

Zeitschrift

der

Deutschen geologischen Gesellschaft.

1. Heft (Januar, Februar, März) 1895.

A. Aufsätze.

1. Ueber das Alter der Bündner Schiefer.

Von Herrn A. ROTHPLETZ in München.

Hierzu Tafel I und II.

Im vergangenen Sommer habe ich mit den Vorarbeiten zur Anfertigung eines geologischen Querschnittes durch die Alpen in der Richtung von Bergamo nach Zürich begonnen. Da dieser Schnitt mitten durch das Gebiet der Bündner Schiefer hindurchgeht, so war ich gezwungen, gegenüber den verschiedenartigen Auffassungen, die über das Alter dieser Schiefer existiren, auf Grund eigener Untersuchungen eine bestimmte Stellung zu gewinnen. Das Ergebniss, zu dem ich dabei gelangt bin, beabsichtige ich in Nachfolgendem schon jetzt mitzutheilen, weil bis zur Veröffentlichung des Querschnittes selber jedenfalls noch längere Zeit vergehen wird und weil ich bei Gelegenheit des internationalen Geologen-Congresses in Zürich schon eine vorläufige Mittheilung zu geben veranlasst war, die ich so lange nicht ohne eingehendere Begründung lassen möchte.

Zunächst will ich an diejenigen Auffassungen erinnern, welche in dieser Sache bis jetzt Vertretung gefunden haben. Es sind in der Hauptsache zwei Gruppen, von denen die eine sämtliche Bündner Schiefer für gleichalterige, einem einzigen Zeitabschnitte angehörige Sedimente betrachtet, während die andere darin sehr verschiedenalterige Bestände mehrerer geologischer Perioden auscheiden will.

Der Name „Bündner Schiefer“ rührt von B. STUDER, dem Altmeister der schweizerischen Alpengeologie, her.¹⁾ Er sagt von

¹⁾ B. STUDER. Die Gebirgsmasse von Davos. Neue Denkschriften der schweiz. Ges. f. Naturw. 1837. I. p. 18.

ihm: „Allen Verhältnissen zu Folge kann dieser Schiefer von dem vorigen Kalk ¹⁾ nicht getrennt werden: er liegt bald unter dem Kalk, bald bedeckt er ihn, und, wie wir sehen werden, wechseln mit dem Schiefer selbst Kalklager, die sich von dem in grossen Massen auftretenden Kalk nur durch ihre geringe Mächtigkeit unterscheiden. ESCHER (Conrad) und EBEL beschrieben diese Bildung als ein Thonschiefer- und Grauwackengebirg der Uebergangszeit, das nach der Höhe in Kalk und Kalkschiefer, nach unten in Glimmerschiefer und Gneiss übergehe. Derselben Ansicht tritt H. von BUCH bei. Neuere Untersuchungen haben uns indess bei Altersbestimmungen des alpinischen Sedimentgebirges so behutsam ²⁾ gemacht, dass wir jenen Autoritäten, die sich allein auf den mineralogischen Charakter der Steinarten und die allgemeinen Lagerungsverhältnisse stützen, nicht unbedingtes Vertrauen schenken dürfen.“ STUDER beschreibt dann die Bündner Schiefer als Mergelschiefer, Thonschiefer, Kalksteine, Kalkschiefer, Sandsteine und Sandsteinschiefer, die regellos mit einander wechsellagern, und ist auf Grund von Funden des *Chondrites (Fucus) aequalis* und *Ch. Targioni*, sowie wegen der Aehnlichkeit der Gesteine mit den Nummuliten führenden Fucoiden-Schiefern der Glarner Alpen geneigt, auch sie in die untere Kreide zu stellen. Doch giebt er die Möglichkeit zu, dass sie dem Lias der Tarentaise angehören könnten, der durch die Walliser Schiefer sich über den Nufenen Pass (mit Belemniten) und den Lukmanier bis in die Gegend von Greina und Dissut fortsetze und dort bereits das Aussehen der Bündner Schiefer erlangt habe. „Es wird sich,“ fährt er weiter, „erst nach weiter vorgeschrittener Kenntniss des alpinischen Sedimentgebirges, oder nach der Entdeckung charakteristischer Petrefacten im Bündner Schiefer entdecken lassen, welche von den beiden Ansichten über das Alter dieser Bildung den Vorzug verdiene.“

Noch eingehender erörtern A. ESCHER VON DER LINTH und B. STUDER ³⁾ diese zwei Möglichkeiten 1839: „Nach keiner Seite grenzen die Bündner Sedimente an eine petrefactenführende Bildung, die mit einiger Wahrscheinlichkeit für älter als Lias gehalten

¹⁾ Darunter sind die Kalk- und Dolomitmassen des Parpaner Rothornes und des Lenzer Hornes verstanden, die jetzt allgemein auf Grund von Versteinerungen der Trias zugerechnet werden.

²⁾ Es waren nämlich 3 Jahre vorher in dem benachbarten und ebenfalls der Uebergangszeit zugerechneten Glarner Schiefer die oligocänen, nach damaligen Bestimmungen von AGASSIZ für cretacäisch gehaltenen Fischreste aufgefunden worden.

³⁾ A. ESCHER VON DER LINTH und B. STUDER. Geologie von Mittelbünden. N. D. schweiz. Ges. f. Naturw. 1839. III. p. 198. „STUDER redigirte den Text, ESCHER aber fertigte die Karten und Profile“ nach HEER's Biographie ESCHER's 1873 (p. 197).

werden könnte, und nach Analogieschlüssen müssen wir daher auch jene als Jura oder als Kreide bestimmen, oder annehmen, dass beide Formationen in den Bündnergebirgen zugleich vorkommen. Die letztere Ansicht findet in geologischen Verhältnissen keine Unterstützung. Von Chur bis Bormio, von Splügen bis Davos zeigen die Kalksteine und Dolomite eine so vollkommene Gleichförmigkeit in allen mineralogischen Charakteren, dass, wenn je noch in demselben Gebirgssysteme von der Steinart auf das Alter geschlossen werden darf, man sie für gleichzeitig entstanden halten muss. Wir haben auch häufig darauf aufmerksam gemacht, dass selbst an Stellen, wo das Kalkgebirge sich in ein oberes und in ein unteres zu theilen scheint, beide Theile bald wieder zusammen-treten und nur eine Masse bilden; dass endlich auch der Flysch¹⁾ bald über dem Kalk, bald unter ihm erscheine und sich als die allgemeine Grundmasse zeige, in welcher die Stöcke von Kalk und Dolomit eingewickelt liegen. Es bleibt daher, wenn wir jener Analogie wirklich vertrauen wollen, nur noch zwischen Kreide und Jura zu entscheiden übrig“ „Die Frage scheint eher zu Gunsten der ersteren entschieden werden zu müssen, da sowohl die *Fucoiden* als die *Crinoideen* für Kreide sprechen.“

Indessen hat 12 Jahre später STUDER²⁾ diesen exklusiven Standpunkt aufgegeben. Er trennt von den petrographisch ähnlichen Schiefern, die er 1839 als Wallisschiefer, Bündner Schiefer und Flysch zusammengefasst hatte, zunächst den tertiären Flysch ab und bezeichnet als solchen wegen der darin vorkommenden „*Fucoiden*“ die Prättigauer Schiefer³⁾. Den Rest nennt er „Graue

¹⁾ Flysch wird hier als gleichbedeutend mit Schiefer gebraucht und statt Bündner Schiefer von Bündner Flysch gesprochen.

²⁾ B. STUDER. Geologie der Schweiz. 1851. I. p. 63—65 u. 344—410.

³⁾ Da die Berechtigung zu dieser Abtrennung noch immer von Manchen in Zweifel gezogen wird, so will ich hier eine Stelle aus der von O. HEER verfassten Biographie ESCHER's 1873 (p. 198) abdrucken, die an der Stelle, wo sie sich befindet, leicht übersehen wird: „Es hat ESCHER am Rhätikon auf der Alp Dilisuna, in Conters im Prättigau, in Peist und Fandey im Schalfik, am Luziensteig und Falkniss ächte Flyschfucoiden (*Chondrites arbuscula* und *intricatus*), *Palaeodictyon singulare* und *textum* mit den Helminthoiden gefunden. Es hat THEOBALD ganz mit Unrecht bezweifelt (Geologie Bündens p. 24), dass dies ächte Flyschfucoiden seien und ist geneigt, den Bündnerschiefer zum Lias zu rechnen. Er stützt sich dabei vorzüglich auf einen Lias-Ammoniten, den er im Ganei im Hintergrund des Prättigau gefunden hat. Dieser Ammonit (oder vielmehr nur der Abdruck eines Fetzens eines Ammoniten) wurde aber nicht im anstehenden Fels gefunden, sondern in einem losen Block, der von der Scezaplana heruntergekommen sein mag. Wir (ESCHER, THEOBALD und ich) haben uns im Herbst 1867 umsonst bemüht im Ganei das anstehende Gestein für diesen Ammoniten zu finden. Die *Fucoiden*, welche im Ganei nicht selten sind, bedürfen

Schiefer“, „ein kurzer, weder das Alter noch die Steinart dieser Bildung zu scharf bezeichnender Name“; doch unterscheidet er darin bereits den älteren grauen Schiefer, den Anthracitschiefer und den jurassischen grauen Schiefer. Zu letzterem stellt er zwar noch immer die ganze Masse der Bündner Schiefer Graubündens nach Abzug derjenigen des Prättigau, doch bespricht er schon die Möglichkeit, dass ein Theil der Kalk- und Dolomitmassen des östlichen Bündens zur Trias gehören könnten, was späterhin von THEOBALD¹⁾ durch Petrefactenfunde als thatsächlich erwiesen worden ist.

Eine neue fruchtbare Anregung erhielt 1887 das Studium der Bündner Schiefer durch eine Arbeit von GÜMBEL²⁾, worin derselbe den Flysch des Prättigau und die liasischen Algäuschiefer von den älteren palaeolithischen eigentlichen Bündner Schiefer, die im Osten Graubündens die Basis der Triassedimente bilden, abtrennt und auf petrographische Unterschiede aufmerksam macht. Er bestreitet die Beweiskraft der angeblichen Belemniten des Churwaldner Faulhorns und rechnet auch diese Schiefer und diejenigen des Stätzerhornes ins Palaeozocium.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam dann ein Jahr später DIENER³⁾, insofern auch er die eigentlichen Bündner Schiefer als Kalkphyllite beschreibt und als liasische Kalkthonyphyllite nur die Schiefer im

noch einer genauen Prüfung, und es ist bei denselben ein anderwärts noch nicht gesehener *Gyrophyllites* (*G. Theobaldi* HEER); es kann daher zur Zeit das geologische Alter dieser Ganeischiefer noch nicht bestimmt werden, dagegen unterliegt es keinem Zweifel, dass die Fucoiden, welche an den andern, vorhin genannten Stellen von ESCHER gesammelt wurden, ächte eocäne Flyschfucoiden sind. Dasselbe gilt von den Fucoiden, welche bei Seewis (im Wald, $\frac{1}{4}$ Stunde ausserhalb des Dorfes) ganze Felsen erfüllen und die ganz denselben Complex von Arten zeigen, wie wir dies überall zu sehen gewohnt sind (*Chondrites intricatus*, *Targioni*, *arbuscula* und *affinis*). Auch der Schiefer auf der Spitze des Velan enthält solche Fucoiden. Er wurde daher in der ersten Auflage der geologischen Schweizerkarte das Prättigau ganz richtig als dem eocänen Flysch angehörend bezeichnet, und es ist ein Rückschritt, dass es in der zweiten Auflage, nach THEOBALD's Vorgang, in den nichtssagenden Bündnerschiefer versenkt wurde.“

¹⁾ THEOBALD. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. II. 1863 und III. 1866. Doch darf hierbei ARNOLD ESCHER v. d. L. nicht unerwähnt bleiben, der schon 1850 die ersten triasischen Versteinerungen fand (siehe HEER, Biographie ESCHER's p. 203). Ueberhaupt hat dieser unermüdliche Forscher einen viel grösseren Einfluss auf die Entwicklung der Ansichten STUDER's und THEOBALD's in Betreff der Bündner Schiefer ausgeübt, als man aus den spärlichen Literaturangaben schliessen könnte.

²⁾ GÜMBEL. Geologisches aus dem Engadin. Jahresber. naturf. Ges. Graubündens, 1887. XXXI.

³⁾ DIENER. Geologische Studien im südwestlichen Graubünden. Sitzber. Akademie der Wissensch. Wien 1888, XCVII.

Unterengadin, vom Nufenen Pass, aus dem Urseren Thal, vom Scopi und dem Albula Pass gelten lässt. Drei Jahre später¹⁾ fügt er auch die Schiefer der Vanescha-Alp hinzu, in denen unterdessen HEIM Belemniten nachgewiesen hatte, und sagt: „die Frage der Bündner Schiefer ist gegenwärtig insoweit geklärt, als der Nachweis der Vertretung sehr verschiedenartiger Bildungen in denselben erbracht erscheint. Der Begriff der Bündner Schiefer im Sinne THEOBALD's umfasst nämlich nicht weniger als vier verschiedene Gesteinstypen; Kalkphyllite der krystallinischen Schieferreihe, Glanzschiefer, die mit Dolomiten und Rauchwacken vergesellschaftet sind, Thonschiefer mit jurassischen Fossilien und Flyschgesteine“.

Dieser Zuversichtlichkeit gegenüber fällt es umsomehr auf, dass im gleichen Jahre HEIM²⁾ einen durchaus entgegengesetzten Standpunkt vertritt, der mit demjenigen STUDER's vom Jahre 1837 fast vollkommen identisch ist, nur dass HEIM die Alternative zwischen Kreide und Jura unwiderruflich zu Gunsten des jurassischen Alters entscheidet. Er sagt (p. 296): „Wir mögen uns umsehen, wo wir wollen: überall da, wo die Lagerungsverhältnisse auf grosse Erstreckungen relativ einfach und unzweideutig klar sind, erweist sich der Bündner Schiefer als sicher kein Silur, kein Devon, jünger als Carbon. als Verrucano und als Röthidolomit. Wo zweifellose Trias einfach liegt, wie im Averser- und Madriserthal, liegt der Bündner Schiefer über dieser Trias. Wo der Bündner Schiefer in seinem Dach mit anderen Schichten in Verbindung kommt, da sehen wir ihn in oberen Lias und Dogger verschmelzen, wobei diese Gebilde petrographisch auch noch den Bündnerschiefercharakter beibehalten, oder er wird von Malm überlagert. Er enthält die als Lias erkannten belemnitenreichen Schieferzüge als Theil seiner selbst, und im umgebenden Lias und Dogger sind Uebergänge in die Facies des Bündner Schiefers angedeutet. Der Bündner Schiefer beginnt — besonders im Westen — wahrscheinlich schon in der Trias, sein Schwerpunkt gehört dem Lias, und er reicht wahrscheinlich noch in den Dogger und die Oxfordbildungen hinein.“

Für die Hereinziehung der Trias im Westen wurden für HEIM die Splügener Kalkberge maassgebend, über deren triasisches oder jurassisches Alter er 1891 nicht zu einer vollständig sicheren Auffassung kam. Er neigte stark zur Annahme eines jurassischen Alters derselben, aber neuerdings scheint er sich doch für das triasische Alter derselben entschieden zu haben, da sie als solche

¹⁾ DIENER. Der Gebirgsbau der Westalpen. 1891. p. 107.

²⁾ HEIM. Beiträge zur geol. Karte der Schweiz. Lief. 25. 1891.

auf der von HEIM und SCHMIDT verfassten Uebersichtskarte der Schweiz von 1894 eingetragen sind. Nach C. SCHMIDT's gegebenen Erklärungen wären sie erst nachträglich über den liasischen Schiefer heraufgeschoben worden.

Rückblickend sehen wir also, wie die Bündner Schiefer anfänglich alle für palaeozoisch, dann alle für mesozoisch gehalten werden, wie ESCHER und STUDER erst schwanken, ob sie alles für jurassisch oder für cretaceisch halten sollen, dann aber eine Theilung vornehmen, die später hauptsächlich von THEOBALD, GÜMBEL und DIENER fortgesetzt wird und schliesslich zur Unterscheidung von altkrystallinen, palaeozoischen, triasischen, jurassischen und tertiären Beständen führt, die aber von HEIM, der an dem einheitlichen, jurassischen Alter festhält, für gänzlich unbegründet erklärt wird.

Die Thatsachen, welche hauptsächlich in diesem Widerstreit der Meinungen als Beweisstücke angeführt werden, sind dreierlei Art:

1. Die Versteinerungen sind selten, aber unter denen, die vorkommen, ist kein einziges palaeozoisches Fossil. Einige gehören dem Lias, andere der Trias an, noch andere sind für den Flysch charakteristisch.

Daraus folgt für die Einen, dass die Bündner Schiefer aus diesen drei Gliedern der Trias, des Lias und des Flysches bestehen, Andere bezweifeln die Beweiskraft der Flysch-Fucoiden und stellen alles zum Lias mit Ausschluss der Trias, die sich auch petrographisch nur uneigentlich als Schiefer bezeichnen lässt. Noch Andere geben das Vorhandensein jener 3 Glieder zu, beschränken deren Verbreitung aber auf die Gebiete und Gesteine, in denen jene Versteinerungen wirklich nachgewiesen sind. Für die Gebiete der ganz fossilfreien Schiefer hingegen nehmen sie aus petrographischen und stratigraphischen Erwägungen ein palaeozoisches und z. Th. noch höheres Alter an.

2. Die Bündner Schiefer sind kein stets sich gleichbleibendes Gestein, sie bestehen vielmehr aus sehr verschiedenartigen Sedimenten kalkiger, thoniger und klastischer Natur, die aber an verschiedenen Orten verschiedene Grade krystallinischer Beschaffenheit besitzen. Dazu kommen noch lokal beschränkte Einlagerungen von Glimmerschiefern, Gneissen und den sog. grünen Bündner Schiefern.

Die Einen folgern nun aus der örtlichen Verschiedenartigkeit das verschiedene Alter der Schiefer und suchen danach

archaische, palaeozoische, triasische, jurassische und tertiäre Gesteinsarten zu unterscheiden. Die Anderen weisen darauf hin, dass auch da, wo sichere jurassische Versteinerungen nachgewiesen sind, die Gesteinsbeschaffenheit eine nicht nur in Bezug auf den ursprünglichen Absatz, sondern auch auf die nachträgliche Umwandlung sehr wechselnde ist, und dass es ganz unmöglich sei, nach petrographischen Merkmalen die versteinungslosen Schiefer von den versteinungsführenden abzutrennen, dass man deshalb petrographisch das Ganze als eine Einheit auffassen müsse.

3. Die gegenwärtig mit Sicherheit als triasisch erkannten Ablagerungen liegen zum Theil auf Bündner Schiefer, zum Theil werden sie von demselben überlagert.

Daraus folgern die Einen, dass der liegende Schiefer palaeozoisch, der hangende jurassisch sei, während die Anderen annehmen, die Auflagerung der Trias sei keine ursprüngliche, sondern nur die Folge von nachträglichen Ueberschiebungen.

Für die Einen liegt die Schwierigkeit darin, dass sie für die angenommenen palaeozoischen Schiefer keine Leitfossilien nachweisen und für die verschiedenalterigen Complexe weder bestimmte constante Gesteinsmerkmale, noch auch sichere scharfe Grenzen angeben können. Den Anderen bereitet das örtlich durchaus getrennte Vorkommen der liasischen Fossilien und der Flysch-Fucoiden ein unüberwindliches Hemmniss und ebenso der Umstand, dass die Auflagerungsfläche der Trias auf den Bündner Schiefern nicht das Aussehen einer Ueberschiebungsfläche hat.

Wenn schon es demnach scheinen könnte, als sei es unmöglich, aus diesem Widerspruch der Argumente herauszukommen, so darf man sich dabei doch nicht beruhigen, da derselbe jedenfalls nicht in der Natur selbst, sondern nur in dem mangelhaften Stande unserer Kenntnisse begründet ist. Ich habe mir deshalb die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, ob es möglich sei, zwischen den palaeontologisch bestimmten und den ganz fossilfreien Schiefern gleichzeitig einen petrographischen Unterschied und eine verschiedenartige tektonische Anordnung und damit auch eine scharfe Trennungslinie nachzuweisen. Diese Aufgabe habe ich zunächst auf einem nicht allzuweit ausgedehnten Gebiete durch genaue kartographische Begehungen zu lösen versucht. Sehr geeignet dafür erschien mir zum Voraus die Gegend zwischen dem Hinterrhein bei Splügen und dem Vorderrhein bei Ilanz. Bei Splügen liegen nämlich die mächtigen Triaskalke auf dem Schiefer, was für dessen palaeozoisches Alter spricht, bei Ilanz hingegen

liegt der Schiefer auf dem Röthidolomit und Verrucano, was für sein mesozoisches Alter spricht. DIENER, der 1888 diesen ganzen Schiefercomplex für palaeozoisch ansah, behauptete, derselbe sei bei Ilanz über den jüngeren Dolomit auf einer Wechselfläche heraufgeschoben. HEIM und SCHMIDT, die umgekehrt dem ganzen Complex ein jurassisches Alter geben, lassen die Trias bei Splügen auf einer Wechselfläche über den jüngeren Schiefer geschoben sein. Nachgewiesen war in Mitte dieser breiten Schieferzone eine Kalkbank mit sicher jurassischen Versteinerungen.

