

# Die Wurzelregion der helvetischen Decken im Hinterrheintal und die Überschiebung der Bündnerschiefer südlich von Bonaduz.

Von

PAUL ARBENZ und WALTHER STAUB.

## I. Einleitung.

Fast alle in den folgenden Zeilen ausführlich geschilderten Felsen am Hinterrhein waren schon Theobald genau bekannt. Im Jahre 1860 legte er seine umfassenden Beobachtungen in einer wichtigen Arbeit, betitelt: „Zur Kenntnis des Bündnerschiefers“<sup>1)</sup> nieder. Dass die höheren Gebirge südlich von Reichenau vollständig aus dem monotonen Bündnerschiefer bestehen, war ihm genau bekannt, und die Fossilarmut dieser Schiefermassen machte eine direkte Altersbestimmung in dieser Gegend unmöglich. Theobald richtete daher sein Augenmerk auf diejenigen Stellen, wo die Unterlage der Schiefer zum Vorschein kommt, um im Zusammenhang mit der Untersuchung der linken Seite des Vorderrheintals nicht nur Anhaltspunkte für die Bestimmung des Alters der Bündnerschiefer, sondern auch einen Einblick in die tektonische Verbindung der beiden Talseiten zu gewinnen. Die Fragen, die uns heute beschäftigen, sind genau dieselben. Mit Theobald erblicken wir in den merkwürdigen Felsen der Tomba von Rodels und des Sporns bei Pardisla im Domleschg unzweifelhafte Vertreter der Trias. Dieselben Gesteine erscheinen auch weiter talabwärts südlich von Rhäzüns (bei Nundraus). Aus der Schilderung, die Theobald in der zitierten Arbeit, sowie auch in seinem Hauptwerk<sup>2)</sup> von der Gegend von Rhäzüns und Bonaduz gibt, entnehmen wir, dass er auch die bunten Triasschiefer am Fuss des St. Georgshügels kannte. Trotzdem er aber die merkwürdige Stellung der Triasschichten bei Nundraus notierte und die Schichtreihe der Zwischenbildungen am Calanda untersucht hatte, behandelt er den eisen-

<sup>1)</sup> G. Theobald. Zur Kenntnis des Bündnerschiefers. Jahresber. d. Naturf. Ges. Graub., Neue Folge V, pag. 23, 1860.

<sup>2)</sup> G. Theobald. Geognostische Beschreibung der nordöstlichen Gebirge von Graubünden. Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, I, pag. 147 u. 148, 1864.

schüssigen untern Dogger zusammen mit den Bündnerschiefern und sieht in den Trias von Nundraus, vom St. Georgshügel etc. die normale Unterlage der Bündnerschiefer.

Auf Blatt XIV der geologischen Karte 1:100 000 sind die in Frage stehenden Felsen am Hinterrhein teils als Bergsturz, teils als Bündnerschiefer verzeichnet. Diesen Mangel hat Alb. Heim später verbessert. In seinem „Beitrag“<sup>1)</sup> beschreibt er die meisten der anstehenden Felsen und Hügel am Hinterrhein. Die Spezialkarte und die Profile aus dieser Gegend dienen als Grundlage für unsere Studien. Wir verdanken Herrn Prof. Heim ferner die Überlassung einer Manuskriptkarte 1:50 000, in der auch die Triasfelsen des Domleschg enthalten sind.

Über die inzwischen erschienenen Publikationen von Rothpletz wird im tektonischen Teile dieser Arbeit die Rede sein. Wir erwähnen hier nur noch als wesentliches Hilfsmittel für unsere Studien die Beschreibung und die geologische Karte des Calanda von Piperoff<sup>2)</sup>, die für die Bonaduzer Gegend viele wichtige Einzelheiten enthält. Auch sei noch auf die eben erschienene Arbeit von W. Staub<sup>3)</sup> über die Bergstürze, Moränen und Terrassen dieses Talstückes verwiesen.

