das. S. 81; Oesch, D. Heilquellen d. Bad Pfäfers, 1887.

2) Escher v. d. Linth, Ueber die Thermalquellen von Pfäfers in: Mittheilungen der naturforsch. Gesellschaft in Zürich 1849. I, Heft 2, S. 77.

3) G. Theobald, Naturbilder aus den rhätischen Alpen, 2. Aufl. 1862, S. 63 und in J. Fr. Kaiser a. a. O., Geologie S. 98.

Ich beabsichtige hier nicht, mich über die weitere Umgebung des Quellenbezirks auszusprechen, da wesentlich Neues zu den vortrefflichen Schilderungen Escher's und Theobald's nicht mitgetheilt werden könnte. Es sei nur auf die Thatsache aufmerksam gemacht, dass wir hier im Calfeuser Thal bei Vättis und im Gebirgsstock der grauen Hörner in mitten der nördlichen Kalkalpenrandzone einen, wie es scheint, stehen gebliebenen alten Urgebirgspfeiler vor uns sehen, der von Tödi her sich vom Hauptstock abzweigt und erst im Gebirge des oberen Montafun aus den sedimentären Ablagerungen der Landquart-Bucht wieder sich mächtig hervorhebt. Um diese Reste alter Urgebirgsstöcke legen sich nun zunächst die Strandgebilde des sog. Verrucano's (Sernfconglomerat) an. Darüber folgen rothe, dem Buntsandstein petrographisch völlig gleiche Sandsteinbänke in sehr beträchtlicher Mächtigkeit, dann rothe Schieferletten (3 m), Bänke weissen Sandsteins (5 m), Rauhwacke (10 m), ferner Steinmergelbänke (z. Th. sog. Röthidolomit) (25 m), rothe Steinmergel und rothe Schiefer im Wechsel mit gelb verwitternden harten Mergeln (6 m), weisser sehr harter Sandstein (3 m), gelb verwitternde dolomitische Lagen (2 m), endlich graue blättrige, sandige Schiefer (2 m) bedeckt von einer liasischen Pentacrinitenbank, welche, an sich wenig mächtig, von oolithischen Doggerschichten überlagert wird. Es ist dies der Typus für ein grösseres Gebiet der nördlichen Kalkalpenzone der Schweiz (Glarner Provinz), welches dadurch sehr bestimmt charakterisirt ist, dass alle Schichten zwischen Buntsandstein und Dogger auf ein Minimum reducirt sind, während Malm, cretacische und Eocängebilde sich mächtig entwickelt zeigen.

Was nun die nächste Umgebung der berühmten Thermen von Pfäfers anbelangt, so ist vorerst zu bemerken, dass die vielgenannte enge und tiefe Thalschlucht der Tamina, durch welche die Strasse von Ragaz nach dem Bad Pfäfers führt,

uns an zahlreichen Entblössungen der anstehenden Schichten vorüberführt, die grossentheils in der Richtung der Strasse von SSW. nach NNO. streichen und im Allgemeinen unter $35-40^{\circ}$ nach SSO. einfallen. Sie stehen in einer hohen, nackten Felswand auf der Ostseite des Thals an, während auf der Westseite neben der Strasse streckenweise mächtiger Gehängeschutt das Ausgehende der Gesteinsschichten überdeckt. Es sind weit vorherrschend auf der ganzen Länge der Entblössung gleichartig dunkelgraue, durch Verwitterung aschfarbige, dünngeschichtete, schuppig zerfallende Mergelschiefer, auf deren Schichtflächen häufig kleine, körnige Erhöhungen, unregelmässig, oft bandartig verlaufende, dunkler gefärbte Flecken und von zersetztem Schwefelkies herrührende — Echinidenstacheln ähnliche — ganz kleine stabförmige Einschlüsse sich bemerkbar machen. Die dunklen Flecken nehmen zwar zuweilen Formen an, wie solche gewisse Algeinschlüsse zu besitzen pflegen, doch habe ich keine beobachtet, welche mit jenen des typischen Flysches übereinstimmen. Ueberhaupt besitzen diese Schiefer in ihrer petrographischen Beschaffenheit durchaus nicht das Aussehen des eigentlichen Flysches; sie ähneln vielmehr jenen Mergelschieferschichten, welche den Seewenkalk im Hangenden zu begleiten pflegen. Die erwähnten kleinen, z. Th. aus Quarz, z. Th. aus Kalkspath und Schwefelkies bestehenden Körnchen auf den Schichtflächen gehören, wie Dünnschliffe erkennen liessen, wenigstens z. Th. organischen Einschlüssen — vorherrschend *Foraminiferen* (*Globigerinen*, *Nodosarien* u. A.) — an. Lederbraune Häutchen mit zelliger Struktur rühren von pflanzlichen Resten her. Glimmerschüppchen und Schwefelkiesausscheidungen sind ziemlich häufig beigemengt. Nach Entfernung des Kalks durch Säuren bleibt ein Haufwerk kleiner Klümpchen im Rückstand, das aus Thonflocken und Quarztheilchen besteht. Rutilnadelchen wurden keine beobachtet.