Wir besitzen allerdings bereits eine geologische Karte dieses Gebietes auf Blatt XIV des geologischen Atlas der Schweiz, das 1871—1883 von A. HEIM aufgenommen wurde. Es ist aber diese Karte für unseren Zweck nicht genügend, sowohl wegen des zu kleinen Maassstabes, in dem sie aufgenommen worden ist, als auch wegen der vielen Ungenauigkeiten, die sie enthält. Sie beruht nicht auf einer vollständigen Begehung und enthält in Folge dessen neben Theilen, die genau und richtig colorirt sind, auch solche, die es nicht sind. Man weiss darum im Voraus nie, ob man der Karte vertrauen darf oder nicht. Einige Beispiele mögen zum Beweise angeführt werden, obwohl wir weiterhin auf einzelne solcher Fälle noch sowieso zu sprechen kommen werden: Oberhalb Rhäzüns taucht an den Ufern des Hinterrheins eine flache Kuppe von Röthidolomit unter dem Bündner Schiefer herauf, die von THEOBALD¹⁾ schon 1863 genau beschrieben worden ist. Sie fehlt auf Blatt XIV völlig. — Bei Rotels und Paspels im Domleschg ragen mitten in der breiten Thalniederung einige kleine Hügel auf, die aus grünen und bunten Schiefen bestehen. Sie sind von ESCHER und STUDER schon 1839 und von THEOBALD 1863 genau beschrieben worden, aber auf Blatt XIV mit der gewöhnlichen Farbe des Bündner Schiefers bezeichnet und werden in den Erläuterungen gar nicht erwähnt. — Der grüne Bündner Schiefer, welcher am Bärenhorn, Tomülgrat und Weissensteinhorn eine concordante Einlagerung in den grauen Bündner Schiefen bildet, von der ein nördlichster Rest noch auf dem Gipfel des Thälihornes erhalten ist, wird auf Blatt XIV als continuirliches Lager noch weiter nach Norden um den Crapgrisch auf der Westseite herum fortgeführt, obwohl diese Richtung quer zum Streichen der Schiefer liegt und am Crapgrisch der grüne Schiefer überhaupt ganz fehlt.

Die Kartenskizze, welche ich gebe, beruht auf meinen Eintragungen in die entsprechenden Blätter des SIEGFRIED-Atlas (1:50000). (cf. Taf. II.) Allerdings habe ich dieselben nicht bis zu einer

¹⁾ THEOBALD. Geol. Beschreibung von Graubünden. Lief. II der Beiträge z. geol. Karte der Schweiz. 1864. p. 147.

geschlossenen Kartirung des ganzen Gebietes in derjenigen Vollständigkeit, die ich von einer geologischen Spezialkarte beanspruchen würde, sondern nur soweit durchgeführt, als es mir nöthig erschien, um die oben umschriebene Aufgabe zu lösen. Stellen, wo die Kürze meiner Zeit oder die Ungunst der Witterung Unsicherheiten zurückliessen, habe ich durch Punktirungen kenntlich gemacht. Im Ganzen konnte ich auf das hier zu besprechende Gebiet 3 Wochen verwenden.

Der nachfolgenden Schilderung vorausgreifend, will ich in Kürze die Hauptergebnisse der kartographischen Aufnahme herausheben: Keine der beiden zu Hülfe genommenen Ueberschiebungen, weder die bei Ilanz noch die bei Splügen existirt. Die Schiefer bei Splügen sind palaeozoisch, die bei Ilanz mesozoisch. Ungefähr in der Mitte zwischen beiden Orten grenzen die beiderlei Schiefer längs einer von SW nach NO laufenden Linie aneinander, welche zugleich den Ausstrich der ursprünglichen Ueberlagerungsfläche der älteren durch die jüngeren Schiefer bezeichnet. Zwischen beiden existirt eine deutliche Discordanz, die auch noch weiter im Süden durch die übergreifende Lagerung des Lias über die palaeozoischen Schiefer und den triasischen Kalk hervortritt.

I. Die Unterlage der Bündner Schiefer im Süden.

Im Hintergrund des Peterthales bei Vals und im Hinterrheinthale bei Splügen sieht man sehr deutlich, dass der Bündner Schiefer unmittelbar auf Gneiss aufliegt. Hier hat letzteren als Adula-Gneiss bezeichnet. Einlagerungen von Glimmerschiefer, Quarzitschiefer, Amphibolit, Marmor und Dolomit sind in demselben nicht selten. Von dem älteren Gneiss, den man auch als Antigorio-Gneiss bezeichnet hat, unterscheidet sich dieser jüngere hauptsächlich durch das Fehlen des Biotites als wesentlichen Bestandtheiles. Der Glimmer ist ein weisser bis grüner Kaliglimmer, der häufig sericitisch verwoben ist. Sehr gewöhnlich ist das Gestein ein Augengneiss, dessen Augen nicht selten eine Grösse von mehreren Kubikcentimetern erreichen. Stratigraphisch ist dieser jüngere von dem älteren Gneiss durch eine breite Zone von Glimmerschiefern getrennt, in denen der Biotit bereits vorhanden ist und die durch Einlagerungen von Biotitgneiss innig mit dem untersten Gneisse verbunden sind.

Diese Dreigliederung beherrscht die krystallinischen Schiefer von Splügen an südwärts bis zur Orobischen Kette. Erst durch ihre Erkenntniss und richtige Aus-

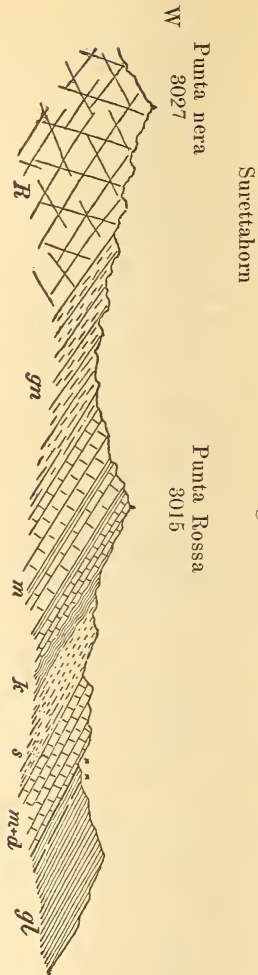
scheidung auf der Karte ist es möglich, die Tektonik des archaischen Gebirges klar zu legen und dem sog. Rofna-Gneiss seine Stellung anzuweisen. Derselbe liegt im Surettamassiv deutlich in den verschiedenen Varietäten des oberen oder Adula-Gneisses eingelagert und wird von den Marmoren, die einen obersten Horizont in dem Adula-Gneisse bilden, überlagert. Bei Vals, wo der ächte Rofna-Gneiss in seiner porphyrischen bis granitischen Ausbildungsweise fehlt, stellen sich die Marmore und Dolomite in grösseren Massen erst zu oberst im Adula-Gneiss ein, sie wechsel-lagern mit ächten z. Th. Granat führenden Glimmerschiefern und feinkörnigen Gneissen. In ihrem Dache liegt dann nochmals eine Decke von grosskörnigem Augengneiss, der seinerseits unmittelbar von den Bündner Schiefern und ihren hier ausnahmsweise sehr mächtig entwickelten Marmoren und grauen Dolomiten überlagert wird. Man kann alles das sehr gut im Zusammenhang verfolgen, wenn man das östliche Gehänge des Peiler-Thales von Vals Platz bis zur Vallatsch-Alp begeht. HEIM hält diesen Marmorzug noch immer für Röthidolomit, obwohl er denselben Zug am Frunthorn, den er früher auf Blatt XIV ebenfalls als Röthidolomit angab, 1891 (l. c., p. 371) bereits als eine Marmoreinlagerung im Gneiss erkannt hat. Er schildert ihn (l. c., p. 338) aus dem Peilerthal folgendermaassen: „Der Röthidolomit ist hier wohl 120 bis 150 m mächtig, er liegt auf grünen Verrucanoschiefern, die hier in dünnen Lagen den Glimmerschiefer bedecken. Er besteht unten aus gelblichem, glimmerführendem, lineargestrecktem, dolomitischem Marmor, darüber folgen grünglimmerige Thonschieferinlagerungen, dann wieder Dolomitmarmor, ächter Zellendolomit, hie und da lagenweise von weissem und grauem Marmor durchsetzt. An einzelnen Stellen kommen die glimmerig häutigen grünen Thonschieferinlagerungen zwischen den grauen, gelben und weissen plattigen Dolomitmarmorbänken in vielfach wiederholter Wechsellagerung vor, ganz so wie am Splügenpass und anderwärts in den Gebieten, wo vielleicht der Röthidolomit zur Trias allmählich anschwillt. Auf dem Dolomit folgen wieder hellgrüne, feine, glatte Thonschiefer, durchaus noch von der Beschaffenheit der demselben eingelagerten Schichten. Das sind ohne Zweifel die Quartenschiefer, die ja stets schon im Röthidolomit beginnen. Dann erst folgen die schwarzen und grauen und grünen Bündner Schiefer.“

Hierzu habe ich zu bemerken: 1) Dieser Dolomit hat mit dem ächten Röthidolomit nur die Aehnlichkeit, dass er eben Dolomit ist und wie dieser an der Luft gelblich anwittert. 2) Nirgends im Gebiet des ächten Röthidolomites kommt eine solche

wiederholte Wechsellagerung desselben mit blendend weissem Marmor und glimmerreichen Kalkschiefern vor. 3) Der zwischen-
gelagerte „grünlimmerige Thonschiefer“ ist kein Thonschiefer,
sondern ein echter, häufig chloritischer Glimmerschiefer, theilweise
voll grosser Granaten. 4) Die angeblichen Quartenschiefer
sind ebensolche Glimmerschiefer. 5) Ein hangendes Lager von
Augengneiss hat HEIM ganz übersehen. 6) Der liegende grüne
angebliche Verrucanoschiefer lässt sich von dem tieferen Glimmer-
schiefer des Adula-Gneisses nicht unterscheiden.

Genau dieselben Gesteine wie am Peilerbach treffen wir nun
aber auch auf der Höhe des Surettahornes, wo sie den östlichen
Gipfel, die Punta rossa (3015) der Italiener, aufbauen und schon
von der Ferne durch ihre tief gelben Farbentöne die Aufmerksamkeit
erregen. Wie merkwürdig doch, dass sie seit 1839 auf
keiner geologischen Karte mehr angegeben sind und so gewisser-
maassen zu Merksteinen der Genauigkeit werden, mit der die Be-
gehungen der Geologen stattgefunden haben. (Siehe Textfigur 1.)
Diese Schichten streichen von Süd nach Nord und fallen nach
Osten ein, vom Gipfel des Surettahornes sieht man sie ohne
Unterbrechung, nur zuweilen vom Gletscher bedeckt, in den Hinter-
grund des Surettathales hinab- und dann auf dessen linker Seite
wieder bis zur Höhe des Seehornes heraufstreichen. Auf der
Karte von ESCHER und STUDER (1839) ist ein Dolomit- und Rau-
wacke-Complex im Hintergrund des Surettathales eingezeichnet
und soll möglicherweise bis zum Gipfel hinaufgehen. Die Unge-
nauigkeit der Karte lässt dies jedoch nicht sicher feststellen. Im
Text wird desselben gar keine Erwähnung gethan, was dafür
spricht, dass derselbe von den Autoren nicht besucht, sondern
älteren Angaben — wahrscheinlich von ARNOLD's Vater CONRAD
— entnommen worden ist. Auch ROLLE, der Blatt XIX aufge-
nommen hat, kann nicht dagewesen sein, denn er giebt nur einen
ganz schmalen Streifen unterhalb des Gletschers an, und auf
ESCHER's und STUDER's Uebersichtskarte der Schweiz ist er ganz
weggelassen. HEIM giebt 1891 (l. c. p. 349) ganz richtig an,
dass der Dolomit-Marmorzug bis an das Seehorn hinaufgeht.
Man braucht bloss zu den einsamen Surettaseen aufzusteigen, so
sieht man in den Trümmerhaufen der Moränen, welche diese Seen
umsäumen, die gelbangewitterten Marmore herumliegen und er-
blickt auch im Thalhintergrund, hoch oben auf dem Seehornkamm,
die durch die gleiche Farbe leicht kenntliche Stelle, von welcher
sie stammen. Ob dieser Zug dann in der Weise über Val d'Ursera
nach Ausser-Ferrera fortsetzt, wie ROLLE angiebt, habe ich nicht
untersucht. Vom Surettagipfel südwärts hingegen habe ich ihn bis

Figur 1.



Querschnitt durch den Gipfel des Surettahornes, der die verschiedenartigen Marmor- und Dolomiteinlagerungen im oberen Gneiss veranschaulichen soll.

R porphyrischer Rohna-Gneiss, *gn* Riesenaugengneiss, *m* weißer glimmerreicher Marmor, *k* schwarze Marmorplatten, *s* feiner Augengneiss, *m + d* weißer Dolomit, z. Th. Marmor, *gl* grüner Glimmerschiefer, stellenweise voll von Granaten, × × Eisenspatilager.

1 : 3700.

zum Passo di Suretta, der ins Emetthal hinüberführt und das Surettahorn von dem Pizzo Spadolazzo trennt, verfolgt. Hier endet er, wohl in Folge einer Verschiebung, plötzlich an den tieferen Gneissen. aber über diesen stellen sich auf der Höhe des Pizzo Spadolazzo von neuem die grünen Glimmerschiefer ein, die im Hangenden des Marmors zu liegen pflegen. Es ist zwar merkwürdig, dass die Marmore und Dolomite selbst hier gänzlich fehlen, kann aber sehr wohl aus einem südlichen Auskeilen dieser

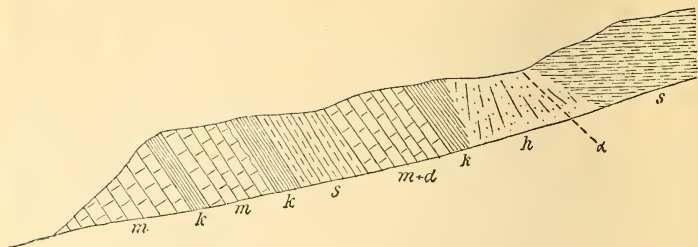
Lager erklärt werden. Wenn man nämlich über die liegenden Adula-Gneisse herabsteigt, die den eigentlichen Körper dieses Bergkegels ausmachen, dann trifft man am West- und Südfusse desselben auf die Glimmerschieferzone, die ihrerseits einen kontinuierlichen Ausstrich längs des Thales von Madesimo bis zur Alp Groppera besitzt, wobei die Schichten erst ziemlich stark nach Osten, dann nach NO einfallen. Ueberall liegt der grünliche Adula-Gneiss darüber und am Pizzo Sterla stellen sich darin Riesenaugengneisse wie am Surettagipfel ein. Aber es fehlen auch hier die Marmore gänzlich, statt dessen liegen über dem Riesenaugengneiss mächtige grüne feinkörnige Augengneisse und zu unterst darin graphitische schwarze Schiefer. Zu oberst stellen sich wiederholt dünne Lagen von Eisenspath ein, die braun anwitternd dem grünen Gestein eine bandartige Streifung geben. Ich betrachte diese oberen Lagen als ein Aequivalent der Surettagipfel-Schichten, in denen hier aber Marmor und Dolomit nicht zur Entwicklung gekommen sind. Auch der typische Rofna-Gneiss fehlt hier und stellt sich erst am Spadolazzo und insbesondere dann am Surettahorn ein. Er liegt, wie das beistehende Profil zeigt, unter dem Riesenaugengneiss und hat ebenso wie in der Rofnaschlucht selber bald mehr porphyrtartiges, bald mehr granitisches Aussehen. Aber eine scharfe Grenze sowohl gegen die hangenden als auch gegen die liegenden Adula-Gneisse giebt es nicht. Man kann ihm weder ein Stock- noch ein gangförmiges Auftreten zuschreiben, sondern muss ihn entweder als eine besondere Varietät des ja auch sonst in seiner Entwicklung recht wechselreichen Adula-Gneisses oder wenigstens als eine locale, aber concordante Einlagerung gelten lassen.

Steigt man vom Gipfel des Surettahornes westwärts gegen den Splügenpass ab, so durchschreitet man von den hangenden Marmoren ab die ganze Masse dieses Rofna-Gneisses, bis zuletzt in einer Höhe von etwa 150 m über der Passhöhe die liegenden Adula-Gneisse beginnen. Unter diesen sollte man weiter unten den älteren Glimmerschiefer erwarten, statt dessen trifft man aber ganz unerwartet wieder die Marmore auf der Passhöhe selbst anstehend und in sehr deutlicher Wechsellagerung mit Glimmerschiefern. Auch sie streichen von N nach S und fallen nach O, also unter dem Rofna-Gneiss ein. Dies ist aber nur scheinbar, in Wirklichkeit sind sie von diesem durch eine Verwerfung getrennt wie die Aufschlüsse im Kistentobel (s. Textfigur 2) lehren. Dort ist nämlich die Reihe der Kalksteine viel vollständiger erhalten als auf der südlicheren Passhöhe und wir durchschreiten daselbst zuerst einen schönen weissen und hellgrau gebänderten Marmor, der beim Anschlagen einen bituminösen Geruch von sich giebt. Er wird in der Nähe in einem ziemlich tiefen Bruche als

Fig. 2.

W

O



Querschnitt durch den Kistentobel südlich vom Dorf Splügen.
m weisser Marmor, *k* dunkler Kalkglimmerschiefer, *m + d* weisser Marmor und Dolomit, *s* Sericitgneiss, *α* muthmaassliche Ueberschiebungsfäche, die aber durch Schutt (*h*) bedeckt ist.

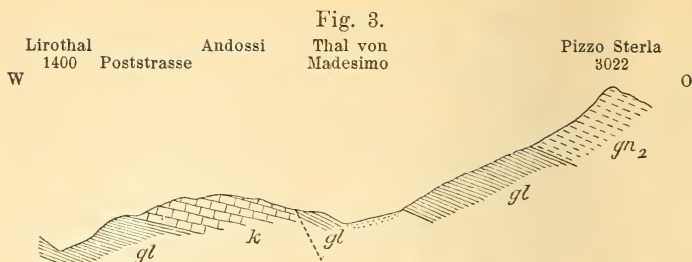
Strassenschotter gewonnen, nach oben wechsellagert er mit schwärzlichem glimmerreichen Kalkschiefer und schliesst dann einen sericitischen feinkörnigen Adula-Gneiss ein, über dem ein Marmorlager folgt, das z. Th. ganz dolomitisch ist, sich also sehr gut mit dem oberen Dolomitlager des Surettahornes vergleichen lässt. Darüber liegt nochmals schwärzlicher Kalkglimmerschiefer. Dann folgt, aber durch eine verschüttete schmale Zone davon getrennt, der sericitische grüne feinkörnige Adula-Gneiss, der jedoch nicht von S nach N, sondern von O nach W streicht und nicht nach O, sondern nach W einfällt. Es kann kaum angenommen werden, dass ein solcher Contact in anderer Weise als durch Verschiebung auf einer Bruchfläche zu Stande gekommen ist, obwohl letztere selbst durch Verschüttung der unmittelbaren Beobachtung entzogen ist.

ROLLE hat diesen Marmorzug, wo er auf der Passhöhe ansteht, sehr richtig als eine Einlagerung im Glimmerschiefer aufgefasst, jedoch dessen nördliche Fortsetzung über die Donat-Alp und Alp Rhäzüns, auf welcher der Kistentobel eingeschnitten ist, als Triaskalk bezeichnet, trotzdem auch dort seine Wechsellagerung mit Glimmerschiefer und Gneiss unzweifelhaft ist. Mit Recht hat darum HEIM 1891 diesen Zusammenhang wieder hergestellt, aber er ging zu weit, als er ohne Weiteres auch die Kalke des Strahltofels, von Sufers und von Madesimo damit vereinigte und alles das in seine Röthidolomitgruppe stellte. Für die Marmore und Dolomite von Madesimo ist noch nie eine Wechsellagerung mit den ächten Glimmerschiefern oder Gneissen nachgewiesen worden, und diejenigen des Strahltofels und von Sufers liegen direct über

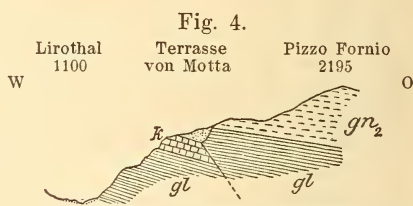
dem Bündner Schiefer und werden, wie ich im dritten Abschnitt zeigen werde, in ihrer nördlichen Fortsetzung von der Trias überlagert. Für die Bezeichnung als „Röthidolomit“ liegt erst recht keine Begründung vor, da hier Verrucano und Quartenschiefer durchaus fehlen und der gegenüber dem Marmor ganz zurücktretende Dolomit keine besondere Aehnlichkeit mit dem ächten Röthidolomit besitzt.

Das Kalklager von Madesimo besteht allerdings vorzugsweise aus weissem Marmor und Dolomit, doch ist auch blauer Kalk nicht selten, und Kalkglimmerschiefer liegen dazwischen, die sehr an den Bündner Schiefer erinnern. Dahingegen fehlen Gneiss- und Glimmerschieferinlagerungen durchaus und die ganze Bildung liegt auch nicht auf Adula-Gneiss, sondern direct auf der unteren Glimmerschieferzone. Es scheint also, dass zwischen dieser Ablagerung und dem Ende der archaischen Zeit eine Periode lag, in welcher die oberen Gneisse dieses Gebietes der Erosion zum Opfer fielen, so dass die Kalke und Dolomite von Madesimo unmittelbar auf der tieferen Glimmerschieferstufe abgesetzt werden konnten. Da Versteinerungen in demselben noch nicht gefunden worden sind, so lässt sich über das Alter dieses Absatzes etwas Sicheres nicht aussagen. Hält man sich nur an die petrographische Entwicklung, so liegt ein Vergleich mit den untersten Bündner Schiefen, wie sie bei Vals entwickelt sind und im IV. Abschnitt beschrieben werden sollen, am nächsten. Die Vermuthung darf man somit wohl wagen, dass die Kalke und Dolomite von Madesimo, die sich im Norden bis zur Dogana di Spluga, im Süden bis Campodolcino ausdehnen, palaeozoischen Alters seien. (Siehe Textfiguren 3 und 4.)