Vor kurzem hat P. Arbenz die Resultate der gemeinsamen Beobachtungen in einer kurzen Mitteilung im Schosse der schweizerischen geologischen Gesellschaft bekannt gegeben.<sup>4)</sup>

Die Frage nach dem faciiellen Übergang von normalen helvetischen Sedimenten zu den Bündnerschiefern wurde von den verschiedenen Autoren, wie weiter unten ausführlicher dargetan wird, sehr verschieden beantwortet. Eine der wichtigsten Gegenden, wo Anhaltspunkte für die eine oder andere Deutung der stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse enthalten sein sollten, ist das Talstück zwischen Reichenau am Vorderrhein und dem Eingang ins Domleschg. Hier sollte sich nach Heim jene Degeneration der helvetischen

<sup>1)</sup> Alb. Heim. Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, XXV, pag. 290—297 u. pag. 442 ff., ferner Taf. VII, Fig. 1, 2a, 2b und 2c.

<sup>2)</sup> Chr. Piperoff. Geologie des Calanda. Beitr. z. geolog. Karte d. Schweiz, neue Folge VII, 1897.

<sup>3)</sup> Walther Staub. Die Tomalandschaften im Rheintal von Reichenau bis Chur. Ein Beitrag zur Kenntnis der Bergsturzablagerungen im Rheintal. Jahresber. d. Geogr. Ges. Bern, 1910.

<sup>4)</sup> P. Arbenz. Die Wurzelregion der helvetischen Decken im Hinterrheintal bei Bonaduz und Rhäzüns. Eclogae geol. Helv. X., pag. 729, 1909. Actes soc. helv. 1909, pag. 202. Arch. des sc. phys. et nat. Genève, Comptes rendus soc. helv. 1909, pag. 45.

Doggersedimente zur Facies der Bündnerschiefer bekunden, die von Schmidt und Rothpletz nicht zugegeben wird. Hier sollten auch nach Schmidt nicht nur die helvetischen, sondern auch die präalpinen Decken wurzeln. Von den vielen Fragen, die sich an das Alter der Bergstürze dieser Gegend und ihr Verhältnis zu den Moränen knüpfen, können wir hier absehen und auf die zitierte Arbeit des einen von uns hinweisen. Wenn auch unsere Beobachtungen wenig absolut Neues zutage fördern konnten, so erscheint es uns doch notwendig, die einzelnen Lokalitäten systematisch genau zu schildern und die vielen zum Teil schon von andern gemachten Folgerungen zu ergänzen oder in andern Zusammenhang zu bringen.

Wie schon lange bekannt ist, tritt bei Bonaduz und auch weiter südwärts Dogger und unterer Malm in zweifellos helvetischer Facies auf. Leider handelt es sich nur um isolierte Felsen und Hügel, die zum Teil weit auseinanderliegen. Die Zwischenräume sind mit der mächtigen Grundmoräne von Bonaduz-Rhätzens ausgefüllt. Nur wenige Hügel ragen über die Oberfläche der Moränenterrasse heraus und zeigen meistens schlechte Aufschlüsse. Am Ufer des Hinterrheins, vor allem am linken Steilbord, sind mehrere solcher Felshügel angeschnitten und können bei niedrigem Wasserstand untersucht werden. Dass diese Felsen von einander getrennt sind und nur zum Teil tektonisch miteinander verbunden werden können, erschwert das Verständnis dieser Gegend ungemein. Sowie man aber südlich von Rhätzens das Bündnerschieferterrain betritt, erscheinen auch am Flusse die Felsmassen geschlossen. Zwischen Rhätzens und Rotenbrunnen weichen die Schiefer vom Flusse wieder zurück und lassen nochmals Trias, sowie auch, wie wir nachweisen konnten, helvetischen Dogger in isolierten Felsen zum Vorschein kommen. Die Talenge von Rotenbrunnen liegt wiederum völlig im Bündnerschiefer. Erst im Domleschg bei Pardisla und Rodels tritt wieder Trias auf. Abermals hat sich der Bündnerschiefer seitwärts an die Gehänge zurückgezogen, und abermals tritt die Trias wie weiter nördlich in völlig isolierten Zeugen auf.