Neben diesen fleckigen, flasrig schiefrigen Mergeln kommen auch halbglimmig schimmernde, bituminöse, tief-schwarze, ebenflächige, mit Säuren nicht brausende, fein parallel gefältete Schiefer vor, die man bei Hof Vadura sogar als Dachschiefermaterial zu verwenden versucht hat.

Zwischen diese weit vorherrschend schiefrigen Gesteine legen sich häufig ziemlich dicke Bänke von dunkelgrauen, z. Th. dichten, z. Th. etwas krystallinisch körnigen Kalken und kalkigen Sandsteinen an, welche neben den viel leichter verwitternden Schieferschichten gesimsartig vorstehen oder unterwaschen und verstürzt in grossen Blöcken über die Berggehänge ausgestreut sind. In einzelnen solcher festen Kalkgesteine finden sich grosse *Nummuliten* eingeschlossen. Auf dem frischen Bruch des Gesteins sind sie jedoch schwierig zu erkennen, treten aber sehr leicht kenntlich auf der angewitterten Oberfläche hervor. Durch dieses Vorkommen ist die Zugehörigkeit des zweifellos einheitlichen Schichten-complexes zu der Eocänstufe sicher gestellt, aber man darf die Bildung nicht mit dem typischen Flysch zusammenwerfen und vereinigen. Leider fehlt es in der Tamina-schlucht und, wie es scheint, auch in der ganzen Nachbarschaft in diesen Schichten an anderen organischen Einschlüssen ausser den *Nummuliten*, um die Stufe, der sie innerhalb der Eocänabtheilung angehören, näher zu bestimmen.

Sehr bemerkenswerth ist das Geschlossene dieses ganzen sehr mächtigen Schichtensystems. An den nackten deutlich blossgelegten, hohen Felswänden auf der Ostseite der Tamina-schlucht lassen sich keine grösseren Spalten oder Klüfte mit Verwerfungen, höchstens feine Risse und kleine Schichten-faltungen wahrnehmen. Die Taminaschlucht ist nicht, wie man nach ihrer Enge und Tiefe anzunehmen geneigt sein könnte, ein Spaltenthal, wie dies auch Theobald schon ausgesprochen hat, sondern eine Auswaschungseintiefung, ein Furchenthal, das in fast gradliniger Richtung von Ragaz

bis zu den Quellen auf 3,7 km in die Schichten eingeschnitten ist.

Die schmale Thalrinne verengt sich oberhalb des Badehauses bis zum Quellpunkte noch mehr zu einer kaum 10 m breiten Felsenklamm, an deren oft 50 m hohen, oben stellenweise überhängenden und sich fast berührenden Wänden in verschiedener Höhe seitliche wannenförmige Aushöhlungen die allmählig nach der Tiefe fortschreitende Ausnagung bis zum jetzigen Bachbett erkennen lassen.

In diesem engsten Theil der Schlucht oberhalb des Badehauses stehen dieselben geschlossenen Gesteinsschichten auf ungefähr 500 m Länge bis zu dem Ursprung der Quellen an. Auch auf dieser Strecke bemerkt man keine Verwerfungsspalte. Ursprünglich flossen Quellen in verschiedener Höhe, nämlich oben die sog. Kesselquelle, etwas höher die sog. Herrenquelle und nahe auf der Thalsohle die sog. Gumpenquelle aus einer in NNW.—SSO. streichenden Spalte, welche quer durch die Taminaschlucht zieht und durch eine gelbliche ockerige Färbung an den Gesteinswänden sich weit hinauf kenntlich macht. Bei einer Aufräumarbeit bis zur vollständig blossgelegten Thalsohle fand man dann noch tiefer im Bachbett selbst hervortretende Quellenadern auf derselben Spalte. Um die Quellen zu fassen, wurde später (1857—1858) vor der Kesselquelle ein Stollen in den Felsen getrieben, der bei 33 m Länge auf eine Höhlen-artige Erweiterung der Spalte und auf eine derselben entströmende Therme stiess. Damit versiegte gleichzeitig die höher liegende Herrenquelle. In diesem künstlichen Aufschluss quillt das warme Wasser mit 37,5° C. Temperatur ohne bemerkenswerthe Spannung und ohne merkliche Gasentwicklung hervor. Die Menge des gesammelten Wassers soll 400 Liter in der Minute betragen. Auffallend ist, dass unmittelbar neben diesen warmen auch eine gewöhnliche kalte Quelle mit 8,5° C. zu Tag tritt; sie entspringt jedoch nicht einer Gesteinsspalte, sondern kommt

zwischen anstehendem Fels und Gehängeschutt zum Vorschein, hat also mit den Thermen nichts zu schaffen.