ROLLE und HEIM glauben, dass diese Kalkzüge muldenförmig den krystallinen Schiefen eingelagert und dass die von N nach S streichenden Mulden nach W überkippt oder „überfaltet“ seien, wodurch es komme, dass die Schichten nur eine einseitige Neigung nach Osten zeigen. Diese Auffassung lässt sich aber nicht aufrecht halten, wenn man bedenkt, dass nach Osten die Kalke am Splügen an den oberen Gneiss, bei Madesimo aber an den älteren Glimmerschiefer angrenzen. Im Thale der Rabbiosa bei Campodolcino erkennt man sogar am rechten Thalgehänge die steile Ueberschiebungsfläche, auf der der Glimmerschiefer über den Kalk heraufgeschoben worden ist. Auch bei Madesimo lassen sich die Lagerungsverhältnisse nur in dieser Weise erklären, obwohl die Verwerfungsspalte selbst durch Schutt verdeckt ist. Es liegt unter diesen Umständen aber sehr nahe, diese Verwerfung mit derjenigen des Kistentobels zu combiniren und man erhält dann eine ziemlich genau von Süd nach Nord



Querschnitt bei Madesimo. 1 : 75000.



Querschnitt auf der Nordseite des Rabbiosa-Thales bei Campodolcino, der die Ueberschiebung des älteren Glimmerschiefers über den jüngeren Kalk von Madesimo darstellt.

gl Glimmerschiefer, *gn₂* oberer Gneiss, *k* wahrscheinlich palaeozoischer Kalk von Madesimo. 1 : 75000.

verlaufende und nach Ost einfallende Verwerfungsspalte, welche zu einer Ueberschiebung des östlichen Gebirgstheiles über den westlichen geführt hat. Ueber die Rolle, welche dabei der Gypsstock nordöstlich von Madesimo gespielt hat, lässt sich etwas Bestimmtes wegen der Isolirtheit des Aufschlusses nicht ausfindig machen. Wahrscheinlich ist es, dass er ins Hangende des Kalklagers gehört.

Sehr schön entblösst ist die Unterlage des Bündner Schiefers bei dem Dorfe Splügen. Adula-Gneiss, z. Th. glimmerschieferartig, von Quarzgängen in allen Richtungen in Menge durchsetzt, bildet den kleinen Querriegel unterhalb des Dorfes, durch den sich der Rhein in einer engen Klamm hindurchgearbeitet hat. (Siehe Fig. 2 auf Taf. I.) Die alte Schlossruine steht auf diesem Gneiss, aber dicht daneben, jenseits der alten Römerstrasse, streicht am nördlich aufsteigenden Gehänge bereits der Bündner Schiefer als schwärzlicher Kalkschiefer aus. Zwischen dem liegenden Gneiss und dem hangenden Bündner Schiefer ist höchstens 1 m hoch ein Zwischenraum von Gras bedeckt. Dass in diesem ein Dolomitlager nicht verborgen sein kann, ist zweifellos. An der Poststrasse selbst ist die Ueberlagerung so unmittelbar nicht zu beob-

achten, aber auch dort habe ich nirgends auch nur eine Spur des Röthidolomites entdecken können, welchen HEIM (l. c., p. 406), der jenen Gneisshügel als erster beschrieben hat, von dort angiebt. Auch das Marmorlager im Gneiss und der Gneiss im Bündner Schiefer ist mir verborgen geblieben.

Ich muss deshalb als ein ganz bestimmtes Ergebniss dieses Abschnittes erklären, dass kein Röthidolomit zwischen dem Gneiss und dem Bündner Schiefer, weder bei Splügen noch bei Vals, vorhanden ist. Ich lege auf die Feststellung dieser Thatsache deswegen ein besonderes Gewicht, weil auf Blatt XIV hier überall ein schmaler Streifen von Röthidolomit eingetragen ist, der in Wirklichkeit zwar gar nicht existirt, aber leicht denjenigen, der nur die Karte zu Rathe zieht, und der gewohnt ist im Röthidolomit einen Vertreter des Perms oder der Trias zu sehen, mit Bezug auf die Altersbestimmung der Bündner Schiefer irreleiten könnte.

Der Umstand, dass der Bündner Schiefer längs seiner südlichen Grenze unmittelbar den archaischen Schiefern aufliegt, giebt für die Altersbestimmung einen weiten Spielraum, der schon im Palaeozoikum beginnt.

II. Die Unterlage der Bündner Schiefer im Norden.

Die Nordgrenze der Bündner Schiefer liegt auf dem Südgehänge des Vorderrheinthaales. Schon von Chur an bauen sie ausschliesslich das südliche Thalgehänge des Rheines auf, aber gleich oberhalb Rhäzüns, wo das Domleschg von Süden her einmündet, kommt am Ufer des Hinterrheines etwas von der Unterlage des Schiefers zum Vorschein. Es ist eine flache Kuppe von Röthidolomit, die schon THEOBALD gekannt hat, die aber, wie schon früher erwähnt, auf Blatt XIV fehlt. Den nächsten Punkt thalaufwärts, an welchem das Liegende des Schiefers wiederum zu Tage geht, trifft man bei Ilanz. Dort streicht als Basis desselben nicht nur der Röthidolomit, sondern auch der Verrucano in grosser Mächtigkeit am Südgehänge aus, und von da ab kann man diese Unterlage ohne Unterbrechung, immer höher am Gehänge sich heraufziehend, über Obersaxen nach Val Gronda und von da hoch oben am linken Gehänge hin bis zur Höhe der Lumbreiner Alp verfolgen. Von dort senkt sie sich erst ostwärts nach Lumbrein herab, dreht sich dann aber alsbald wieder nach Westen in die Richtung nach Vrin. Von Ilanz an bis Vrin beschreibt dieser Ausstrich ein grosses S und die untere Grenze des Bündner Schiefers folgt dieser Curve getreulich im Osten,

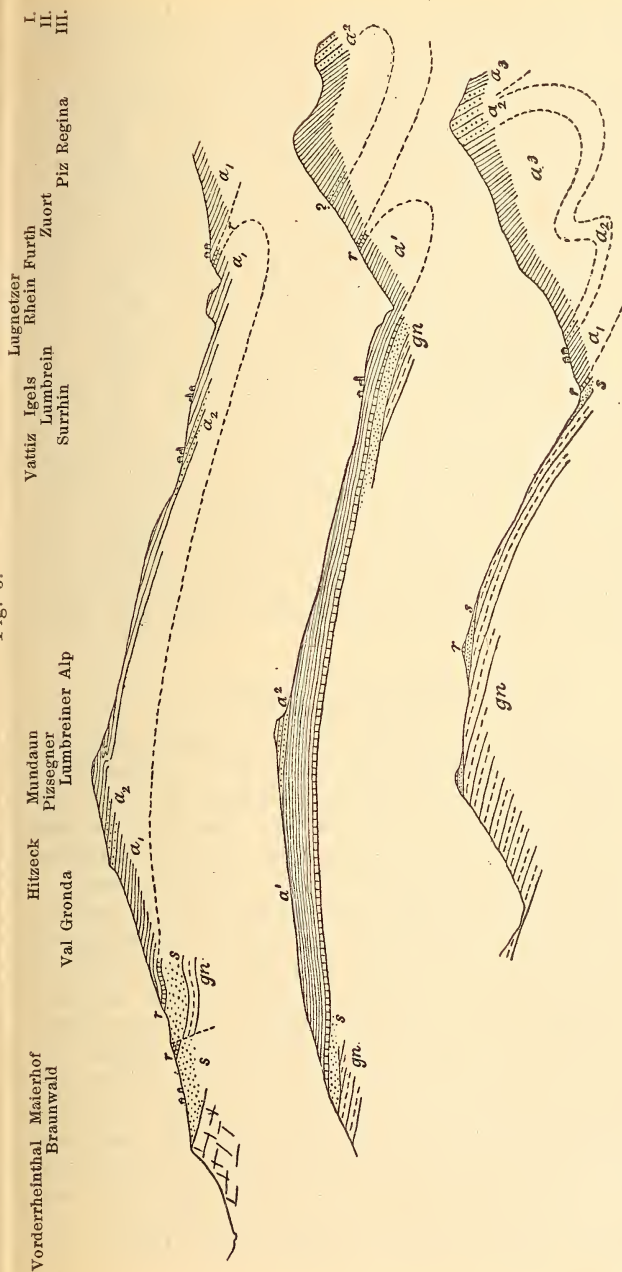
während im Westen unter dem Verrucano überall die Adula-Gneisse als Unterlage zum Vorschein kommen.

Trotz dieser Continuität von Verrucano und Röthidolomit fällt jedoch auf, dass beide immer mehr an Mächtigkeit abnehmen, je weiter man südwärts kommt. An der Mündung des Cavelbaches im Lugnetz bei Vrin besteht der Röthidolomit nur noch aus einigen Metern einer gelben, weichen, wenig bis gar nicht dolomitischen Rauhwacke, und auch der Verrucano hat dort eine Mächtigkeit von kaum mehr als 30 m. Es deutet das auf ein allmähliches gänzliches Verschwinden der ganzen Ablagerung im Süden, und in der That ist dieselbe bei Vals und Splügen nicht mehr nachweisbar. Erst jenseits des centralen Alpenkammes im unteren Val Tellina ist mir das Wiedererscheinen des echten Verrucanos und Röthidolomites bekannt, das sich dann auch noch weiter in die Bergamasker Alpen fortsetzt. Es hat also vollkommen den Anschein, als hätten die Gebiete zwischen Vrin und dem Veltlin damals einen absatzfreien Landrücken gebildet.

ESCHER VON DER LINTH, THEOBALD und HEIM haben diese Auflagerung des Bündner Schiefers auf dem Röthidolomit als eine normale, ursprüngliche aufgefasst, und in der That wird man sich nach einer genauen Begehung des Gebietes kaum der Ueberzeugung verschliessen können, dass sie Recht hatten. Dazu kommt noch der schmale aber lange Zug von Dolomit, den HEIM von Peiden bis Silgin bei Lumbrein mitten im Bündner Schiefer nachgewiesen hat, und den man sicherlich für ein Aequivalent des Röthidolomites ansehen darf. Seine Anwesenheit erklärt sich leicht (siehe Textfigur 5), wenn man eine mehrfache überkippte Faltung der Bündner Schiefer annimmt, für welche im 4. Capitel die entscheidenden Gründe vorgebracht werden sollen. Wenn dem nun so ist, so erscheint der Schluss vollkommen berechtigt, dass die Bündner Schiefer des Mundauns mesozoisch oder noch jünger sein müssen.

DIENER hat gleichwohl, irregeleitet durch die Unterscheidung, welche VACEK zwischen Kalkphyllit und tertiärem Flyschschiefer machen zu können geglaubt hatte, den Schiefer des Mundauns für palaeozoisch erklärt und nahm, um seine Auflagerung auf dem demnach jüngeren Röthidolomit begreiflich zu machen, an, dass der palaeozoische Schiefer auf einer stark geneigten Wechselfläche übergeschoben sei. Allerdings musste diese Ueberschiebungsfläche eine sehr flache und zugleich mehrfach wellig gebogene sein, wie aus Fig. 5 ersichtlich ist. Gleichwohl hätte dies, seitdem wir von den nachträglichen Verbiegungen älterer ebener Schubflächen in den verschiedensten Gebirgen unterrichtet worden sind,

Fig. 5.



Drei Querschnitte durch das Mundaungebirge, welche die Art zeigen sollen, wie der Bündner Schiefer auf der Südseite des Vorderrheinthaales dem Röthidolomit und Verrucano aufliegt. 1 : 75000.
 gn Oberer Gneiss, s Sernifit (Verrucano), r Röthidolomit, a 1—3 Bündner Schiefer.

für uns nichts „Schreckhaftes“ mehr. Aber es fehlen hier eben alle Anzeigen einer Ueberschiebung, als Reibungsbreccien, Rutschflächen u. s. w., und insbesondere spricht gegen eine solche Annahme der Umstand, dass der wenig mächtige Röthidolomit allerorten die Unterlage für den angeblichen Schub bildet. Bei einer solchen gewaltigen und weiten Ueberschiebung müsste man erwarten, dass diese Basis aus wechselnden Schichten bestände, so wie es bei thatsächlichen derartigen Erscheinungen wirklich auch stets der Fall ist. DIENER hatte nur einen Grund, der ihn zur Annahme der Ueberschiebung führte: das palaeozoische Alter der Mundaunschiefer; aber dieses Alter war nicht durch Versteinerungen bewiesen, sondern stützte sich allein auf die petrographische Aehnlichkeit mit Schieferen der Glarner Alpen, die er für palaeozoisch hielt, die aber in Wirklichkeit viel jünger sind. Wir können also sagen, dass gegenwärtig nicht der geringste Grund mehr vorliegt, um in der Auflagerung der Bündner Schiefer des Mundauns auf dem Röthidolomit etwas anderes als ein ursprüngliches und normales Verhältniss zu sehen. Zugleich ergibt sich damit aber auch zwischen dem Bündner Schiefer im Norden und demjenigen im Süden dieser Gegensatz, dass ersterer stets auf Röthidolomit, letzterer stets auf Gneiss aufliegt.

III. Die Kalkberge bei Splügen.

Auf der Nordseite des Hinterrheinthales erheben sich inmitten der grasreichen Schieferberge die schroffen, kahlen Felsstöcke und Kämme der sog. Splügener Kalkberge als eine Welt für sich. Seltsam heben sie sich von ihrer Umgebung ab und rufen bei dem Wanderer, der aus dem Osten kommt, unwillkürlich die Erinnerung an die weissen Felsberge Südtirols wach.

Die meisten Geologen haben diese Kalkberge nur im Vorübergehen kennen gelernt, weil keiner der gewöhnlichen Passübergänge in dieselben hineinführt. Gleichwohl lässt sich auch dabei schon die Erkenntniss gewinnen, dass diese Kalkmassen dem Bündner Schiefer aufgelagert sind, weil dieser überall ringsherum unter denselben hervorschaut. Daraus hat man dann den Schluss gezogen, dass sie auch jünger als die Schiefer seien, und THEOBALD verliess 1860 der Ansicht Ausdruck, dass sie mit dem nördlichen Hochgebirgskalk identisch wären und hier, wie dieser bei Versam, die liasischen Bündner Schiefer überlagern. THEOBALD¹⁾ hielt nämlich den Hochgebirgskalk im Versamer Tobel, den man

¹⁾ THEOBALD. Jahresb. naturf. Ges. Graub. 1860 (1858). p. 37.

später für Bergsturzmasse erklärte, für anstehend und deutete ihn als Kern einer mit dem Vorderrheinthal zusammenfallenden Mulde, deren überkippter Südflügel aus liasischem Bündner Schiefer gebildet werde. Durch einen kühnen Luftsattel verband er dann über den südlichen Heinzenberg und Beverin hinweg diesen Hochgebirgskalk mit den Splügener Kalkbergen, denen damit ebenfalls ein oberjurassisches Alter zufiel. Er setzt jedoch (l. c., p. 38) hinzu: „Ich hoffe demnächst das bis jetzt ganz unbekannte Innere dieses Gebirgsstockes zu untersuchen und dann noch bestimmtere Beweise für diese Ansicht zu liefern.“ Ob er diese Untersuchung wirklich später unternommen hat, ist mir nicht bekannt — eine Veröffentlichung liegt darüber nicht vor. Die Uebersichtskarte der Schweiz giebt diese Formation als Calcaire indéterminé an. ROLLE hingegen stimmte THEOBALD¹⁾ 1881 zu, aber freilich mit der bezeichnenden Bemerkung: „Ich habe dieses Gebiet nicht betreten und nehme daher vorläufig THEOBALD's Ansicht als begründet an.“ Der erste, der das triasische Alter der Kalkberge mit Bestimmtheit behauptet hat, war DIENER²⁾ 1888. Da er nicht von dem liasischen Alter der Bündner Schiefer ausging, so wurde für ihn die petrographische Aehnlichkeit der hangenden Kalke und Dolomite mit der Trias des östlichen Graubündens bestimmend. Doch hat auch DIENER nur die Gehänge des Teurihornes nördlich des Dorfes Splügen untersucht, und es ist ihm in Folge dessen, sowohl die besondere Gliederung dieser Triasschichten als auch die starke Faltung derselben unbekannt geblieben. Eine andere Auffassung wird dann 1891 von HEIM³⁾ vertreten; er sieht in den Splügener Kalkbergen eine heteropische Facies des Bündner Schiefer und stellt sie mit diesem in den Lias und Dogger, jüngstens Malm. HEIM war der erste, der in das Innere dieser Berge eingedrungen ist und so bemerkte er die verwickelte Tektonik derselben und das Vorkommen von Belemniten am Weisshorn und im Steilen-Thal. Doch haben seine Untersuchungen unter der Missgunst des Wetters zu leiden gehabt. HEIM sagt (p. 397): „Ich traf im August 1881 Nebel und Schneefall, und im August 1882 war ich auch fast beständig von Nebel, Regen, Schneegestöber und Sturm gehindert.“

Günstiger lagen die Verhältnisse für mich im August 1894, insofern ich wenigstens während 3 schöner Tage in den Kalkbergen herumwandern konnte. Ich habe in dieser Zeit freilich keine vollkommene Aufnahme derselben machen können, aber doch so viel

¹⁾ THEOBALD. l. c., Beiträge etc., Lief. 23. 1881. p. 22.

²⁾ DIENER, Sitzber. Akad. Wien. LXC VII. 1888.

³⁾ HEIM. Beiträge. Lief. 25. 1891. p. 396.

davon kartographisch festgelegt, dass ich von der Gliederung der Schichten und deren Tektonik ein bestimmtes Bild erhielt. Ich unterscheide folgende Glieder von unten nach oben:

- 1) Dunkelblaue Kalke in dicken Bänken und dünnen Platten.
- 2) Grauen, gelbbraun anwitternden Dolomit mit viel Quarzgängen. Einlagerungen von grünen und röthlichen Schiefern, aber stets in untergeordneten Mengen. Nur einige Meter mächtig.
- 3) Grauer, weiss anwitternder krystallinischer Kalkstein, bankförmig abgesondert, häufig auch als ächter Dolomit entwickelt, hie und da mit schwarzen Kieselausscheidungen und hohen thurm-förmigen Chemnitzien. Bis 200 m mächtig.
- 4) Grüne und schwarze, oft ganz kalkfreie Schiefer mit eingelagerten, braunen, plattigen Dolomiten und Kalken und mächtigen gelbbraunen Rauhwacken. Undeutliche Bivalven (?). 20 bis mehr Meter mächtig, scheint stellenweise aber auch ganz zu fehlen.
- 5) Grauer Dolomit mit weissen und schwarzen Kalken in Bänken wechsellagernd. Letztere stellenweise erfüllt von undeutlichen Bivalven und Lithodendren, deren Umrisse durch Umkrystallisirung der ganzen Masse verschwommen geworden sind und die sich in Folge dessen auch nicht herauspräpariren lassen. Ungefähr so mächtig wie 3.

Glied 1 und 2 sind gegenüber 3 und 5 von geringer Mächtigkeit, manchmal fehlen auch beide oder doch wenigstens das unterste ganz. Auf der Westseite des Teuri z. B. fehlen beide und 3 läge direct auf dem Bündner Schiefer, wenn sich nicht eine Lage von gelblichem Kalktuff in einer Mächtigkeit von etwa 3 m dazwischen einschöbe.

Dieser Umstand kann als die Folge discordanter Lagerung der Dolomite und Kalke über dem Bündner Schiefer gedeutet werden, wofür ausserdem die im nächsten Abschnitt zu erörternde Thatsache spricht, dass die Splügener Kalke abwechselnd auf verschiedenalterigen Gliedern jener Schiefer aufgelagert sind.

Sicher bestimmbare Versteinerungen sind bisher in keinem dieser Glieder nachgewiesen und wenn auch die erwähnten Chemnitzien auf ähnliche Vorkommnisse in der ostalpinen Trias hinweisen, so finden wir in dieser Richtung doch noch immer in der Aehnlichkeit der Sedimente einen stärkeren Anhaltspunkt, und fast unwillkürlich drängt sich der Vergleich von Glied 5 mit dem Rhät, 4 mit den Raiblerschichten und 3 mit dem Esinokalk und Dolomit auf. Glied 1 hat, z. B. unterhalb der Steilenalp, eine auffallende Aehnlichkeit mit dem Muschelkalk von Perledo, aber für 2 fehlt mir jeder Anhaltspunkt. Heim bezeichnet den Dolomit 2 als Röthidolomit und in der That hat er mit diesem eine sehr grosse Aehnlichkeit, aber es mangelt ihm sowohl die hangen-

den Quartenschiefer als auch der liegende Verrucano; und es geht doch nicht gut an, ohne weiteres den Kalk 1 als ein Aequivalent des Verrucanos zu proclamiren.