Wir werden nun in den folgenden Abschnitten die einzelnen Hügel und Sporne am Hinterrhein und in seiner Nachbarschaft zu beschreiben versuchen. Von Norden gegen Süden folgen:

1. Der Sporn von Isla bei Bonaduz.
2. Der Hügel Plazes.
3. Der St. Georgshügel.
4. Der Malmsporn bei Rhätzens.
5. Der Schlosshügel von Rhätzens.
6. Die Crestas von Bonaduz und Rhätzens.

7. Das Versamer Tobel und die vermuteten anstehenden Felsen im Flimser Bergsturz.
8. Das Rheinbord zwischen Rhäzüns und Nundraus.
9. Die Sporne von Nundraus.
10. Die Triasfelsen von Pardisla und Rodels im Domleschg.

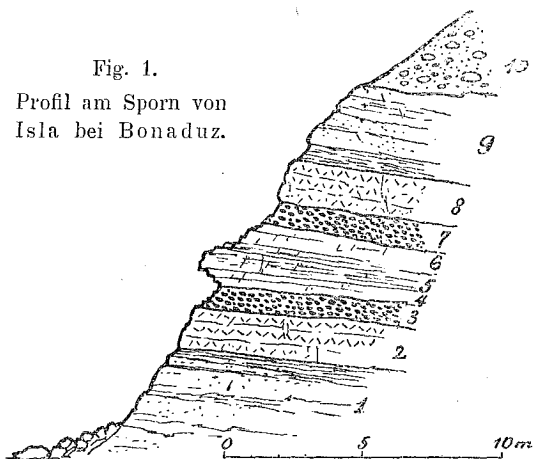
Nachher wollen wir versuchen, die tektonischen Eigentümlichkeiten dieser Hügel zusammenzufassen, und die Stellung dieser helvetischen Region zum autochthonen Sedimentmantel des Aarmassivs, zu den helvetischen Decken und zu den teilweise direkt über ihr liegenden Bündnerschiefern diskutieren. Im letzten Abschnitt wird dann Gelegenheit sein, die Literatur vollständiger zu behandeln.

## II. Lokalbeschreibung.

### 1. Der Sporn von Isla bei Bonaduz.

An dieser schon oft beschriebenen und viel besuchten Stelle tritt ein Schichtenkomplex vom Dogger und unterem Malm auf, der

Fig. 1.  
Profil am Sporn von  
Isla bei Bonaduz.



mit ca.  $10^\circ$  gegen NW einfällt und  $N40^\circ E$  streicht, somit gegenüber dem allgemeinen ENE-Streichendes Aarmassives und seiner Falten, sowie auch der Bündnerschiefer um ca.  $20^\circ$  gegen N gedreht erscheint. Diese abweichende Streichrichtung verbunden mit scheinbar widersinnigem NW-Fallen tritt noch an manchen Stellen längs des

Hinterrheines, besonders auch bei Nundraus auf. Senkrecht zu dieser Richtung wurde das Profil Fig. 2 konstruiert.

Die Literatur über das Profil bei Isla enthält nur den Nachweis einer normalen Schichtfolge von Dogger und unterem Malm. Merkwürdigerweise liegt jedoch auf der normalen eine etwas stärker gegen NW fallende, zur untern genau symmetrische verkehrte Schichtreihe, wie aus dem Profil Fig. 1 zu ersehen ist.

Von unten nach oben folgen nacheinander:

1. Glimmerführende, zum Teil sericitische Tonschiefer des untern Dogger mit Einlagerungen von Eisensandsteinbänken, die von weissen

Quarzadern durchsetzt sind und ab und zu Talk enthalten. Das gleiche Gestein tritt am Calanda bei der „Goldenen Sonne“ auf. Mächtigkeit 3 m.