Abgesehen von der schwach ockerhellen Färbung des Gesteins unmittelbar an der Quellenspalte gegen oben hin bemerkt man in der Nähe des Abflusses der Thermen keinen Sinterabsatz; nur eine grüne, schleimige Algenhaut überzieht die Felsen, über welche das nicht benützte Thermalwasser abfließt. Dieses Verhalten deutet auf einen nur minimalen Gehalt der Thermen an Mineralsalzen. Nach der Analyse von Dr. A. v. Planta-Reichenau¹⁾ aus dem Jahre 1868 enthält das Thermalwasser hauptsächlich Carbonate, Sulphate und Chloride und zwar in einem Liter:

Kohlensaure Kalkerde	0,13064
„ Bittererde	0,05306
Kohlensaures Natrium	0,00613
„ Eisenoxydul	0,00172
„ Strontium	0,00152
„ Baryum	0,00064
Chlornatrium	0,04934
Chlorlithium	0,00020
Jodnatrium	0,00001
Bromnatrium	0,00002
Schwefelsaures Natrium	0,03294
„ Kalium	0,00746
Borsaures Natrium	0,00038
Phosphorsaure Thonerde	0,00091
Kieselsäure	0,01408
Rubidium, Cäsium, Thallium	Spuren
Summe der Salze	0,29905
Halbfreie und freie Kohlensäure . .	0,07461

Der verhältnissmässig geringe Gehalt des Thermalwassers an Mineralbestandtheilen, welcher selbst geringer ist, als

1) J. Fr. Kaiser, a. a. O. S. 123 und ff.

jener der Gasteiner Thermen (Gesammttrockenrückstände im Liter 0,3399) beweist, dass, wenn auch der Gehalt an Kalkcarbonat vorherrscht, die Quellen nicht aus dem Kalkgebirge stammen können. Es ist vielmehr anzunehmen, dass die aufgenommenen Salze Auslaugungsprodukte des tieferen, aus Urgebirgsfelsarten bestehenden Untergrundes sind. Solche gneissartigen Gesteine bilden, wie in dem Vorausgehenden angedeutet wurde und von Escher v. d. Linth wie von Theobald ausführlich beschrieben sind, das Fundament der benachbarten höheren Gebirge und gehen in der Nachbarschaft bei Vättis am Fuss des Calanda selbst zu Tag aus. Dass sie den eigentlichen Grundstock der ganzen Gebirgsgruppe ausmachen, ist kaum zu bezweifeln. Dadurch ist die Vermuthung begründet, dass die Thermen von Pfäfers diesem Untergrundgestein entstammen.

Daneben kommt dann noch eine andere Erscheinung in Betracht. Die Thermen von Pfäfers gehören nämlich zu den sog. Frühjahrsquellen, welche im Winter an Ergiebigkeit beträchtlich nachlassen, oft ganz versiegen und erst mit dem Eintreten des Frühjahrs gleichsam wieder neu erwachen und wachsen.

Darin stimmen nun alle Beschreibungen der Quellen von Pfäfers überein, dass sie in den meisten Jahren während des Winters nur spärlich fliessen, öfters gänzlich ausbleiben und dass diese Erscheinung meist mit strenger, lang anhaltender Kälte oder auch mit den Zeitperioden grosser Trockenheit zusammenhängt. Nach schwachem Schneefall im Hochgebirge verzögert sich die Zunahme des Quellenergusses im Frühjahr, der lange ein spärlicher bleibt. Ein solcher Wechsel macht sich namentlich an den höher liegenden Quellpunkten bemerkbar, während die tieferen im Bachbett selbst ausfliessenden Quellen grössere Beständigkeit besitzen.

Diese Verhältnisse weisen mit Entschiedenheit auf eine Ernährung der Quellen von den höchsten Gebirgsteilen,

ähnlich wie bei den Quellen von Bormio, vom Brenner u. s. w. hin. Dazu kommt, dass in diesen höchsten Gebirgen der Umgegend, welche bis in die Region des ewigen Schnee's und der Gletscher emporragen (graue Hörner 2847; Wildseespitzen 2664 m u. s. w.) die ältesten Sedimentschichten zu Tag ausstreichen, unter denen in ganz unbeträchtlicher Tiefe sicherlich dann die krystallinischen Gesteinsbildungen den Untergrund ausmachen. Es ist daher wohl gerechtfertigt, anzunehmen, dass das in den höheren Bergen von der Oberfläche auf Spalten in die Tiefe niedersitzende Meteor-, Schnee- oder Gletscherschmelz-Wasser, indem es in das Innere des Gebirgs eindringt und die hier herrschende hohe Temperatur annimmt, an den auf diesem unterirdischen Laufe berührten krystallinischen Gesteinsmassen des Gebirgskerns durch Auslaugung diejenigen Mineralstoffe aufnimmt, mit welchen die Quellen von Pfäfers angereichert sich erweisen. Auf diese Weise erklärt sich die hohe Temperatur und der Gehalt der Thermen von Pfäfers, wie der mit den Schneeverhältnissen des Hochgebirgs zusammenhängende Wechsel ihrer Ergiebigkeit.