Hier, wo uns der ununterbrochene Zusammenhang dieses Dolomites mit dem ächten Röthidolomit des Vorderrheinthales fehlt und sich eine Lücke von 15 km Breite fühlbar macht, müsste die petrographische Aehnlichkeit eine allseitigere sein, um auf Altersgleichheit schliessen zu dürfen. Uebrigens hat HEIM selbst die Schwierigkeiten durchgeföhlt; er sagt (l. c., p. 404): „nördlich des Rheines ist der Röthidolomit ein bestimmter stratigraphischer Horizont, südlich des Rheines gilt dies nur von dessen tiefstem Vorkommen, die höheren Wiederholungen derartiger Gesteine sind schwankenden verschiedenen Alters.“ Und zu diesen „oberen röthidolomitischen Gesteinen“ stellt er just den Dolomit des Gliedes 2. Es rächt sich hier die unberechtigte scharfe Trennung, welche HEIM in den Glarner Alpen zwischen Verrucano und Röthidolomit vorgenommen hat. Der letztere ist eben kein selbstständiges Glied, sondern mit ersterem durch wiederholte Wechsellagerungen auf's Innigste verknüpft, und es darf deshalb ein Dolomit, wenn er diese Verbindung nicht hat, sondern in einem petrographisch vollkommen von dem Verrucano verschiedenen Schichtsysteme concordant eingelagert ist, niemals als Röthidolomit bezeichnet werden, wenn er demselben der Gesteinsbeschaffenheit nach auch noch so sehr gleicht. Anderenfalls erlangt der Begriff „Röthidolomit“ eine Dehnbarkeit, durch die er stratigraphisch und tektonisch nicht nur ganz werthlos, sondern sogar in höchstem Grade schädlich wird. So ist es denn gekommen, dass dieser Kautschuk-Dolomit sich schlangenartig überall durch Blatt XIV hindurchwindet, bald das eine bald das andere sein soll, und dem Fernerstehenden ein völliges Räthsel bleiben muss.

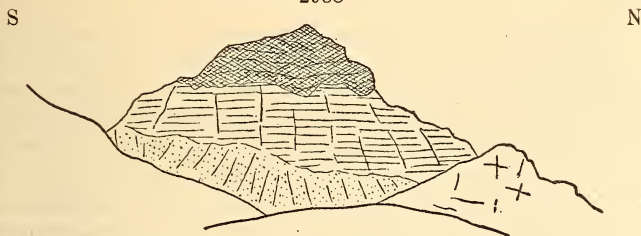
Nach dem Vorausgehenden bleibt das Alter der Splügener Kalkberge noch immer unsicher, aber wenn man ihre Gesteinsbeschaffenheit und stratigraphische Gliederung mit den palaeontologisch sicher bestimmten Formationen der nächsten Umgebung vergleicht, so fällt dieser Vergleich so entschieden zu Gunsten der Trias aus, dass man diese Kalkberge recht wohl bis auf weiteres als triasisch wird bezeichnen dürfen. Doch ist davon ein Glied auszunehmen, dessen Verbreitung so unregelmässig ist, dass es sich schon dadurch als etwas von den triasischen Gliedern verschiedenes zu erkennen giebt. Es sind das die eigenthümlichen Conglomerate mit den sie begleitenden Mergeln, Sandsteinen und Kalken, die sich bald nur in kleinen Fetzen, bald auch in grösseren zusammenhängenden Massen über das Gebiet

der Kalkberge zerstreut vorfinden und bald auf den höchsten, bald auf tieferen Schichten der Trias, bald auch auf dem Bündner Schiefer selbst unconform aufliegen. Ich kenne solche Massen vom Piz Vizan, dem Gipfel des Steilerhornes, von der Steilenalp, Teurialp und der Muotaulta. Nach HEIM kommen sie auch noch am Weisshorn und bei den Grauhörnern vor.

Diese Conglomerate schliessen meist etwas eckige kleinere und grössere Bruchstücke von Kalken und Dolomiten ein, die häufig petrographisch den Gesteinen der Glieder 1—5 vollkommen entsprechen. Daneben stellen sich aber noch die verschiedensten Varietäten der Adula-Gneisszone ein, die bald fast ausschliesslich herrschen, bald stark gegenüber den Kalken zurücktreten oder auch ganz fehlen. Wegen dieser Mischung hat man das Gestein auch als polygenes Conglomerat bezeichnet. Am Piz Vizan erreichen diese Bruchstücke nicht selten einen Durchmesser von 5—10 m. Das Bindemittel ist meist ein kalkiges, zuweilen aber (Piz Vizan) besteht es mehr oder minder ausschliesslich aus einer schiefrigen Arkose, in der man Quarz und Feldspath oft schon mit blossen Auge leicht unterscheidet. Der Glimmer bildet meist grüne sericitische Häute, wo er vorherrscht, entsteht ein Bindemittel, das eine gewisse Aehnlichkeit mit dem arkoseartigen Sernifit (Verrucano) besitzt. Dieses Gestein hat HEIM als **Taspinit** bezeichnet. Es verdankt ohne Zweifel der Anhäufung von feinem Detritus naher Gneissgebirge seine Entstehung, welche ja auch die grösseren Blöcke geliefert haben, während die triasischen Kalke ebenfalls Küsten oder Inselfelsen gebildet haben müssen, aus deren Zerstörung durch die Meeresbrandung die Kalkconglomerate und das kalkige Bindemittel derselben hervorging.

Dass diese Conglomerate im Meere abgesetzt wurden, geht daraus hervor, dass sie nach oben in Kalksteine und Schiefer übergehen, die Crinoideenstielglieder und Belemniten einschliessen; und dass der Boden sowie die Ufer dieses Meeres aus den durch die Erosion stark angenagten Felsen der Trias und der Bündner Schiefer gebildet wurden, wird durch die unregelmässige, häufig sackartig vertiefte Auflagerungsfläche dieser Conglomerate auf ihrem Untergrund bewiesen. Am deutlichsten und unzweifelhaftesten zeigt dies der Gipfel des Steilerhornes (siehe Textfigur 6), an dessen ringsum freien und fast senkrechten Wänden diese Auflagerungsfläche mit allen ihren Unregelmässigkeiten auf's schönste sichtbar wird. Die sackartigen Einsenkungen in die Triaskalke sind ferner ausgezeichnet an den nördlichen Steilwänden des Piz Vizan aufgeschlossen. Ausserdem ist dieser Berg sehr geeignet, um zu erkennen, dass diese Conglomerate, welche die höchsten Punkte des Grates und sein ganzes Südgehänge bedecken, im

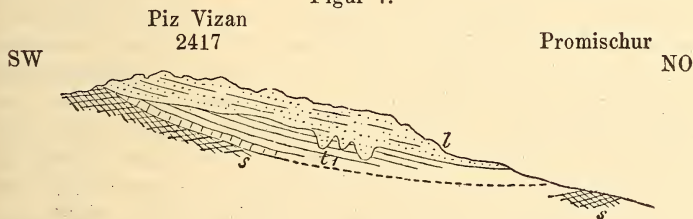
Figur 6.
Steilerhorn
2988



Anblick des Steilerhornes von Osten, der die unregelmässige Grenze zwischen den oberen dunkeln Liasschichten und den unteren hellen Triasdolomiten deutlich erkennen lässt.

Süden unmittelbar und discordant auf Stufe 3 der Trias und im Westen auf den Bündner Schiefern aufliegen. Ueber der Stufe 3 stellt sich zunächst mächtiges reines Kalk-Dolomit-Conglomerat und erst in höheren Lagen darüber das polygene Conglomerat ein. (Siehe Textfigur 8.) Die liegenden Triaskalke sind hier sehr

Figur 7.



Querschnitt durch den Piz Vizan bei Andeer, die discordante und übergreifende Lagerung des jüngeren Conglomerates auf dem triasischen Kalk und den palaeozoischen Bündner Schiefern zeigend. 1:37500.
s Bündner Schiefer, t Trias, l Conglomerat.

reich an Quarzgängen. Am Steilerhorn und im Steilenthal liegen das Conglomerat und die sie begleitenden Gesteine direct auf Stufe 5 der Trias, auf der Teurialp hingegen unmittelbar auf den Bündner Schiefern und am Muotaulta auf Stufe 2 (s. Fig. 1 Taf. II), doch schaltet sich dort noch ein mächtiges Gypslager dazwischen

ein, über dessen Zugehörigkeit zum Liegenden oder Hangenden ich wegen Eintritt sehr schlechten Wetters keine Klarheit erlangen konnte.

Was nun das Alter dieser Conglomerate betrifft, so geht aus den geschilderten Lagerungsverhältnissen soviel klar hervor, dass sie jünger als die Trias sein müssen. Die Versteinerungen, welche in denselben verhältnissmässig selten sind, bestehen aus Belemniten, die eine specifische Bestimmung bisher noch nicht ermöglicht haben. Ihrer Form nach könnten sie liasischen Alters sein und auch das *Apiocrinus*-Stielglied, das ich aus den Gipfelschichten des Steilerhornes habe, spricht nicht gegen diese Altersbestimmung. Des weiteren kann man darauf hinweisen, dass die dunklen Kalke, in welchen auf der Steilenalp (in dem westlichen Seitenthal süd-östlich am Fuss des Steilerhornes) die Belemniten liegen, eigenthümliche gelbliche Flammen und Flecken haben, die dem Gestein z. Th. das Aussehen der Algäu-Fleckenmergel verleihen. Aber immerhin ist die Möglichkeit, dass die Ablagerung cretaceisch wäre, nicht vollkommen ausgeschlossen. Nur das tertiäre Alter ist wegen der Belemniten gänzlich unmöglich.

Die Art und Weise, wie die beschriebenen Formationsglieder tektonisch angeordnet sind, ist weit verwickelter als man anfänglich vermuthete. Die Anordnung der liegenden Bündner Schiefer soll erst im nächsten Abschnitt erörtert werden, doch erkennt man aus dem Kärtchen unmittelbar, dass wenigstens im Westen eine nord-südliche Anordnung der Schichten und Falten vorherrscht. Im Osten habe ich diese Verhältnisse nicht genügend untersucht und darum eine Differenzirung in den Bündner Schiefen nicht vorgenommen. Die Triaskalke zeigen ebenfalls ein System von Mulden und Sätteln, die aber von O nach W gerichtet sind, also zu denen des Schiefers beinahe rechtwinkelig stehen. Auch die Auflagerungsfläche der Trias macht diese Faltungen der Trias mit, ist hingegen von denjenigen des Schiefers ganz unabhängig, woraus hervorgeht, dass sie und die triasische Faltung jünger sein müssen als die Faltung des Schiefers. Zugleich aber ergibt sich daraus, dass die Auflagerung selbst eine ursprüngliche und nicht erst durch spätere Ueberschiebung hervorgebracht ist.

In der Trias lassen sich drei Sättel unterscheiden, die in Figur 1 Tafel II zur Darstellung gekommen sind. Der südlichste bildet die Kette des Teurihornes. Es besteht eigentlich aus mehreren nach Süden überkippten Sätteln. Am Südgehänge dieser Kette streichen in Folge dessen dieselben Bänke wiederholt übereinander aus und machen auf denjenigen, der sie vom Splügenpass her gewahrt, den Eindruck eines einzigen, aber sehr mächtigen Schichtensystems mit beinahe horizontaler Lagerung. Gegen Norden

schliessen sich an diese überkippten noch zwei breite, flache normale Sättel an, von denen der nördlichste in den Grauhörnern culminirt. Die Faltung setzt sich dann noch in der breiten, flachen Mulde der Annarosa-Alp fort, deren Nordflügel zur Höhe des Gelbhornes aufsteigt. Verfolgt man diese Falten im Streichen, so bemerkt man, dass Querbrüche das Gebirge durchsetzen und zu Verschiebungen der einzelnen Theile geführt haben, die nicht immer leicht sofort erkannt werden. Nach Osten hin tritt ausserdem eine Drehung der östlichen Streichrichtung nach Nordosten ein und lässt die Beziehung zur alpinen Faltung damit noch deutlicher werden.

Dass auch die jüngeren Conglomeratschichten von dieser Faltung mitergriffen worden sind, geht nicht nur aus den starken Fältelungen und Verbiegungen derselben, sondern auch aus den so verschiedenen Höhenlagen, in welchen ihre isolirten Reste oft in unmittelbarer Nähe nebeneinander angetroffen werden, hervor.

Wir können die Ergebnisse dieses Abschnittes kurz so zusammenfassen:

1) Die Hauptmasse der Splügener Kalkberge gehört der Trias an und liegt discordant auf dem älteren Bündner Schiefer. Discordant über beiden liegt das wahrscheinlich liasische Conglomerat mit seinen Belemniten, aber nicht als zusammenhängende Decke, sondern nur noch in einzelnen isolirten Partien.

2) Die Trias nebst dem Conglomerate sind in der alpinen Richtung zu mehreren parallelen Sätteln und Mulden gefaltet, von denen die südlichen nach Süden überliegen. Die älteren Bündner Schiefer hingegen sind schon vor Ablagerung der Trias in süd-nördlich streichende Falten gelegt worden.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass die Trias der Kalkberge auch in einzelnen Resten über den Hinterrhein herübergreift, normal auf Bündner Schiefer aufruhend, aber von Süden her längs einer nordöstlich streichenden und steil nach SO fallenden Verwerfungsspalte durch den älteren Rofna-Gneiss überschoben worden ist. Diese tektonisch sehr wichtige Spalte setzt dem Bündner Schiefer hier seine südliche Grenze. Was man südwärts derselben noch zu ihm gerechnet hat, gehört entweder dem Archaikum an oder bleibt, wie die Kalke von Madesimo, in seiner Deutung ungewiss.

IV. Die palaeozoischen oder eigentlichen Bündner Schiefer.

Aus dem Vorhergehenden ist klar geworden, dass die Bündner Schiefer bei Splügen palaeozoisch sein müssen. Damit steht in

Einklang, dass darin noch nie jurassische Versteinerungen gefunden worden sind, wenn man von den Belemniten am Weisshorn absieht, die nach HEIM's Angaben allerdings im ächten Bündner Schiefer liegen, aber ganz zu oberst, so dass sie doch vielleicht schon dem Lias angehören. So lange ich diese Stelle nicht selbst gesehen habe, an deren Besuch ich zweimal verhindert worden bin, zuerst durch die vorgerückte Tagesstunde, sodann durch den Eintritt sehr schlechten Wetters, kann ich natürlich ihre Beweiskraft weder behaupten noch verneinen, aber nach allem, was ich sonst in diesem Gebiet, und z. Th. in nächster Nähe dieses Ortes, gesehen habe, halte ich dafür, dass es sich dabei nur um einen Liasrest handelt, der wie auf der Teurialp discordant auf dem Bündner Schiefer liegt.

Die Bivalven-Schalen, welche HEIM (l. c., p. 306) „in dem fein gefältelten Bündner Schiefer an der Stelle, wo die Splügenstrasse südlich des Dorfes Splügen den Hausernbach unterhalb der unteren Strassenkehren überschreitet“, fand und die er für Cardinien und Gryphaen hält, konnte ich nicht wieder finden. Die schmalen Kalklagen zwischen den glimmerreichen Schiefern sind dort ebenfalls stark verbogen und gefältelt und nehmen in Folge dessen zuweilen, wenn sie von der Felsoberfläche quer geschnitten sind, eine Form an, die an Bivalven-Schalen erinnern kann. Sobald man sie aber heraus schlägt, gewahrt man den Irrthum. Uebrigens würden derartige undeutliche Schalen weder für das mesozoische, noch für das palaeozoische Alter der Schiefer irgendwie entscheidend sein können.

Verfolgt man diese liegenden Schiefer von den Kalkbergen an nach Süden, so kommt man bei Splügen, wie schon erwähnt, auf ihre Basis, den Adula-Gneiss. Dasselbe findet statt, wenn man ihnen in westlicher Richtung folgt; da liegen sie im Peilerthal bei Vals ebenfalls auf Gneiss. Während sie aber in der ersten Richtung nur aus dunklen Kalkschiefern und -platten bestehen, sehen wir in der letzteren einen mehrfachen Wechsel in den durchaus ostwärts einfallenden Schiefern eintreten, so wie er durch Profil 3 auf Tafel II dargestellt ist. Beginnen wir an der Basis, so sehen wir längs des Peilerthales eine mächtige Masse von weissen und grauen Marmoren und Dolomiten mit untergeordneten Einlagen glimmerreicher Kalkschiefer die Adula-Gneisse direct überlagern. Die Schiefer sind durch die Häufigkeit weicher, dunkler und doch glänzender Glimmerhäute ausgezeichnet, die hauptsächlich aus Muscovit zusammengesetzt werden. C. SCHMIDT bezeichnet diese Schiefer als Kalkphyllite. Ueber den Marmoren werden sie vorherrschend und nur durch schmale Bänke marmorartigen dunklen Kalkes sowie einzelne weisse, feinkörnige

Quarzitlagen unterbrochen. In diesen oberen Kalkglimmerschiefern liegen dann in einem Vertikalabstand von etwa 150 m zwei Lager von sog. grünem Bündner Schiefer, der aber stellenweise auch ziemlich massig entwickelt ist. Höher oben folgt am Westgehänge des Bärenhornes eine schmale Einlagerung von kalkarmen schwarzen Schiefern mit hellen quarzitischen Linsen und Bänken. Sie hat aber nur eine Länge von etwa 500 m und wird ringsum von den Schichten des Kalkglimmerschiefers muldenartig eingeschlossen. In letzterem folgen dann neuerdings zwei Lager von grünem Schiefer, die z. Th. deutlich die Struktur eines massigen Diabases zeigen. Erst auf der Ostabdachung des Bärenhornes stellen sich wieder die schwarzen, meist ganz kalkfreien dünnstieferigen Thonschiefer mit ihren hellen Quarziten in Linsen oder dicken Einlagerungen ein. Die Grenze derselben sowohl gegen die liegenden als auch gegen die am Weisshorn im Hangenden auftretenden Kalkschiefer ist insofern keine sehr scharfe, als kalkige Schichten vereinzelt dort auch schon in den Thonschiefern sich einfinden und dieselben durch Ueberhandnahme allmählich verdrängen. In den Thonschiefern machen sich die grossen und zahlreichen, eingesprengten Schwefelkieskrystalle sehr bemerkbar, auch kleine Lager von Brauneisenerz fehlen nicht.

Ich bin gegenwärtig noch nicht im Stande, bestimmt zu entscheiden, ob diese Thonschiefer, von denen man auf dem Kärtchen drei von Nord nach Süd laufende Zonen ausgeschieden findet, dem Kalkschiefer concordant eingelagert oder nur durch Faltenbildung muldenförmig eingebettet sind. In letzterem Falle wären sie ein jüngerer Glied als die Kalkschiefer und dafür spricht der Umstand sehr, dass, wo der westlichste Zug derselben sich im Süden in einzelne Linsen am Tomülgrat und am Bärenhorn auflöst, diese muldenförmig von dem Kalkschiefer umschlossen erscheinen. Ferner tritt noch ein kürzeres Lager nördlich des Pizzo Seranatschga auf, das eine deutliche synklinale Anordnung besitzt (Fig. 2 Taf. II), und für die anderen Zonen einen isoklinalen Muldenbau mit Ueberkipfung nach Westen um so wahrscheinlicher macht. Die grünen Bündner Schiefer treten nur in den älteren Kalkschiefern auf, scheinen aber nach Osten hin seltener zu werden und endlich ganz auszuweichen. Diese örtliche Beschränkung erklärt sich leicht aus ihrer eruptiven Natur. Hält man an dem oben besprochenen Faltenbau fest, so würden die 4 Lager von grünem Schiefer am Westhang des Bärenhornes sich auf zwei reduciren, die sich aber durch überkippte Faltung zweimal übereinander wiederholen. Längs des Petersthales drehen sich die nordwärts streichenden Zonen scharf nach Westen um und streichen jenseits des Valser Rheines in westsüdwestlicher

Richtung weiter. Hier nun tritt der Faltenbau in den Kalkschiefern viel überzeugender hervor, weil die stehenden Sättel und Mulden keine isoklinalen Wiederholungen der einzelnen Faltenglieder erlauben. Auch da habe ich am P. Seranatschga nur zwei Züge von grünem Schiefer im Kalkschiefer erkennen können. Ueber dem obersten liegt ein Marmorlager, das ich mit nur einigen Unterbrechungen von der Alp Rischuna über Buccarischuna bis zum P. Seranatschga verfolgt habe. Es wechselt dabei sowohl an Reinheit wie auch an Mächtigkeit. Bis zur Alp Seranatschga setzt es aber gewiss nicht fort, und die Belemniten, welche HEIM dort gefunden hat, liegen, wie sich im nächsten Abschnitt zeigen wird, nicht in diesem Marmorzug, sondern in einem anderen und viel jüngeren Kalklager.

Spezifisch bestimmbare Versteinerungen sind mir aus diesen älteren palaeozoischen Schiefen nicht zu Gesicht gekommen. Doch trifft man zuweilen marmorartige Kalke, in denen zwischen den weissen Kalkspathkörnern schwärzliche liegen, die man schon mit blossen Auge für Crinoideenreste halten möchte. Solche Crinoideen-Kalke sind besonders schön am Breitengrat zwischen Piz Aul und Seranatschga entwickelt und bilden unter der Sattelten-Lücke ein schönes Gewölbe. Schleift man sie an, so erkennt man in den schwarzen Calciten noch oft die charakteristische Gitterstruktur der Crinoideen, die aber gewöhnlich schon sehr undeutlich geworden und viel weniger gut erhalten ist als in den später zu besprechenden liasischen Crinoideen-Kalken auf der Nordseite des Piz Aul. Von einer Stelle giebt HEIM das Vorkommen von Belemniten an. Er sagt (l. c. p. 301): „Ferner enthielt Belemniten in zahlreichen Exemplaren der braungrau glimmerige Bündner Schiefer, der an der „Saltelte-Lücke“¹⁾ unter dem grünen Schiefer liegt und in den Gipfel des Piz Aul sich zieht.“ Ich habe diese Stelle sehr genau abgesucht, aber keine Spur von Belemniten finden können. Da es mir bekannt ist, dass HEIM an die Möglichkeit einer sehr weitgehenden Deformirung der Versteinerungen glaubt, so vermuthe ich, dass er hier nur weisse krystallinische Kalkschmitzen gefunden hat, die allerdings nicht selten sind, die mir aber in keinem Falle weder in ihrer Struktur noch in ihrer äusseren Form irgend einen Anhaltspunkt dafür gegeben haben, dass sie aus Belemniten hervorgegangen seien.