2. Echinodermenbreccie, braun anwitternd, klotzig; teilweise marmorisiert, 1,5–2 m.

3. Grüner, chloritischer Schiefer, reich an Magnetit, mit Resten von stark gestreckten Chamositoolithen und dünnen Linsen und Einlagerungen von Kalk (Belemniten?), = metamorpher Eisenoolith, 0,8 m.

4. Schiltkalk, fleckig, gestreckt, marmorisiert und sericitisch. Typisch ca. 1 m.

5. Graue sericitische, kalkige Schiefer (= Argovien), 1,5 m.

6. Schiltkalk, 0,5 m, = 4.

7. Eisenoolith, 0,8 m, = 3.

8. Echinodermenbreccie, 1,5 m = 2.

9. Unterer Dogger mit Eisensandstein, 2,5–3 m = 1.

10. Grundmoräne.

Auf der Ostseite des Spornes ist zu sehen, wie der Schiltkalk sich gegen Nordwesten ausspitzt und von Dogger umschlossen wird. Eine deutliche Umbiegung der Schichten ist jedoch nicht vorhanden.

Es scheint hier somit der merkwürdige Fall einer vollständig nach Süden übergelegten Mulde von Dogger mit einem Kern von unterem Malm vorzuliegen.

Obwohl der ganze Felsen stark zerklüftet und gelockert ist, darf man ihn doch ohne Zweifel als anstehend betrachten.

## 2. Der Hügel Plazes.

Er besteht im wesentlichen aus grünem Verrucano und ist von dem Sporn bei Isla durch einen mit Moräne erfüllten Unterbruch von 600–700 m getrennt. Von allen hier zu behandelnden Felsen am Hinterrhein reicht er am weitesten gegen Osten und besitzt allein eine Fortsetzung auf dem rechten Ufer (siehe Heim, loc. cit.). Zunächst am rechten Rheinufer ist der Verrucano sicher anstehend. Er wird ferner von Heim und Rothpletz als anstehend bezeichnet in dem Tälchen zwischen dem Bergsturz Hügel Ils Aults im Norden und dem Bündnerschiefergehänge im Süden. Wir glauben jedoch, dass es sich hier nicht um anstehenden Verrucano handelt, sondern vielmehr um Blockwerk, das mit dem Bergsturz des Kunkelspases, der den Ils Aultshügel geschaffen hat, aus der Gegend von Tamins herabgekommen ist.

Das Gestein des Verrucanospornes von Plazes ist wohl grösstenteils als gequetschter Quarzporphyr aufzufassen. In gleicher Aus-

bildung findet er sich im Lavoytobel unterhalb Tamins, während er bei und ob Tamins stärker schiefrig ist und wohl irgend ein klastisches Gestein darstellt. Die nach unserer Ansicht nicht anstehenden Verrucanomassen im Ils Aultshügel südlich Reichenau zeigen diese Taminser Ausbildung und lassen sich von dem am Hinterrhein anstehenden Verrucanoporphyr nicht schwierig unterscheiden.

Die Schichtstellung des Verrucano ist nicht überall leicht zu bestimmen. Im nördlichen Teil des Hügels Plazes herrscht WNW-Fallen mit 50°. Weiter südwärts scheint sich NS-Streichen mit nahezu senkrechter Schichtlage einzustellen. Auf dem rechten Ufer fällt der Verrucano flach ostwärts in den Berg hinein. Die Feststellung der Schichtlage wird noch dadurch erschwert, dass auf dem wirklich anstehenden Fels häufig ein halbanstehendes Blockwerk liegt.

Jedenfalls bildet der Verrucano von Plazes die normale Unterlage der Schichten von Isla und der unten zu schildernden Schiefer des Georgshügels.