Für die Altersbestimmung dieser Bündner Schiefer sind wir also lediglich auf die Lagerungsverhältnisse angewiesen und diese lehren uns, dass sie von archaischen Gneissen unter- und von

¹⁾ Die Karte schreibt Sattelte-Lücke, welche Schreibweise ich beibehalte.

der Trias überlagert werden, also selbst nur dem Palaeozoicum angehören können. Eine genauere Altersbestimmung ist zur Zeit unmöglich und bloß das eine läßt sich noch hinzufügen, daß man innerhalb derselben eine wahrscheinlich ältere Abtheilung der Kalkschiefer von einer jüngeren der Thonschiefer unterscheiden kann, die man auch in Anlehnung an einen von STUDER vorge schlagenen Namen als graue und schwarze Bündner Schiefer bezeichnen könnte, da gerade in diesem Farbenunterschied ein gutes, schon von Ferne brauchbares Unterscheidungsmerkmal liegt.

Um die petrographische Kenntniß dieser palaeozoischen Schichten hat sich neuerdings C. SCHMIDT¹⁾ verdient gemacht. Soweit als er die Gesteine unseres Gebietes untersucht hat, unterscheidet er:

1) Marmore (von Buccarischuna) mit malachitgrünem Glimmer.

2) Kalkphyllit, bestehend aus Calcit, Quarz, kohligter Substanz, Muscovit, meist in sericitischen Häuten, seltener in einzelnen Blättern, Biotit selten, grünem Glimmer (Verlorenes Loch, Via Mala), Epidot (Vals), Pyrit, Rutil und Turmalin. Calcit- und Quarzgänge sind darin sehr häufig.

3) Diabasschiefer (grüne Schiefer), bestehend aus Strahlstein, Chlorit, Feldspath, Epidot, Zoisit und Calcit. Er soll aus Lagergängen von Diabas durch Dynamometamorphose hervorgegangen sein, während HEIM eher geneigt ist, in ihm ursprünglich eruptive Tufflager zu sehen. In der That erinnern die schiefrigen Varietäten ungemein an die Schalsteine der mitteldeutschen Gebirge, die nicht schiefrigen hinwiederum öfters an wirkliche körnig erstarrte Eruptivmassen der Diabas- oder Dioritreihe.

4) Die Thonschiefer oder schwarzen Bündner Schiefer sind augenscheinlich von SCHMIDT nicht untersucht und beschrieben worden.

Statt des Namens Kalkphyllit habe ich die Bezeichnungen Kalkschiefer oder graue Bündner Schiefer gebraucht, weil ich den Namen Phyllit nur auf solche Schiefergesteine anwende, die einerseits noch kein ächter Glimmerschiefer sind, andererseits aber auch keine klastischen Bestandtheile haben, und zugleich einer früheren Periode als die palaeozoischen Sedimente angehören.

Fassen wir das Ergebniss dieses Abschnittes kurz zusammen, so haben wir Folgendes:

1) Die Bündner Schiefer, welche auf dem Adulagneiss liegen und von der Trias bedeckt werden, haben

¹⁾ C. SCHMIDT. Anhang zu Lief. 25 und Beiträge z. geol. Karte d. Schweiz. 1891. p. 39.

im Norden des Hinterrheines einen ziemlich ausgedehnten Verbreitungsbezirk.

2) Sie bestehen aus einer älteren Abtheilung der grauen Schiefer, in denen als locale Glieder die grünen Schiefer auftreten, und aus einer sehr wahrscheinlich jüngeren der schwarzen Schiefer.

3) Diese Schichten sind stark gefaltet in einer vorherrschend nordsüdlichen Streichrichtung; diese Faltung ist vortriasisch.

4) Auf den abradirten Schichtköpfen liegt discordant die Trias, welche mit westöstlicher bis nordöstlicher Streichrichtung gefaltet ist.

5) Die jüngeren Conglomerate, höchstwahrscheinlich aus der Liaszeit, liegen discordant über den grauen und schwarzen Bündner Schiefern sowie auf der Trias und sind mit letzterer ebenfalls in Falten gelegt worden.

V. Die liasischen Bündner oder Algäu-Schiefer.

Wie man unmittelbar aus dem beigegebenen Kärtchen (Taf. I) ersieht, werden die palaeozoischen Schiefer im Norden von jüngeren Schichten begrenzt, die sich längs einer N 70° O gerichteten Linie an sie anlegen und mit steiler Neigung nach SSO sogar unter sie einfallen. Diese jüngeren Schichten liegen der Anlagerungsfläche parallel, aber die älteren palaeozoischen Schichten werden durch letztere ohne die geringste Rücksicht auf ihr Streichen oder ihren Faltenbau jählings abgeschnitten, so dass diese Fläche nur entweder eine Abrasions- oder eine Ueberschiebungsfläche sein kann. Das Letztere ist sie aber höchst wahrscheinlich nicht, weil die jüngeren Schichten unter ihr im Streichen und Fallen zu ihr parallel sind, was den Ansprüchen einer regelmässigen ursprünglichen und jetzt in Folge der Faltung nur überkippten Auflagerungsfläche vollkommen gerecht wird.

Diese jüngeren Schiefer behalten ihr südöstliches Einfallen bei bis über Vrin hinaus, nur dass sie eine etwas flachere Lagerung annehmen und sich dann regelmässig auf den Röthidolomit der Lumbreiner Alp auflegen und damit zugleich ihr jüngeres, jedenfalls mesozoisches Alter bekunden, wie wir das bereits im ersten Abschnitt festgestellt haben. An einigen Stellen gewahrt man jedoch in diesem isoklinalen Schichtsysteme Faltungen, welche dasselbe als eine Anzahl isoklinaler Sättel und Mulden erkennen lassen, die aber alle nach NW überkippt sind.

An die palaeozoischen Schiefer legt sich zunächst eine Zone von hellfarbigen Arkosen an, die hauptsächlich aus Quarz, Feldspath und Muscovit zusammengesetzt sind, die aber wiederholt

mit schwarzen Thonschiefern in Wechsellagerung stehen. Diese Zone ist ungefähr 200 m mächtig und wiederholt sich weiter im Norden inmitten jüngerer schwarzer Kalk- und Thonschiefer noch zweimal, wobei sie einmal im Val Seranatschga deutlich sattelartig von den schwarzen Schiefern überwölbt ist. Auf diese Weise erkennen wir zwei Sättel in Figur 2 Tafel II und es stünde zu erwarten, dass die gleichen Arkosen auch bei Vrin wieder als unterste Lage auftreten. Dies ist jedoch merkwürdiger Weise weder da, noch längs der ganzen unteren Grenze im Vorderrheinthal der Fall.

Siehe Textfigur 5, pag. 19.

Die drei Querschnitte durch das Mundaungebirge, sollen hier die Gliederung in den liasischen Bündner Schiefern und deren nach Norden stark übergekippten Falten zeigen. 1:75000.

gn Oberer Gneiss, *s* Sernifit (Verrucano), *r* Röthidolomit, *a*₁ unterste, vielleicht noch rhätische Schiefer, *a*₂ unterer Lias (= *l*₁ in Fig. 2, Taf. II), *a*₃ mittlerer Lias (= *l*₂).

Dort liegen Kalk- und Thonschiefer über dem Röthidolomit und erst in beträchtlicher Höhe darüber stellen sich stärkere Lagen eines arkoseartigen, quarzreichen Sandsteines ein, die bei der Hitzecke und an anderen Stellen des Mundaunrückens gut aufgeschlossen sind. Auch am Weg von Surrhin nach Vrin stehen sie an. Will man in diesen Sandsteinen einen bestimmten stratigraphischen Horizont sehen, so giebt er uns zur Entwirrung des Faltenbaues allerdings ein ganz ausgezeichnetes Mittel an die Hand, aber man muss dann annehmen, dass dieser im Süden als unterstes Glied auftretende Sandstein im Norden noch von einer mächtigen Reihe von Kalkschiefern und Thonschiefern unterlagert ist, die im Süden ganz fehlt. Da aber diese liegenden Schiefer denjenigen, die im Süden auf dem Sandstein lagern, petrographisch sehr ähnlich sind, so möchte man vielleicht an der Berechtigung jener Annahme zweifelhaft werden, und auf jeden Fall könnte man in dieser Hinsicht zu keiner festen Ueberzeugung kommen, wenn das Vorhandensein von Versteinerungen uns hier nicht helfend zur Seite stände.

Fast unmittelbar im Hangenden jener Sandsteinzone, aber doch schon in den hangenden schwarzen Schiefern selbst liegen einige Kalksteinbänke die man ohne Unterbrechung von der Westseite der Alp Seranatschga über den Gebirgskamm hinweg nach Osten bis zur Wannenspitze verfolgen kann. In diesen Bänken sind Versteinerungen in grosser Menge, besonders auf der Kammhöhe zwischen P. Regina und Seranatschga eingeschlossen. Schon früher hat HEIM in der Tiefe der Alp Seranatschga, und jedenfalls in diesen Bänken, „eine Anzahl von Belemniten“ (l. c., p. 301) erkannt. Ich sammelte folgende Arten:

1) *Pentacrinus* cf. *basaltiformis* MILL. Stielglieder sind sehr häufig und besitzen z. Th. vollkommen die Form derjenigen des *P. basaltiformis* aus dem mittleren Lias. Wenn ich sie nicht geradezu damit identificire, so geschieht das deshalb, weil auf meinen Exemplaren die blattförmigen Zeichnungen auf den Gelenkflächen nicht erhalten sind.

2) *Terebratulapunctata* Sow. liegt mir in mehreren Stücken vor, die zwar die Schale und deren Struktur verloren haben, deren Gehäuse aber von krystallinischem Kalk ganz ausgefüllt sind, so dass sich dieselben aus dem Gestein herauslösen liessen. Es kommt sowohl die längliche dicke als auch die breite flachere Varietät vor.

3) *Rhynchonella* sp. Es ist nur ein Fragment einer mittelgrossen gerippten Art.

4) *Gryphaea Cymbium* LAM. Ich habe ein geschlossenes Gehäuse herausgeschlagen, wobei allerdings der untere Rand verloren ging, und dasselbe soweit freigelegt, dass an der Identität mit dieser Art kaum gezweifelt werden kann. Allerdings sind die Unterschiede zwischen ihr und der etwas älteren *Gr. obliqua* so geringe und schwankende, dass man auch bei gut erhaltenen Stücken zweifelhaft bleiben kann und sich dann gewöhnlich nach dem Horizont richtet, in dem sie gefunden worden sind. Daher auch die verschiedenartigen Angaben; denn nach OPPEL käme die *Gr. Cymbium* nur zu oberst im mittleren Lias, nach QUENSTEDT im ganzen mittleren Lias vor. Die *Gr. obliqua* soll in der Mitte des unteren Lias beginnen und bis in den unteren mittleren Lias heraufreichen. Ich bin aber nicht im Stande, die von OPPEL selbst bestimmten Stücke der *Gr. obliqua* von seiner *Gr. Cymbium* nach constanten Merkmalen zu trennen. Manche wollen deshalb beide Arten vereinigen und in dieser weiteren Fassung würde sie also im Lias β - δ vorkommen.

5) *Belemnites paxillosus* SCHLOTH. Zahlreiche Rostren mit der Alveolarhöhle liegen in diesen Kalken. Ihre concentrisch-radiäre Struktur haben sie meist ganz eingebüsst. Ihre Substanz ist körnig-krystallinisch geworden, aber die äussere Form ist unverändert geblieben. Es ist fast unmöglich, sie frei herauszupräpariren, doch kann man bestimmt erkennen, dass sie ächte *Paxillosi* sind und nach ihrer Gestalt höchstwahrscheinlich zu dem mittelliasischen *B. paxillosus* selbst gehören.

Die hier aufgezählten Arten verweisen diese Schichten sicher in den mittleren Lias oder oberen Horizont des unteren Lias, am wahrscheinlichsten aber in den mittleren Lias. Das Gestein, in dem sie liegen, ist ein dunkel blauer, äusserlich bräunlich an-

witternder, deutlich krystallinischer unreiner Kalkstein. Als Marmor kann man ihn kaum bezeichnen und mit dem blendend weissen Marmor von Buccarischuna ist ein Vergleich gänzlich ausgeschlossen. Der Zusammenhang beider, den HEIM vermuthete, existirt nicht, wovon ich mich durch eine genaue Begehung sicher überzeugt habe. Dahingegen setzt sich der mittelliasische Kalk jedenfalls nach SW noch weiter fort und dürfte mit demjenigen eine Lage bilden, der hinter Vanescha ansteht und in dem HEIM Gryphaeen-Durchschnitte gefunden hat. Doch bin ich ihm soweit nicht gefolgt.

Wenn wir also die schwarzen Schiefer, in denen diese Kalkbänke liegen, als mittleren Lias ansprechen müssen, so ist es möglich, dass der tiefere Sandstein dem unteren Lias angehört. Leider enthält er am P. Seranatschga keinerlei Versteinerungen. Dahingegen fand ich solche bei der sog. Hitzecke am P. Mundaun in Kalkbänken, die dem dortigen Sandsteinlager zu oberst sich einschalten. Es sind folgende Arten:

1) *Pentacrinus angulatus* OPPEL (non QUENST.). Die Stielglieder, welche man so benannt hat, sind stets kleiner als diejenigen des *P. tuberculatus*. Sie bilden einen wenig tief ausgeschnittenen Stern mit etwas abgestumpften Ecken. Ich fand einige Stielglieder davon.

2) *Pentacrinus psilonoti* QUENST. Die kleinen Glieder bilden einen tief ausgeschnittenen, zackigen Stern und kommen ziemlich häufig an der Hitzecke vor.

3) *Cardinia Listeri* SOW. Die Art ist durch ihre bedeutende Höhe und ihre dadurch bedingte dreiseitige Form sowie durch die Dicke der Schale und die Breite der Schlossplatte charakterisirt. Damit stimmt eine linke Schale sehr gut überein, die ich von beiden Seiten freilegen konnte. Die Schlosszähne konnte ich leider nicht präpariren.

4) *Astarte* cf. *Gueuxi* ORB. Eine linke Schale gleicht Stücken dieser bisher leider noch nicht abgebildeten Art von Côte d'Or, dem Geburtsort derselben; nur im Innern der Schale zeigen sie einige Abweichungen, sodass ich eine Identificirung nicht wage. Kommt nur im unteren Lias vor.

5) *Astarte* cf. *Eryx* ORB. Auch von dieser Art giebt es keine Abbildung, und da ich kein Vergleichsmaterial habe, so bin ich allein auf D'ORBIGNY's Angabe angewiesen, wonach sie der *A. Gueuxi* nahe steht, aber kürzer und glatt ist. Das trifft nun allerdings für eine von beiden Seiten freigelegte rechte Schale vollkommen zu, doch genügt das vielleicht noch nicht zur Identificirung mit der unterliasischen Art. Diese und die vorhergehende Art unterscheiden sich von den meisten lebenden und fossilen Arten durch die Kürze ihrer Vorderseite.

6) *Astarte Heberti* TERQ. et PIETTE. Eine linke Schale, die mit breiten concentrischen Rippen bedeckt ist, konnte leider auf der Innenseite nicht freigelegt werden. Sie gleicht im Aeusseren der lebenden *A. semisulcata*, aber die Schale ist flacher, und die concentrischen Rippen nehmen gegen den Unterrand hin an Stärke nicht ab. Sie ist länglich-oval mit stark verlängerter Vorderseite und gleicht der *A. Heberti* aus dem unteren Lias des östlichen Frankreichs, soweit dies die Abbildung von TERQUEM zu beurtheilen erlaubt, vollkommen mit der Ausnahme, dass die französische Art nur die halbe Grösse hat.

7) *Astarte* cf. *thalassina* DUMORT. (non QUENST.). Das Bruchstück einer concentrisch gerippten Astarte zeichnet sich von der vorhergehenden Art durch seine grössere Höhe aus und gleicht dem Schalenfragment, das DUMORTIER¹⁾ aus den Planorbis-Schichten abgebildet und mit QUENSTEDT's *A. thalassina* vereinigt hat, obwohl die Rippen bei Letzterer nicht so kräftig zu sein scheinen.

Alle diese Arten sind unterliasisch und zum Theil sogar auf die Planorbis- und Angulatus-Zone beschränkt. Die Bivalven liegen alle in einer dünnen blauen Kalkbank, die geradezu als eine Lumachelle bezeichnet werden kann. Aber die Schalen sind meist zerbrochen und entziehen sich dann jeder Bestimmung, diejenigen hingegen, die ganz sind, bedürfen einer sehr langwierigen Präparation, lassen sich dann aber z. Th. fast ganz freimachen. Dabei erkennt man, dass sie ausgezeichnet gut erhalten sind und keine Deformirung durch den Gebirgsdruck erfahren haben.

Die Pentacriniten kommen nicht in der Astarten-Bank, sondern in anderen Kalkbänken und auch da stets vereinzelt vor. Aber alle diese Kalke wechsellagern noch mit Sandsteinen und können deshalb der Sandsteinzope zugerechnet werden, die dann selbst dem unteren Lias angehört. Damit wird aber die Zusammengehörigkeit des Sandsteines vom Mundaun und vom Seranatschga, die wir früher nur aus petrographischen Gründen vermuthen konnten, palaeontologisch sehr wahrscheinlich gemacht. Für jeden Fall aber ergibt sich, dass die ziemlich mächtigen Kalkschiefer, die am Mundaun unter jenen Sandsteinen liegen und in denen ich bis jetzt nur einmal ein kleines, specifisch nicht bestimmbares Pentacrinus-Stielglied gefunden habe, älter als die Sandsteine am Mundaun und am Senaratschga sein müssen. Ob sie bereits der oberen Trias resp. den Koessener Schichten angehören, kann erst durch Fossilfunde entschieden werden.

Soviel steht aber bereits ganz fest, dass das Ergebniss, zu dem wir im zweiten Abschnitt über das

¹⁾ DUMORTIER. Études paléont. bassin du Rhône I, 1864, t. 3, f. 4.

Alter der Mundaunschiefer gekommen sind, dass sie nämlich nicht, wie DIENER und VACEK meinten, palaeozoisch, sondern mesozoisch seien, palaeontologisch sich vollkommen bestätigt hat.

Wenn es gestattet ist, von unserem allerdings eng umgrenzten Gebiete auch auf ähnliche Verhältnisse ausserhalb desselben zu schliessen, so kann man sagen, dass die angebliche Fossilarmuth der Bündner Schiefer, soweit als sie liasisch sind, gar nicht so gross, und es nur deshalb bisher so erschienen ist, weil man die wirklich fossilarmen palaeozoischen Schiefer damit zusammengeworfen und nicht immer die Kunst des Findens verstanden hat.

Auch in dem von mir untersuchten Gebiete werden sich mit der Zeit die Petrefacten führenden Bänke noch an vielen Stellen nachweisen lassen. Besonders am Mundaun, der kaum Wälder und unzugängliche Stellen besitzt, wird man leicht die Astarte-Bank der Hitzecke im Streichen weiter verfolgen können, und wenn man sie erst als scharfen Horizont in die Karte eingetragen hat, auch noch andere dazu finden. Hier läge für eine palaeontologisch geschulte jüngere Kraft ein äusserst lohnendes Arbeitsgebiet.

Alle Bündner Schiefer zwischen dem Vorderrhein im Norden und einer Linie im Süden, die man von Vanescha im hinteren Lugnetz über den Haspel im Petersthal nach Neukirch im Safenthal zieht, gehören also, soweit sie Versteinerungen führen, dem Lias an und sind zu einer Reihe von meist nach NW überkippten Sätteln und Mulden zusammengepresst, die eine nordöstliche d. h. die ächt alpine Streichrichtung haben. In Folge der Ueberkippung werden sie im Südosten von den palaeozoischen Schichten überlagert, weil auch diese an jener Bewegung theilgenommen haben, aber schon die veränderte Richtung der Falten in den palaeozoischen Schiefen beweist, dass letztere etwas anderes sind als die liasischen Schiefer, und dass sie ihre Faltung einer anderen und älteren als der alpinen Gebirgsbewegung zu verdanken haben.

Diese Liasmulden bestehen, wie wir gesehen haben, im Norden aus etwas älteren Horizonten wie im Süden, zugleich damit tritt aber noch eine andere, viel weitgehendere Differenzirung beider Grenzen auf. Im Norden und wahrscheinlich auch inmitten des Muldengebietes liegt unter den Schiefen zuerst Röthidolomit in wechselnder Mächtigkeit, dann Verrucano und zuletzt der jüngere Adula-Gneiss. Im Süden hingegen liegt der Schiefer direct auf den palaeozoischen Schiefen und diese dann auf dem Adula-Gneiss. Verrucano und Dolomit dort ersetzen also gewissermaassen den palaeozoischen Bündner Schiefer hier. Wir müssen daraus schliessen, da der Verrucano jedenfalls jünger als dieser Schiefer ist, dass der Lias-Schiefer sich discordant auf beide gelegt hat,

Die Triasperiode fällt dazwischen. Wenn anders die Belemniten der Splügener Kalkberge dem Lias angehören, so setzt sich diese Discordanz des Lias auch nach Süden fort und erst weit im Osten Graubündens dürfte dieselbe in eine Concordanz zu ihrem Untergrunde übergehen, wo die Algäu-Schiefer gleichmässig auf den rhätischen Schichten liegen und eine Unterbrechung mariner Sedimente während der Trias- und Liasperiode nicht stattgefunden hat.

Wenn wir jetzt, nachdem es gelungen ist, die liasischen von den palaeozoischen Bündner Schiefern palaeontologisch und stratigraphisch scharf zu trennen, nochmals ihre petrographische Entwicklung mit einander vergleichen, so tritt auch hierin ein Unterschied in recht auffälliger Weise hervor. Dolomite, die weissen Marmore und die grünen Schiefer fehlen dem Lias ganz, umgekehrt gehen dem Palaeozoicum die arkoseartigen Sandsteine ab.

Grosse Aehnlichkeit hingegen haben die kalkfreien schwarzen Thonschiefer und die quarzitischen Varietäten in beiden Abtheilungen, ebenso die glimmerarmen Kalkplatten, und es ist mir sehr fraglich, ob darin eine genauere mikroskopische Untersuchung wirkliche Unterscheidungsmerkmale wird liefern können. Dahingegen lassen sich die meisten palaeozoischen Kalkschiefer von den liasischen durch das stärkere Hervortreten der Krystallinität und des Muscovites schon mit blossen Auge auseinander halten.

Ein anderer Vergleich ist uns ebenfalls nahegelegt, nämlich zwischen den liasischen Bündner Schiefern und den Algäu-Schiefern. Das sind gleichalterige Absätze: da wie dort sandiges, thoniges und kalkiges Material. Im Allgemeinen sehen die Bündner Schiefer viel krystallinischer aus, aber es sind doch auch nur blaue bis schwarze Kalk-Bänke, -Platten und -Schiefer; der Sand ist geradeso, bald als Sandstein, bald als Schiefer, entwickelt. Es ist ein und dieselbe marine Facies, die im Westen nur stärkere Umwandlungen erfahren hat; und auch faunistisch gehören sie zusammen, wenn schon hier im Westen die im Osten häufigen Ammoniten nicht vorzukommen scheinen. Aber wer die Algäu-Schiefer der Ostalpen kennt, der weiss, dass auch da weite Gebiete sind, in denen Fossilien zu den Seltenheiten gehören. Ferner bezeichnet man mit Algäu-Schiefer nicht einen bestimmten Lias-Horizont, sondern eine bestimmte Facies, die selbst bis in den unteren Dogger heraufgehen kann. Deshalb scheint es sich zu empfehlen, die liasischen Bündner Schiefer ebenfalls als Algäu-Schiefer zu bezeichnen und den Namen Bündner Schiefer ganz nur auf die palaeozoischen zu beschränken. Denn jetzt, wo wir über die Altersverschiedenheit derselben ganz sicher sind, geht es nicht mehr an, unter demselben Namen so verschiedenartiges

zu vereinen und dadurch immer wieder den Grund zu neuen Verwechslungen und Irrthümern zu legen.

Das Ergebniss dieses Abschnittes lässt sich etwa dahin zusammenfassen:

1) Zwischen den palaeozoischen Bündner Schiefern im Süden und dem Röthidolomit des Nordens ist eine breite, zu mehreren nach NW überkippten Falten zusammengeschobene Zone von jüngeren Schiefern gelagert, die ganz oder doch sicher zum grössten Theil zum Lias gehört.

2) Bisher kennen wir daraus Versteinerungen des untersten und des mittleren Lias. Sie im Zusammenhang mit der Gesteinsbeschaffenheit lassen diese Schichten als westliche Fortsetzung der östlichen Algäu-Schiefer auffassen.

3) Im Gesteinscharakter machen sich zwischen diesen bündnerischen Algäu-Schiefern und den ächten palaeozoischen Bündner Schiefern verschiedene erhebliche Unterschiede bemerkbar, die im Zusammenhang mit der verschiedenartigen Tektonik, welche beide Schiefermassen beherrscht, eine scharfe Trennung beider sehr gut ermöglicht.

VI. Das Verhältniss der bündnerischen Algäu-Schiefer zu den Glarner Alpen.

Es ist bereits besprochen worden, dass unsere bündnerischen Lias-Schichten nach Osten hin mit dem weit ausgebreiteten Gebiete der Algäu-Schiefer zusammenhängen, also eine westliche Fortsetzung der letzteren in die Schweiz bedeuten. Bekannt ist es auch, dass sie sich noch weiter nach Westen fortsetzen in einem südlichen Zug über den Lukmanier nach dem Nufenen Pass und in einem nördlichen Zug über Andermatt nach der Furca. Im Süden haben wir die eigenthümlichen Conglomerate der Splügener Kalkberge kennen gelernt, die wahrscheinlich gleichzeitige Bildungen sind und auf ein felsiges Meeresufer hinweisen, gegen das die Wellen des Lias-Meeres von Norden her heranbrandeten.

Wie steht es nun mit dem Nordrande dieser Lias-Bucht?

Sobald wir das Vorderrheinthal überschreiten, verlieren wir den Bündner Schiefer vollständig, zugleich aber auch überhaupt den Lias, und wir müssen einige Meilen weit nach Norden wandern, um endlich, etwa am Magereu, wieder Liasablagerungen anzutreffen, die sich aber nach Fauna und Gestein von den Bündner Schiefern recht wesentlich unterscheiden. In dem breiten

Zwischenraum sind jedoch der gleiche Verrucano und Röthidolomit ausgebreitet, auf dem im Süden die Bündner Schiefer liegen, nur dass hier direct darüber der Dogger und Malm zur Ablagerung gelangt ist, der umgekehrt im Süden noch nie in oder über dem Algäu-Schiefer nachgewiesen werden konnte. Wie soll man sich dieses eigenthümliche Wechselverhältniss erklären? Rein theoretisch, d. h. wenn man von jeder thatsächlichen Beweisführung absieht, kann man es so erklären: Zur Triaszeit lag der Boden sowohl südlich als auch nördlich des Vorderrheines trocken, denn es sind keine marinen Trias-Sedimente darauf zum Absatz gekommen; zur Liaszeit erfolgte im Süden ein Einbruch des Meeres von Osten her, der Norden blieb Festland; dann füllte sich die südliche Bucht langsam mit Lias-Sedimenten aus, und das Meer war gezwungen, sich nach Osten wieder zurückzuziehen. Zur Doggerzeit erfolgte jedoch ein neuer Einbruch des Meeres aber im Norden und die Dogger-Sedimente lagerten sich in den heutigen Glarner Alpen ab, darüber später die Sedimente des Malmes und der Kreide, während der Süden trocken blieb oder doch nur eine so geringe Bedeckung erhielt, dass sie später bei der Alpenentstehung spurlos verschwinden konnte.

Eine andere Erklärung versuchte bereits 1860 THEOBALD¹⁾. Nach ihm „gehören die Bündner Schiefer (im Süden des Vorder-rheinthaales) in die Abtheilung der Zwischenbildungen ESCHER's und STUDER's und sind zu den oberen Lias- und unteren Jura-bildungen zu ziehen. Sie erscheinen nur darum mächtiger, weil wegen der umfangreichen Biegungen und Knickungen dieselben Schichten doppelt und dreifach auftreten“. Auch HEIM (l. c., p. 295) hat noch 1891 ungefähr derselben Anschauung Ausdruck verliehen. Er sagt: „die Auffassung, der Bündner Schiefer sei eine vorherrschend thonig-mergelige, tiefmeerische Facies des Lias, Dogger und Oxford, in welcher sich die Unterschiede dieser Abtheilungen mehr und mehr verwischen, gewinnt immer mehr Sicherheit“. Es sollen danach die Bündner Schiefer zeitliche Aequivalente derselben Sedimente sein, welche in den Glarner Alpen zum Absatz gekommen sind und nur der Facies-Verschiedenheit ihr abweichendes Aussehen verdanken.

Demgegenüber können wir heute feststellen, dass im liasischen Bündner Schiefer palaeontologisch nur unterer und mittlerer Lias nachgewiesen worden ist, dass diese aber im Norden gänzlich fehlen. Die untersten jurassischen Schiefer an der Goldenen Sonne des Calanda und bei Vättis haben allerdings eine grosse Aehnlichkeit

¹⁾ THEOBALD. l. c., Jahresber. Graubünden 1860. p. 43.

mit gewissen Varietäten des Bündner Schiefers, aber sie sind nur höchstens 20 m mächtig und gehören dem unteren Dogger, aber nicht dem Lias an, wie aus den neuesten Versteinerungsfunden des Herrn PIPEROF hervorgeht. Es entsprechen diese Schiefer etwa den schwäbischen *Opalinus*-Thonen, ältere Schichten sind in den südlichen Glarner Alpen bisher nirgends nachgewiesen worden. Es ist also nicht möglich, dass die Bündner Schiefer nur eine Fortsetzung jener nördlichen Sedimente seien. Die Annahme, welche THEOBALD und HEIM machten, entsprang aus der irrigen Voraussetzung, dass in diesem Theile der Alpen die mesozoischen Sedimente aller Perioden in concordanter Aufeinanderfolge vertreten seien. Da waren also Röthidolomit und Quartenschiefer Trias, die unteren Schiefer der Goldenen Sonne der Lias, worüber Dogger und Malm liegen; und dann mussten im Süden über dem triasischen Dolomit und Quarten-Schiefer auch wieder Lias bis Malm in der Bündner-Schiefer-Facies folgen. Dass allerdings der Quartenschiefer (also Keuper) und die Lias-Petrefacten häufig ganz fehlen, musste wohl zugegeben werden, aber THEOBALD hoffte immer, sie noch zu finden, und HEIM hatte in der Ausquetschung und Auswalzung eine bequeme Erklärung für solche Unregelmässigkeiten.

Indessen versuchte THEOBALD den Zusammenhang und die Identität der Bündner Schiefer und derjenigen der Goldenen Sonne auch auf stratigraphischem Wege, d. h. durch wirkliche Beobachtung dieses Zusammenhanges, nachzuweisen, indem er besagte Schichten vom Calanda weg über Trins quer durch das Rheinthal bis nach Versam zu verfolgen und dort ihren unmittelbaren Anschluss an die Bündner Schiefer wahrscheinlich zu machen suchte. So beachtenswerth dieser Versuch auch war, so muss er gegenwärtig doch als gescheitert betrachtet werden. THEOBALD hielt nämlich den Jura-Kalk, welcher am Versamer Joch ansteht und im Süden an Bündner Schiefer, im Norden an Dogger angrenzt, für Röthidolomit, und construirte so einen regelmässigen Sattel, dessen Gewölbe-First aus Röthidolomit gebildet werde, auf den sich Dogger auf der einen und Bündner Schiefer auf der anderen Seite als höhere Flügel anlegten, beide hinwieder von Malm bedeckt. Damit wäre freilich die Identität beider bewiesen gewesen, aber leider ist THEOBALD's Röthidolomit ächter Hochgebirgskalk, und lässt sich der gewünschte Zusammenhang hier überhaupt nicht nachweisen, weil gerade an dieser Stelle eine grossartige Störung im Gebirge stattgefunden hat, durch welche die älteren Bündner Schiefer auf den Hochgebirgskalk (Malm) heraufgeschoben worden sind.

Anders sah HEIM¹⁾ schon 1883 die Sache an. Für ihn waren alle die Hügel und Bergrücken, welche zwischen Ilanz und Chur im Rheinthal liegen und dasselbe zum Theil quer abschliessen, nur das Werk eines grossen Bergsturzes, durch den am Flimserstein sich eine Masse von 15 Kubikkilometer anstehenden Gesteines auf einmal losgelöst und in das Rheinthal herabgestürzt habe. Zurückgehalten und abgelenkt durch die südlichen Thalgehänge sei dann die ganze Masse auf dem Thalboden abwärts bis dicht vor die Thore Churs gefahren und so gewaltig soll die Gewalt dieses Schuttstromes gewesen sein, dass er im Stande war, ganze Stücke eines Berges, Blöcke von 300 m Höhe mit sich ins Thal hinaus zu führen. Kartographisch ist diese Auffassung auf Blatt XIV zum Ausdruck gekommen. Danach wären alle die Jura- und Dogger-Schichten, welche THEOBALD früher sorgfältig aufgesucht und als Brücke zwischen dem Calanda und den Bündner Schieferen gedeutet hatte, nur zufällig hierhergekommener Schutt. Indessen hat HEIM selbst bald nachher (1891, l. c., p. 290) einen kleinen Theil davon doch als anstehend anerkannt, nämlich den Verrucano und Dogger am Ufer des Hinterrheines zwischen Rhäzüns und Reichenau. Ausserdem sollten die Hügel von Reichenau nun nicht mehr dem Flimser Bergsturz angehören, sondern erst später als dieser von den nördlichen Berggehängen niedergegangen sein. So wären die Hügel Ils Aut's postglaciales Bergsturzmateriale, das auf älterer Grundmoräne läge, während der Schutt des Flimser Sturzes praeglacial und von Moräne überlagert sein soll und nur mehr bis Bonaduz das Rheinthal herabgefahren wäre.

Ich habe für die Hügel bei Reichenau im Anhang zu meinem Querschnitt durch die Ostalpen (1894) bereits gezeigt, dass jene Annahme HEIM's nur so lange möglich ist, als man nicht weiss, dass die Ils Aut's aus einem Schichtgewölbe aufgebaut sind, an dem sich Verrucano, Röthidolomit, Dogger und Malm in regelmässiger Aufeinanderfolge betheiligen. Ich will dieses Mal nichts weiter hinzufügen, als eine Stelle von THEOBALD²⁾, die wenig Beachtung gefunden zu haben scheint und die man allerdings dort, wo sie steht, nicht leicht sucht, die aber lehrt, was hierüber schon vor mehr als einem Vierteljahrhundert gewusst wurde: „Um so mehr fällt es auf, dass auf der ganzen Strecke von Chur bis Reichenau Felsenköpfe aus dem flachen Thalboden hervorstehen, vom Volke gewöhnlich Rosshügel oder Rossgräber genannt. Der erste Rosshügel im sog. Koelischen Gut besteht aus eckigen

¹⁾ HEIM. Jahrb. der S. A. C. 1883. XVIII. Der alte Bergsturz von Flims. Auch schon früher 1879 im „Mechanismus“.

²⁾ THEOBALD. l. c., Beiträge. Lief. 2. 1864: Geol. Beschreibung des nordöstlichen Gebirges von Graubünden. p. 145.

Schieferfragmenten, durch eine tuffartige Masse verbunden. Man hat in diesem Conglomerat einen Keller gegraben, in welchem auch nichts anderes ansteht, die andern bestehen fast alle aus Dolomit und zwar aus dem des Calanda, theils deutlich, theils undeutlich geschichtet, wo der Boden hinlänglich aufgeschlossen ist, keiner aus blossen Geschiebe. Der alte Schlosshügel bei Felsberg auf der linken Rheinseite, ist gut geschichteter, nordwestlich einfallender, anstehender Fels, gelber, rother und weisser Kalk mit Talkschiefer wechselnd (Röthikalk), einige niedrige Hügel, nahe am östlichen Thalgehänge sind grünliche Schiefer, im Allgemeinen denen ähnlich, worin am Calanda an der Goldenen Sonne sich die bekannte Goldgrube findet und worin am letztgenannten Orte Belemniten, Austern u. s. w. vorkommen, zum Beweise, dass diese bunten Schiefer des Calanda zur Lias und Unter-Juraformation gehören. Es nehmen diese Hügel immer grössere Dimensionen an, je näher man nach Reichenau kommt; der letzte, der sog. Vogelsang, welcher an die Reichenauer Brücke stösst, bildet eine förmliche Thalsperre, durch welche der eben vereinigte Rhein sich mühsam Bahn gebrochen hat. Der Bau dieser Höhe ist complicirter. An der Brücke stehen graue, plattenförmige Kalke an, so wie sie am Calanda auf den Unter-Juraschiefern liegen, dann folgt nach oben Dolomit (d. h. Hochgebirgskalk), welcher auch jenseits auf der linken Rheinseite dem Unter-Juraschiefer aufsitzt, der den Taminser Kirchenhügel u. s. w. bildet. Die Oberfläche des Vogelsangs ist bewaldet und mit unordentlich zerstreuten Kalk- und Dolomitblöcken bedeckt; es finden sich jedoch Stellen, wo man die anstehenden wohlgeschichteten Kalkbänke unterscheiden kann. Diese fallen anfangs nach SO, dann kommt eine Wölbung, und so noch mehrere Undulationen, wodurch am Ende derselbe graue Plattenkalk (Callovien) wieder zum Vorschein kommt, den wir an der Reichenauer Brücke fanden. Nun folgt eine mit Schutt gefüllte Vertiefung, sodass es nicht möglich ist, die Verbindung zu ermitteln, in welcher die Juraformationen mit den Bündner Schiefern stehen, welcher in steilen Halden ansteigend, die Basis des Bündner Steingebirges bildet. Doch scheinen zahlreich umhergestreute grüne Schiefer anzudeuten, dass diese Felsart die grauen Schiefer unterteufe. Gegen den Hinterrhein zu ist die geschichtete Felsbildung von einer mächtigen Geschiebemasse umhüllt. Solches Geschiebe findet sich auch am Fuss der eigentlichen Rosshügel aufgehäuft; der Kern ist aber jedesmal fester, geschichteter Dolomit oder Kalk u. s. w. Man hat über diese Hügel und ihre Entstehung viele Hypothesen aufgestellt, ohne das Object recht zu kennen, worauf es doch am Ende vorzüglich ankommt; bald sollten es Moränen, bald durch

Schlammströme herbeigeführte Schluchtenmassen, sog. Oeser u. s. w. sein. Dem allem widerspricht die Gleichförmigkeit und die Stratification der Felsarten, welche die Hügel ganz oder wenigstens immer im Innern zusammensetzen. Es bleiben daher nur zwei Ansichten übrig, welche Wahrscheinlichkeit haben. Entweder sind die Rosshügel Stücke des Calanda, welche ohne sich zu überstürzen auf den glatten Verrucanoflächen zu Thal gegangen sind, wie das bei grossen Bergschlüpfen wohl vorkommt, oder aber es sind Felsspitzen, welche in der Tiefe zusammenhängen und aus dem Schuttland hervorschauen. Ich war früher der ersteren Meinung, möchte mich aber jetzt eher der zweiten zuneigen, nachdem ich eingesehen habe, dass die Formationen am Vogelsang die ganz regelmässige Fortsetzung derer von Tamins sind. Die Schichtung der Rosshügel fällt fast constant der des Calanda entgegen nach NW.“

„Folgt man von Reichenau aus dem Ufer des Hinterrheins, so kommt man zunächst über Geschiebe an einen Felsenkopf von gelbem, rothem und braunem, talkhaltigem Schiefer mit südwestlichem Fallen. Auf solchem liegt auch die Kirche, die vor Bonaduz im Felde steht. An dem Rheinufer bis Rhäzüns stehen diese Schiefer theils deutlich an, theils bestehen die Ufer aus zusammengestürzten Trümmerhaufwerken desselben Gesteines, dem kein anderes beigemengt ist, das also auch ohne Zweifel da ansteht. Die Basis der Kapelle St. Georg, sowie des Schlosses Rhäzüns, ist bunter Schiefer und fällt mit vielen Biegungen theils südwestlich, theils südöstlich ein; jenseits des Rheins stehen dann ebenfalls mit südöstlichem Fallen die Felsen des Bündner Schiefers an. Noch etwas weiter stromaufwärts springt gegen den Rhein ein Kopf von Kalk und Dolomit vor, dessen Kluftflächen mit Talk überzogen sind, und auf diesem Kalk liegen mit nordwestlichem Fallen die bunten Schiefer, welche nach oben in graue übergehen. Man sieht aber, wie dieses Fallen sich nachher in südöstliches überwölbt. Hier tritt also der Dolomit einer Kalkformation hervor, welche sich am Calanda und anderwärts in der Tödikette immer unter dem Unter-Jura findet, und den ich, nach Ueber-einkunft mit Herrn ESCHER als „Röthikalk“ bezeichne.“

Man ersieht aus dem hier mitgetheilten, dass alle die von THEOBALD schon vor mehr als 30 Jahren beobachteten anstehenden Felsen im Rheinthail von HEIM noch bis zum Jahre 1890 als Bergsturzmasse erklärt, zum Theil auch ganz ignorirt worden sind, und dass es ihm dann erst gelang, einen sehr kleinen Theil derselben wieder zu entdecken. Der postglaciale Bergsturz von Reichenau existirt also nicht. Der prae- oder interglaciale Berg-

sturz von Flims soll jetzt nur noch bis Bonaduz herabgereicht haben, und in der That sieht man die Ebene westlich von diesem Ort von einzelnen Blöcken und Haufen solcher bedeckt, die sehr wohl als die letzten Ausläufer dieses Ereignisses gedeutet werden können. Aber von diesen immerhin geringfügigen Mengen stechen die bis 100 m hohen Hügel des Danisch und Tchavier bedeutsam ab. Der erstere besonders fällt durch seine rothe Farbe schon von Ferne auf, und wirklich wird er fast ausschliesslich aus den eisenreichen Gesteinen des Doggers zusammengesetzt, die nach den allerdings geringen Aufschlüssen, die der waldbestandene Boden gewährt, einen von N nach S streichenden Sattel zu bilden scheinen. Nur auf der nordwestlichen Abdachung lehnt sich noch Hochgebirgskalk an, der in mehreren kleinen Brüchen gewonnen wird. Es ist ein dünnplattiger, hellfarbiger, crinoideenreicher Kalk, wie er stets auf der Grenze zwischen Dogger und Malm aufzutreten pflegt und der gewöhnlich als Schildkalk bezeichnet wird. Die Trennung dieser beiderlei Gesteine ist eine so nette und scharfe, dass an eine Bergsturzmasse nicht gedacht werden kann. Entsprechend dem Sattelbau besteht denn auch der westlichere Tschavier wenigstens auf der von mir untersuchten Ostseite nur aus Malmkalk. Die noch weiter im Westen folgenden Hügel sind um 100 m höher und zugleich so breit, dass sie ähnlich wie die Ils Aut das Thal quer herüber absperren. THEOBALD hatte sie, wie bereits erwähnt, schon vor 1860 als anstehendes Gebirge erkannt, aber HEIM auch dieses zu seinem Flimser Bergsturz gerechnet. Der Rhein schneidet sie in einer 2—300 m tiefen wilden Schlucht mitten durch, und auch die neue Poststrasse hat ganz vortreffliche Aufschlüsse geliefert. In der Folge haben sich Stimmen für¹⁾ und gegen diese beiden Auffassungen geltend gemacht, aber man konnte sich darüber nicht einigen, ob es möglich sei, dass anstehender Felsen einen so hohen Grad innerer Zerklüftung besitzen könne, als er hier vorkommt. Wer freilich die nordöstlichen Alpen kennt und dort den triasischen Hauptdolomit zu hunderten Malen mit einer ganz ähnlichen breccienartigen Zerklüftung angetroffen hat, aber in regelmässiger Einschaltung zwischen den Raibler und Koessener Schichten, der wird an der gleichen Struktur des Jura-Kalkes zwischen Versam und Bonaduz keinen Anstoss nehmen. Anderseits ist es allerdings auffallend, dass eine solche Zerklüftung

¹⁾ Allerneuestens hat sich auch Prof TARNUZZER aus Chur entschieden für die Felsnatur der Tomas ausgesprochen, was um so bedeutsamer ist, da die Nähe seines Wohnortes ihm eine viel genauere Untersuchung gestattet als dem Fernwohnenden. (Vortrag geh. in d. Naturf. Ges. Graubündens 5. Dez. 1894, abgedruckt im „Freien Rkätier.“)

des Malmkalkes ausserhalb des Rheinthales in den höheren Lagen der Glarner Alpen nicht leicht beobachtet wird. Aber ehe man deshalb sich entschliesst, den Kalk im Thal als von der Höhe herabgestürzt zu betrachten, empfiehlt es sich doch wohl zu fragen, ob nicht andere Ursachen local thätig gewesen sein könnten, um diese Zerklüftung zu erzeugen, und ob es überhaupt nach der Natur dieser Massen möglich ist, dass sie vom Flimser Stein abstammen.

Die erste Frage muss bejaht werden, wenn wir bedenken, dass während der langen Eiszeit der Boden des Thales von Gletschern bedeckt war, die immerfort Eismassen von einer Dicke von 1000—2000 m thalaus schoben. Wenn die fraglichen Hügel anstehendes Gebirge sind, so ging der „Gletscherhobel“ unnach-sichtlich über sie hinweg und die Schmelzwasser drangen zugleich in alle Ritzen und Spalten ein. auflösend und ausspülend. So formten sich Rundhöcker und Wollsäcke, Schloten und Trichter und die mechanische Kraft des bewegten Eises schob alles, was sich zu oberst lockerte, fort oder doch durcheinander. In der That erweisen sich die meisten dieser Hügel, wenn man sie an-gräbt, zu oberst als ein Blockwerk, aber je tiefer man eindringt, um so fester und compacter wird die Masse. In dieser Weise lässt sich die Oberflächenstruktur der Tomas, wie sie durch Steinbrüche bei Ems aufgeschlossen sind, vollkommen erklären.

Die Zerklüftung allerdings, welche der Malmkalk an der Versamer Poststrasse und auch z. B. bei Toma Casté tief im Innern der Hügel zeigt, kann damit nur ungenügend gedeutet werden. Wenn sie jedoch schon vorher angelegt war, so mussten die erwähnten Agenzien der Eiszeit zu ihrer weiteren Ausbildung bedeutend beigetragen haben, weil in den vielen Klüftchen die Wasser leicht circuliren und so chemisch auflösend wirken konnten. Die erste Anlage der Zerklüftung kann aber sehr gut in tektonischen Vorgängen gesucht werden, auf die uns eine genaue Untersuchung des Versamer Tobels aufmerksam macht.

Bekannt ist, dass die Pfeiler der Versamer Brücke nicht auf Malmkalk, der ringsherum liegt, sondern auf einer Wechselreihe von schwarzen Schiefern, quarzitischen Sandsteinbänken und schwarzen Crinoideen-Kalken aufgebaut sind. Ausser den unbestimmbaren Crinoideen-Resten habe ich nur undeutliche Bivalven-Abdrücke in diesen Schichten gefunden, während HEIM in einer Bank, nach der ich leider ohne Erfolg gesucht habe, „eine grosse Zahl von deutlich erkennbaren Belemniten“ gesehen hat. Die Schiefer gleichen petrographisch denjenigen von der Goldenen Sonne sehr und die Crinoideen-Kalke könnten wohl als die Vertreter der Echinodermen-Breccie über dem Eisensandstein auf-

gefasst werden. Im Hangenden müssten dann die Eisenoolithe folgen, leider ist aber bei der Brücke hier gerade alles verschüttet und erst weiter oben steht Malmkalk an. HEIM hat diese Dogger-Gesteine für ein Riff von Bündner Schiefer erklärt, das von Jura-Blöcken verschüttet worden sei. Geht man jedoch von der Brücke etwa 500 m auf der Poststrasse in der Richtung nach Bonaduz, so sieht man die chamoisitreichen Schiefer des oberen Doggers rechts neben der Strasse anstehend und zu beiden Seiten unmittelbar von blauen Malmkalk begrenzt. Die Schichten, im Einzelnen etwas verbogen, stehen steil und es liegt hier offenbar der höchste First eines stehenden Sattels entblösst. Also gerade die Schichten, die bei der Brücke unsichtbar sind, sieht man, und die dort vorhanden sind, fehlen hier. Da aber die Verbindungslinie beider Punkte ungefähr mit der Streichrichtung der Schichten zusammenfällt, so darf man wohl beide für Theile eines und desselben Dogger-Sattels halten, um den sich ebenfalls sattelförmig der Malmkalk legt.

Geht man von hier in derselben nordöstlichen Richtung etwa 1200 m über den Berg hinauf, so gelangt man nach Val Surda, von der vor 35 Jahren THEOBALD¹⁾ folgenden Bericht gab: „Gleich hinter der Weihermühle greift ein kleines Thal, Val Sourde, tief in nordwestlicher Richtung in die Hügelkette ein. Am Eingang desselben steht Dolomit an, der auf der Westseite fast senkrecht einfallende Schichten zeigt, auf der Ostseite ebenfalls Dolomit mit steilem Fallen nach NW und W. Auf dem Dolomit liegt schieferiger Kalk, dann rother und gelblicher Thon- und Talkschiefer, grauer Thonschiefer, eisenhaltiger chloritischer Schiefer, endlich gelbgrauer, dunkler gestreifter Kalkschiefer und plattenförmiger, dunkelgrauer Kalk, wie der, welcher am Calanda Belemniten enthält. Alles dies fällt nordwestlich und streicht hor. 8—9. Im Hintergrund des Thälchens ist eine seeartige Vertiefung. Von dieser aufwärts sind durch Schürfarbeiten folgende Schichten aufgedeckt:

1) Von unten: gelber und röthlicher Thonschiefer mit grauem Thonschiefer wechselnd mit ziemlich viel Quarzschnüren in der Richtung der Schichten, hie und da Schwefelkies. 50'.

2) Streifiger Kalkschiefer. 4'.

3) Chloritische Kalk- und Talkschiefer mit Magneteisen und Rotheisen in solcher Menge, dass dieses Eisen bauwürdig wäre. 6—7'.

4) Streifiger Kalkschiefer. 3—4'.

¹⁾ THEOBALD. l. c., Bündner Schiefer, p. 32.

5) Chloritische Schiefer mit Magneteisen, 6—7', ebenfalls bauwürdig.

6) Talkiger Kalkschiefer. 2'.

7) Choritischer Kalkschiefer mit Magneteisen etc. 4'.

8) Fast reiner Eisensteinschiefer, ein Gemisch von Rotheisen und kleinen Magneteisen-Octaedern mit Kalk und etwas Chlorit und Talk gemischt. 4—5'.

9) Chloritischer Talkschiefer mit Eisen. 4—6'.

10) Talkiger Kalkschiefer mit wenig Eisen. 10—12'.

11) Streifiger Kalkschiefer, 50—60', bis zum Gipfel des Hügels, dessen Rückseite nach dem Vorderrhein hinaus aus Dolomit mit schieferigem Kalk besteht.

Diese Formationen streichen hor. 8—9 und fallen nordwestlich, dann südöstlich, endlich wieder nordwestlich.“

Wenn man hierbei berücksichtigt, dass THEOBALD den nicht schieferigen Hochgebirgskalk zu dieser Zeit stets als Dolomit anführt, obwohl er dies nur in seltenen Fällen ist, dass ferner seine Talkschiefer durch Sericitschiefer oder sericitische Chamoisitschiefer zu übersetzen sind und dass endlich seine Horenangaben 8—9, die wohl durch ein Missverständniss des bergmännischen Compasses hervorgerufen sind, in 3—4 umgewandelt werden müssen, dann kann man leicht von SO nach NW folgende Aufeinanderfolge wiedererkennen: Malm, Eisenoolith, Crinoideen-Kalk — unterer Dogger (1). Crinoideen-Kalk? (2), Eisenoolith (3—10), unterer Malm (11). Dies entspricht aber genau einer sattelförmigen Anordnung der Dogger- und Malm-Schichten, die gerade in der nordöstlichen Verlängerung des Versamer Sattels liegt, so dass man beide unbedenklich als zusammengehörige Theile desselben Sattels ansehen darf.

HEIM hat diese ausführlichen Angaben THEOBALD's sowie den Dogger des Danisch und den an der Poststrasse mit keinem Wort erwähnt. Vielleicht hat er sie übersehen, oder aber als in der Schuttmasse „schwimmende“ Riesenblöcke aufgefasst, die der Flimser Bergsturz mit herabgebracht hätte. In jedem Falle müsste man letzteres annehmen, wenn man HEIM's Auffassung aufrecht erhalten wollte, und umgekehrt würde diese Auffassung sofort unhaltbar werden, sobald man aus anderen Gründen sich gezwungen sähe, den Dogger für anstehend zu erklären, da alsdann natürlich der Malm es ebenfalls sein müsste.

Wir sehen uns also genöthigt, um in der Beantwortung der oben gestellten Frage zu Ende zu kommen, zunächst die zweite Frage zu beantworten, ob es überhaupt nach der Natur der Massen, speciell der Doggergesteine, möglich ist, dass sie vom Flimser Stein abstammen? Ueber die Be-

antwortung kann man keinen Augenblick im Zweifel sein: es ist unmöglich, dass der Dogger der erwähnten Orte von dem Flimser Stein abgestürzt ist, weil dort oben derartige Gesteine gar nicht vorkommen. Allerdings geben die HEIM'schen Karten einen breiten Streifen von Dogger auf der Krönung des Steines an, der dann entsprechend den Anforderungen des überkippten Mittelschenkels in der Südfalte der Glarner Doppelfalte von Verrucano überlagert wird, aber wenn wir die Beschreibung dieser Doggerschichten lesen (l. c., p. 161), dann bemerken wir, dass die charakteristischen Sandsteine, Chamoisit-Schiefer und Eisenoolithe vollständig fehlen. HEIM schreibt: „Das flache Dach des Flimser Steines wird fast ganz von ebenschichtigem, braunem Gesteine gebildet. . . . Diese Decke ist im unteren Theile etwas schlüpfrig thonig, oben vorherrschend eine rauhe Echinodermen-Breccie. Glaukonitkörner oder Kieselknollen nach Art der Kreide fehlen vollständig darin. Verrostete Pyritknollen sind häufig. Das Gestein hat im Ganzen keinen Kreidehabitus. Endlich fand ich einen zerrissenen Belemniten, der am ehesten *Bel. hastatus* oder *bicanaliculatus* gleich ist, und dann, stellenweise sehr häufig, verkieselte Schalen stark deformirter Bivalven, von denen einzelne mit Säure präparirt sich als *Ostrea Marshi* bestimmen lassen. Dieselben bilden hie und da völlige Austerbänke.“ „Diese Gründe legen es dar, dass wir es hier nicht mit einer normalen Kreidedecke, sondern mit verkehrt aufgelagertem Dogger zu thun haben.“

Warum aber fehlen auf dem Flimser Stein die für den Dogger der Glarner Alpen so durchaus bezeichnenden Eisenoolithe und Eisensandsteine, die noch in nächster Nähe bei Trins ausgezeichnet entwickelt sind? Vielleicht sind sie ausgewalzt worden? und zufällig nur in demjenigen Stücke des Flimser Steines erhalten geblieben, das später herabgestürzt ist? Aber dann ist es wenigstens nothwendig, dass die braune Decke wirklich dem Dogger und nicht der Kreide angehört. Die Annahme, dass sie dem Dogger entspräche, kann sich nur auf die Versteinerungen stützen, denn die petrographische Entwicklung ist eine ganz andere als bei dem typischen Dogger. Von Versteinerungen werden aber nur ein zerbrochener, specifisch unbestimmbarer Belemnit und deformirte Austern angeführt, von denen einige als *Ostrea Marshi* bestimmt wurden. Wer jedoch die Schwierigkeit kennt, deformirte Austern zu bestimmen, und zugleich, die besagte Art von ähnlichen der Kreide zu unterscheiden, der wird auf diese Angabe um so weniger Gewicht legen können, als der Autor dieser Bestimmung nicht genannt ist. Es muss deshalb ausdrücklich betont werden, dass der palaeonto-

logische Beweis für das Dogger-Alter der Deckschichten des Flimser Steines noch keineswegs erbracht ist, und da ausserdem die Gesteinsbeschaffenheit entschieden gegen dieses Alter spricht, so wäre es mindestens sehr willkürlich, wenn man die ächten Dogger-Schichten im Rheinthal als Absturzblöcke vom Flimser Stein erklären wollte.

Die fraglichen Deckschichten streichen mit unverändertem Charakter vom Flimser Stein nach dem Vorab herüber und bedecken dort die weiten Flächen der Alp Nagiens und Ruschein. Hier habe ich sie untersucht und nicht einen einzigen Anhaltspunkt gefunden, weshalb sie zum Dogger gestellt werden sollten. Leider hat schlechtes Wetter mich gezwungen, meine Untersuchungen vorzeitig abubrechen und auf das nächste Jahr zu verschieben, doch habe ich bereits eine Anzahl von Beweisen dafür gefunden, dass diese Deckschichten, wie auch schon THEOBALD vermuthet oder gewusst zu haben scheint, der unteren Kreide angehören, dass sie normal auf dem Jura liegen, und dass der Verrucano dort das einzige Glied ist, welches anormal darüber liegt, offenbar von Süden her herübergeschoben worden ist. Die Bivalven-Bänke, die ich nicht selten fand, lassen allerdings eine Bestimmung der Art nicht zu, doch gleichen sie denjenigen des Neocoms auffallend, während im benachbarten Dogger die Bivalven nur vereinzelt angetroffen werden. Auch vereinzelte grössere Formen liegen oft im festen Kalk und gleichen auf der angewitterten Fels Oberfläche ungemein der *Ostrea Couloni* des benachbarten Neocoms. Sehr häufig sind aber Kieselconcretionen, die im Dogger ganz fehlen, in der Kreide und im Tithon bekanntlich nicht selten sind. An der Oberfläche der Felsen wittern sie oftmals warzenartig heraus, und zwei Stücke, welche ich abschlug, konnte ich als verkieselte Bryozoen bestimmen, die zu *Ceriopora tuberosa* A. ROEMER¹⁾ gehören — einer Art, welche im Neocom Nord-Deutschlands und Frankreichs nicht selten ist. Diese Kieselkalke haben durchaus einen Kreidehabitus und liegen auf einem weissen, dünnplattigen Crinoideen-Kalk, der seinerseits auf dem ächten dunklen Hochgebirgskalk ruht.

¹⁾ Zu dieser Art ist zu bemerken, dass sie von D'ORBIGNY zu seinem Genus *Reptomulticava* gestellt und von einer anderen neocomen Art, *R. micropora*, abgetrennt worden ist, wobei letztere sich nur durch die rundlich-knollige Form von der mehr warzenförmigen der *tuberosa* unterscheiden soll. Im Bau und der Grösse der Zellen stimmen beide so sehr überein, dass mir ihre Vereinigung nothwendig erscheint. Jedenfalls ist der Name *micropora* aufzugeben, weil schon eine *Ceriopora micropora* von GOLDFUSS aus der senonen Kreide beschrieben

Mit Bestimmtheit lässt sich also schon jetzt behaupten, dass die fraglichen Deckschichten am Vorab nicht dem Dogger, sondern der Kreide angehören und dass diejenigen am Flimser Stein höchst wahrscheinlich gleichen Alters sind. Das genügt aber für unsere Entscheidung, ob der ächte Dogger von Versam und vom Danisch von diesen Deckschichten abstammen könne. Damit ist die zweite Frage beantwortet und wir können in der Beantwortung der ersten, nachdem wir festgestellt haben, dass jener Dogger wirklich anstehendem Gebirge¹⁾ angehört, weiterfahren.

Es liegt also ein kleines Schichtgewölbe bei Versam mitten im Rheinthal, dessen Axe mit dem Thal parallel gerichtet ist. (Siehe Textfigur 9.) Geht man von der Axe aus nach Süden, so gelangt man aus dem Dogger in den hangenden Malm, wie er sowohl auf der Versamer Höhe als auch im Versamer Tobel oberhalb der Brücke ansteht. Noch weiter im Süden folgt nach dem Malm der liasische Bündner Schiefer mit südöstlichem Einfallen, als ob er ein weiteres hangendes Glied jenes Sattels wäre. Aber sein Contact mit dem Jura-Kalk verläuft nicht parallel mit den Schichten, sondern auf einer Fläche, die nur etwa 15 Grad nach SO gencigt ist. Die Auflagerung selbst ist leider stets verdeckt durch die alluviale und glaciale Bedeckung der Parstoiger Terrasse, aber der spitze Winkel, mit dem der Jura-Kalk von NW her in den Versamer Tobel hereingreift, lässt eine andere Deutung als die der Ueberlagerung durch den Bündner Schiefer kaum zu.

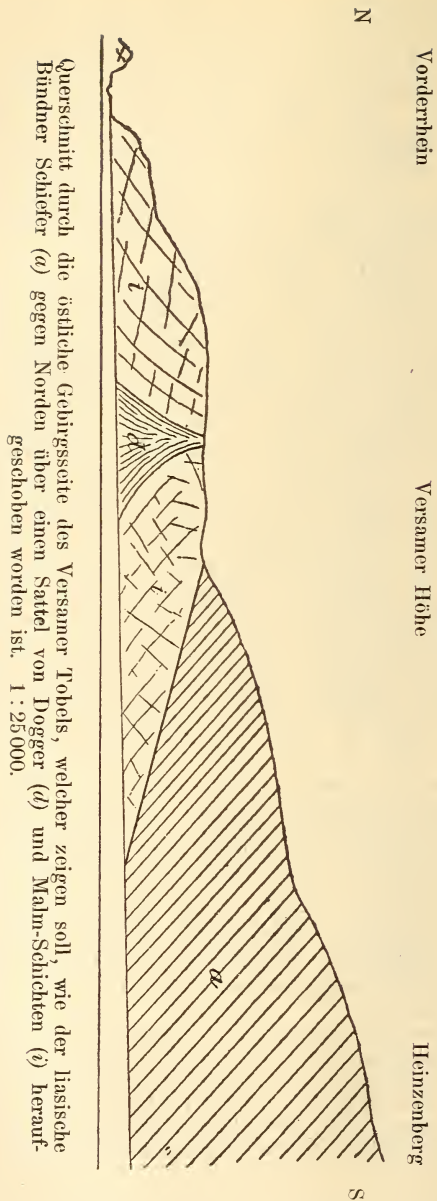
Dass diese Auflagerungsfläche zugleich eine Ueberschiebungsfläche²⁾ sein muss, ist, wenn man das jüngere Alter der liegenden

worden ist, welche ebenfalls zu *Reptomulticava* D'ORB. und nicht zu *Ceripora* D'ORB. (non autorum) gehört, sich aber von der neocomen Art, der sie übrigens äusserst nahe steht, nur durch etwas kleinere Zellen und rundlichere Form der Oeffnungen unterscheidet. Im Dogger sind ähnliche Formen bisher nicht bekannt geworden. Die Zellen sind bei unserer Art unregelmässig vieleckig und haben einen Querdurchmesser von ungefähr 0,15 mm. Diese *Ceripora tuberosa* kommt gleichzeitig mit *Radiopora tuberosa* A. ROEMER und *Radiopora heteropora* D'ORB. (= *Heteropora tuberosa* A. ROEMER) vor, die ähnliche Knollen bilden, sich aber durch die zweierlei Form ihrer Zellen wesentlich von unserer Art unterscheiden.

¹⁾ Um jedes Missverständniss zu vermeiden, sei ausdrücklich bemerkt, dass damit keineswegs der Flimser Bergsturz überhaupt in Abrede gestellt werden soll. Im Westen von Flims und bei den Waldhäusern sind die Spuren desselben in ganz unverkennbarer Weise erhalten geblieben. Aber diese Blockanhäufungen zeigen eine ganz andere Struktur wie die Kalke auf der Versamer Seite, und ein sorgfältiger Vergleich beider bringt ihre genetische Verschiedenartigkeit sofort zu Tage.

²⁾ Diese Ueberschiebung ist natürlich eine ganz andere als die, welche DIENER vermuthet hat, obwohl sie örtlich einander nahe ge-

Figur 9.



Schichten in Betracht zieht, nicht zweifelhaft. Von Südosten her ist also die ganze Masse des Bündner Schiefer-Gebirges über den Malmkalk heraufgeschoben worden, und damit haben wir einen tektonischen Vorgang von solcher mechanischer Gewalt kennen gelernt, dass ihm die starke innere Zertrümmerung dieses überschobenen Kalkes wohl zugeschrieben werden kann. Somit ist auch die erste oben aufgeworfene Frage in einem Sinne beantwortet, welcher die Annahme, die Kalkfelsen der Hügel im Vorder-rheinthal seien alle nur vom Flimser Stein herabgestürzte Bergsturzmasse, völlig ausschliesst.

Die Auffassung, als ob ein ununterbrochener Zusammenhang zwischen den Schichten beiderseits des Vorderrheinthaales existire und nur scheinbar durch die breite Erosionsfurche des Thaales verhüllt werde, hat sich uns also als unhaltbar erwiesen. Die liasischen Algäu-Schiefer enden wirklich an einer Ueberschiebungsfläche, und wir wissen noch nicht, wie weit dieser Schub nach Norden reichte und wie viel von diesem überschobenen Complex der Erosion anheimgefallen ist. Die heutige Nordgrenze der liasischen Schiefer fällt also keineswegs genau mit der Nordgrenze der Liasbucht zusammen, sondern letztere lag jedenfalls eine Strecke weiter draussen. Aber gleichwohl wird sie eine scharfe gewesen und nur erst zum Beginn der Dogger-Periode verschoben und verwischt worden sein, da in dieser Zeit auch im Norden — in den Glarner Alpen — Absätze erfolgten, welche petrographisch denen der vorausgegangenen Lias-Massen sehr gleichen.

Zur Zeit des späteren Doggers war diese Gleichheit schon verschwunden. Auch C. SCHMIDT¹⁾ konnte den von HEIM behaupteten petrographischen Uebergang der Ober-Dogger-Schichten bei Bonaduz in die Bündner Schiefer nicht bestätigen.

VII. Rückblick.

Die Ergebnisse der vorausgehenden 6 Abschnitte lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

rückt sind. Es liegt nahe, jene mit der Ueberschiebung des Verrucano am Vorab und Flimser Stein in Verbindung zu bringen; in diesem Falle würde sie eine ungeahnt grossartige Bedeutung erlangen und die bisherige tektonische Auffassung gänzlich über den Haufen werfen. Allein ich muss mich hier auf diese Andeutung beschränken, da meine diesbezüglichen Untersuchungen erst im kommenden Sommer zu Ende geführt werden können.

¹⁾ C. SCHMIDT. Beiträge zu Blatt XIV, Anhang, p. 64.

1) Die Bündner Schiefer zwischen Vorder- und Hinterrhein lassen sich in mehrere stratigraphische Einheiten verschiedenen Alters auflösen: erstens in Marmore, Dolomite und Kalkschiefer archaischen Alters, die mit ächten Gneissen und Glimmerschiefern in Wechsellagerung stehen; zweitens in Marmore, Dolomite, Kalk-, Thon- und Quarzit-Schiefer sowie Diabas-Schiefer, die palaeozoischen Alters sind und über den Schichten des jüngeren Gneiss-Systemes liegen; drittens in Dolomite, Kalksteine und Schiefer, die discordant über jenen palaeozoischen Schiefern lagern und triasisches Alter haben; viertens in Kalksteine, Kalk- und Thon-Schiefer, Sandsteine und Conglomerate, die abwechselnd über dem palaeozoischen Bündner Schiefer, dem jüngeren Röthidolomit und der noch jüngeren Trias abgelagert sind und zum grössten Theil oder vielleicht auch ganz zum Lias gehören.

2) Sicher leitende Versteinerungen sind nur aus dem Lias-Schiefer bekannt, nämlich:

Aus unterem Lias:

Pentacrinus angulatus OPPEL

— *pilonoti* QUENST.

Cardinia Listeri SOW.

Astarte cf. *Gueuxi* ORB.

— cf. *Eryx* ORB.

— *Heberti* TERQ. & PIETTE

— cf. *thalassina* DUMORT.

Aus mittlerem Lias:

Pentacrinus cf. *basaltiformis* MILL.

Terebratula punctata SOW.

Rhynchonella sp.

Gryphaea Cymbium LAM.

Belemnites paxillosus SCHLOTH.

Die Versteinerungen der Trias sind specifisch nicht bestimmbar, aber zusammen mit dem Gesteinscharakter beweisen sie, dass die Schichten, in denen sie vorkommen, zur ostalpinen Trias gehören. Das Alter der palaeozoischen Bündner Schiefer wird daraus erkannt, dass sie von der Trias überlagert sind. Ausser specifisch unbestimmbaren Crinoideen-Resten sind Versteinerungen darin noch nicht aufgefunden worden, doch lässt sich vielleicht eine Ausscheidung der grauen und der schwarzen Schiefer als zweier getrennter stratigraphischer Horizonte durchführen. Die sog. grünen Schiefer sind nur Einlagerungen im grauen Schiefer.

3) Petrographisch besteht zwischen allen diesen Abtheilungen schon um desswillen eine grosse Aehnlichkeit, weil ihre Haupt-

bestandtheile Carbonate von Kalk und Magnesia sind. Im Einzelnen liegen die Unterschiede in der hohen Krystallinität der archaischen Gruppe gegenüber den anderen, unter denen wiederum die palaeozoische Gruppe in dieser Beziehung den höchsten Rang einnimmt und sich zugleich durch den Besitz der grünen „Diabas-Schiefer“ auszeichnet. Für die Trias ist das Vorherrschen mächtiger, dickbankiger bis massiger Kalke und Dolomite, sowie das Auftreten von Hornstein-Ausscheidungen in denselben und von Rauhwacken-Lagern charakteristisch. Für die liasischen Schiefer endlich müssen als negative Merkmale das gänzliche Fehlen weisser Marmore und Dolomite, der grünen Schiefer, der Rauhwacken und der ächten Gneisse und Glimmerschiefer, als positive Merkmale das Vorwalten dunkler Kalk- und Thon-Schiefer und die Häufigkeit von Sandsteinen, Arkosen und Conglomeraten angesehen werden.

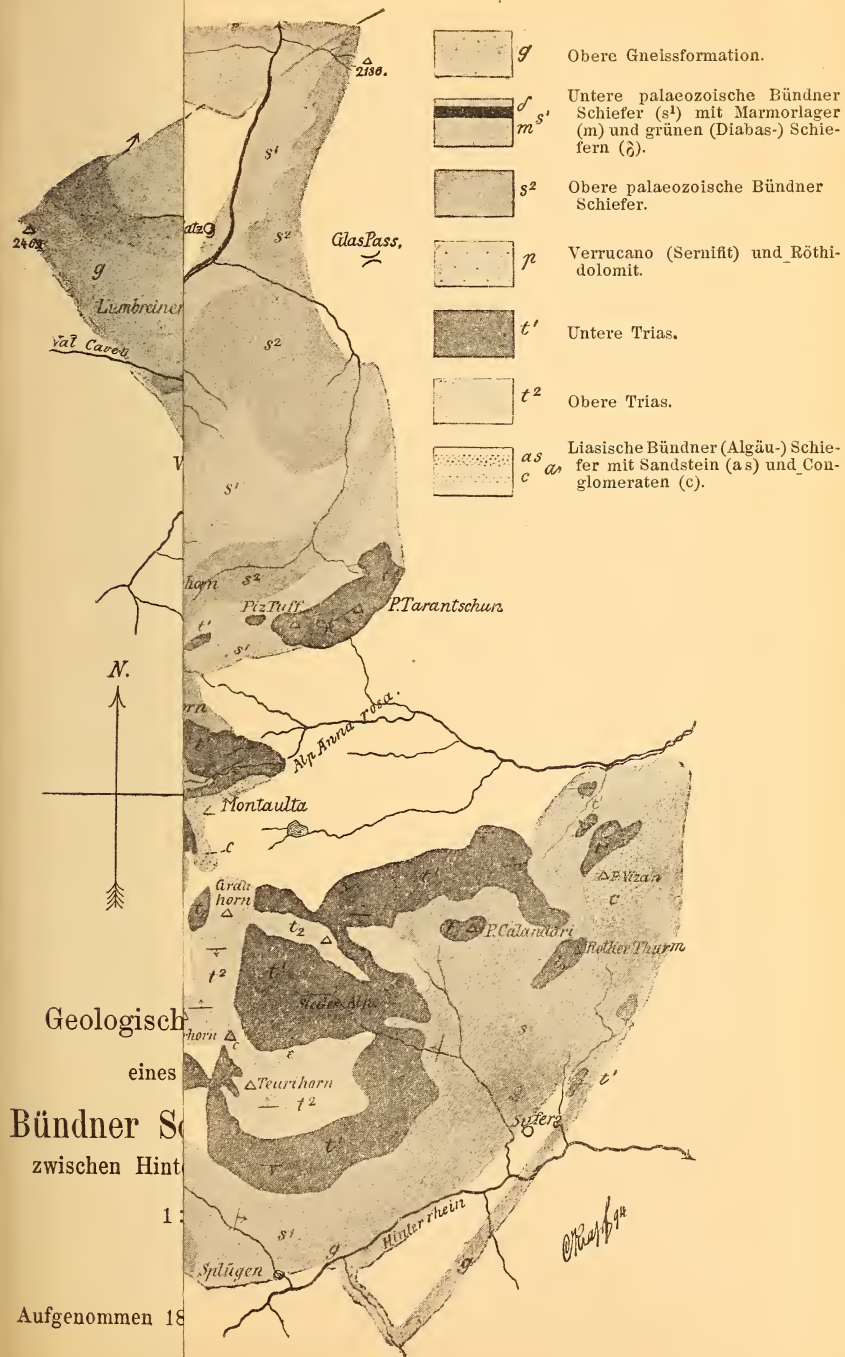
4) Es empfiehlt sich, den Namen „Bündner Schiefer“ nicht mehr auf den ganzen Complex der vier Abtheilungen auszudehnen, sondern auf die palaeozoische Gruppe, deren Altersbestimmung die grösste Latitüde besitzt, zu beschränken. Die drei anderen Abtheilungen können als archaische, triasische und liasische Schichtgruppen bezeichnet werden, doch ist mit Bezug auf die letztere Gruppe der Vorbehalt zu machen, dass in derselben möglicher Weise auch noch rhätische und jüngere jurassische Horizonte vertreten sind, die aber erst durch das Auffinden entsprechender Versteinerungen nachgewiesen werden könnten, da im Uebrigen ein Facies-Unterschied nicht besteht, vielmehr alles in der sog. Algäu-Facies zum Absatz gelangt ist. Aus diesem Grunde verdient der Name Algäu-Schiefer, als der weniger bestimmte, vor dem der liasischen Schiefer wohl den Vorzug.

5) Diese bündnerischen Algäu-Schiefer wurden in einer Bucht oder in einem Meeresarme abgesetzt, der einen westlichen Ausläufer des grossen nordostalpinen Liasmeeres bildete. Seine Südküste wird durch die Splügener Conglomerate angedeutet. Der Nordrand dieser Ablagerungen gegen das Glarner Festland ist nicht erhalten, weil er nachträglich auf einer dem Vorderrheinthal parallel laufenden Verwerfung in die Höhe und, wenigstens stellenweise, nach Norden über dieses Festland herüber geschoben worden und ebendadurch der verstärkten Erosion zum Opfer gefallen ist.

6) Die archaischen und palaeozoischen Bündner Schiefer bilden ein System von Falten, welche in der Hauptsache von Norden nach Süden streichen. Diese Faltung stammt aus vor-triasischer, wahrscheinlich permischer Zeit. Die triasischen Schichten hingegen zeigen ein Faltensystem von ost-westlicher, die Algäu-

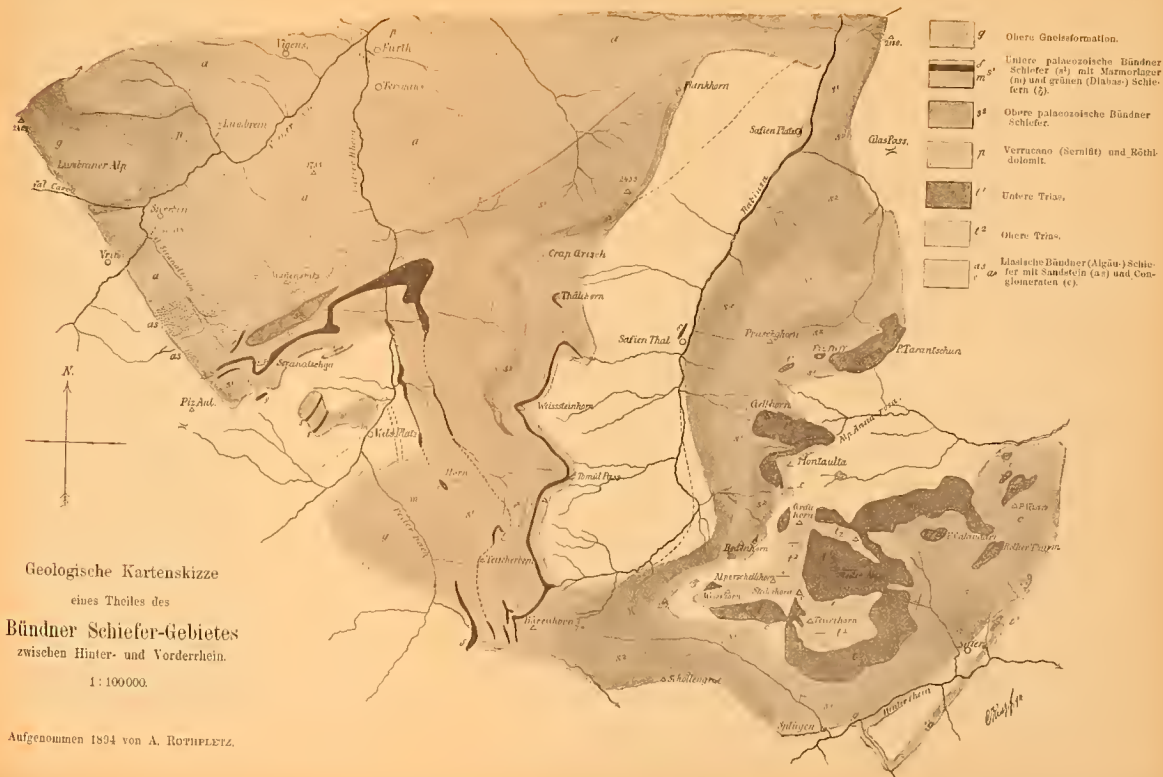
Schiefer ein solches von nordöstlicher Richtung, welche beide der alpinen, jungtertiären Faltung angehören.

7) Diese Falten werden mehrfach von Längs- und Querbrüchen durchsetzt, von denen besonders zwei Längsbrüche zu bedeutsamen Verschiebungen Anlass gegeben haben. Der eine derselben verläuft auf der Südseite des Hinterrheinthaies und fällt steil nach Süden ein. Auf dieser Bruchfläche sind die archaischen Schichten des Surettastockes auf die nördlich gelegenen Bündner Schiefer und Trias-Kalke heraufgeschoben worden. Der andere Längsbruch liegt auf der Südseite des Vorderrheinthaies. Auch er fällt, wenigstens stellenweise, nach Süden ein, aber viel flacher als der erstere, und auf dieser Fläche ist der Algäuschiefer bei Versam auf den Malm des nördlichen Vorlandes heraufgeschoben worden. Diese beiden Längsbrüche bestimmen zugleich gegenwärtig die Nord- und Südgrenze des liasischen und palaeozoischen Schiefer-Complexes.



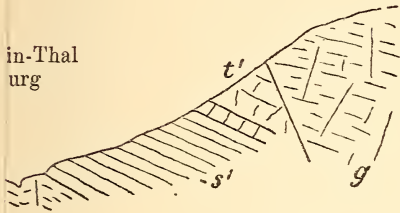
Geologisch
eines
Bündner Sch
zwischen Hint

1
Aufgenommen 18



SSO.

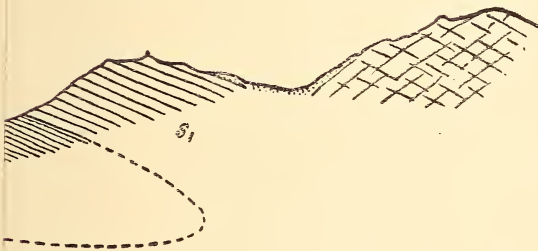
in-Thal
urg



[2772

Weisshorn
2992

0.



Buchstaben Erklärung.

- g u. gn Obere Gneissformation.
 gl u. m Glimmerschiefer und Marmor.
 s¹ Untere (graue) palaeozoische Bündner Schiefer.
 sm Marmorlager der Bündner Schiefer.
 d Grüne (Diabas-) Schiefer.
 s³ Obere (schwarze) palaeozoische Bündner Schiefer.
 p¹ Verrucano (Serafit).
 p² Röttholomit.
 t¹ Untere | Trias.
 t² Obere | Trias.
 l Liasische Bündner (Algäu-) Schiefer.
 l₁ Sandsteinzone (Unterer Lias).
 l₂ Obere Schiefer-Zone (Mittlerer Lias).

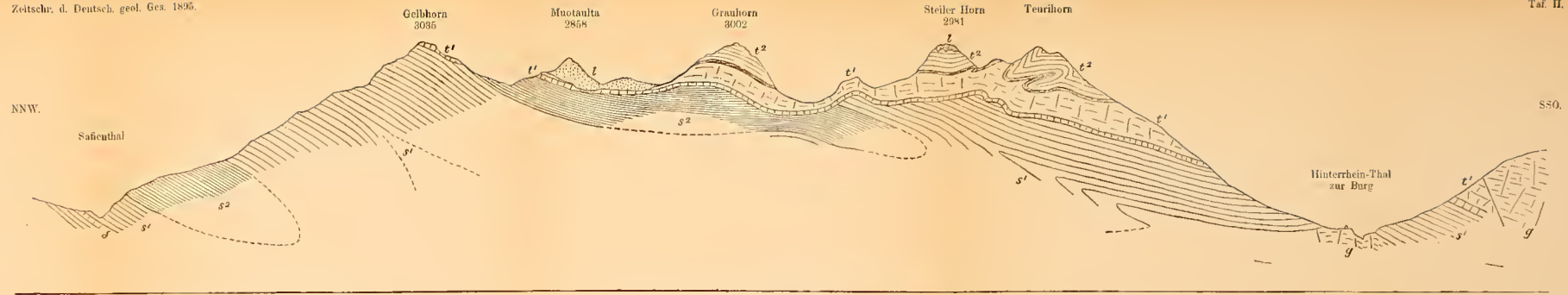


Fig. 1. Querschnitt durch die Splügener Kalkberge. 1:30000.

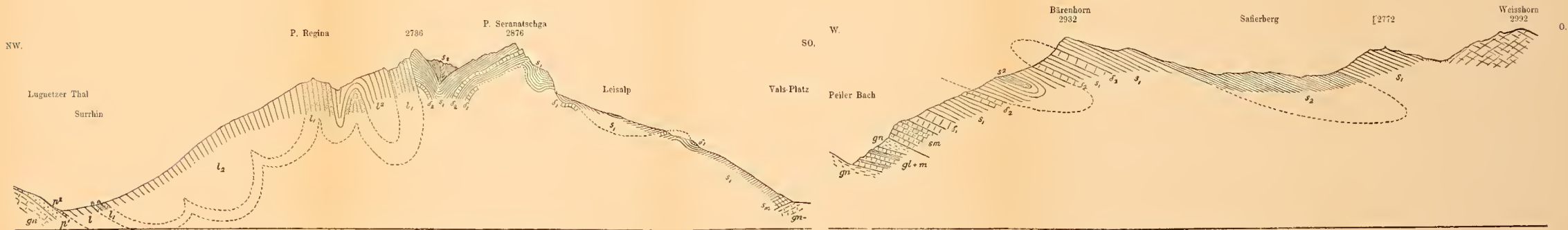


Fig. 2. Querschnitt zwischen Valser und Vriner Rhein. 1:30000.

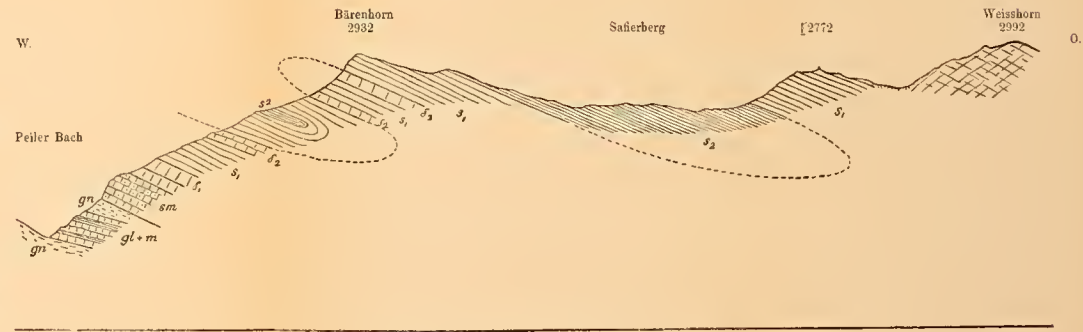


Fig. 3. Querschnitt nördlich von Dorf Splügen. 1:30000.