### 3. Der St. Georgshügel.

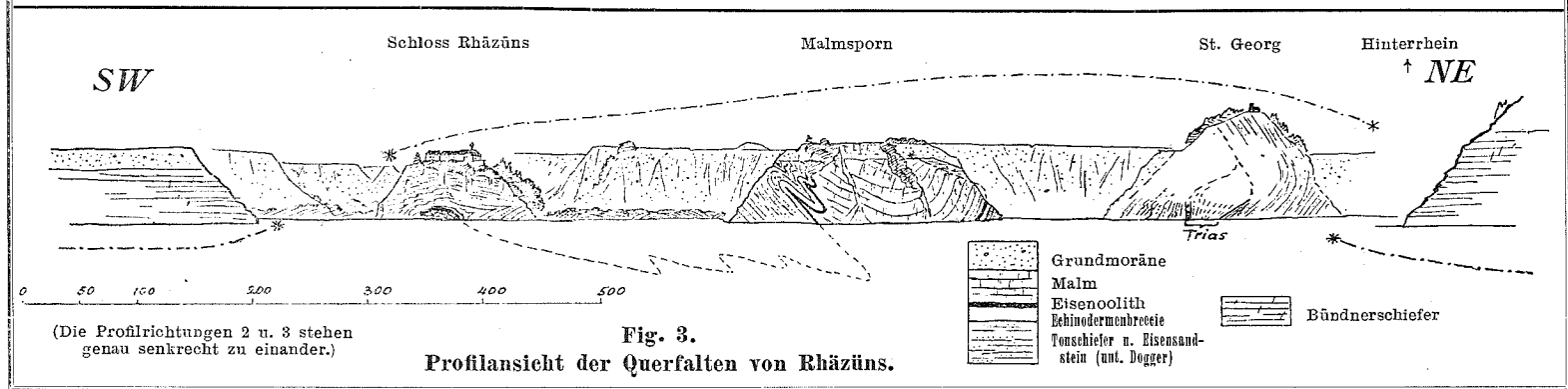
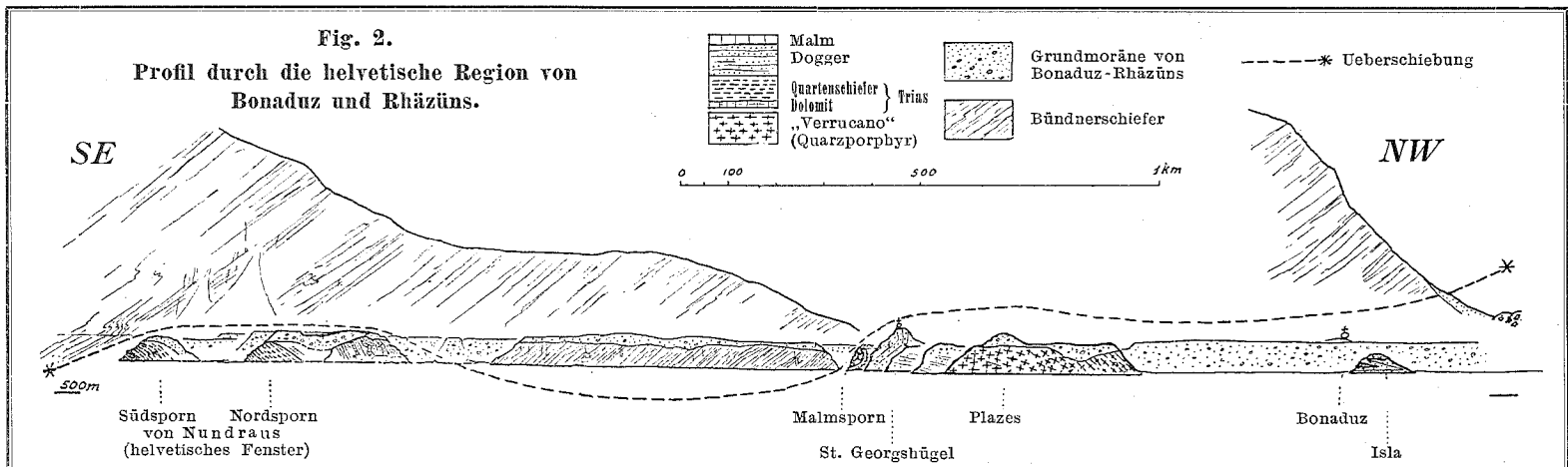
Nach einem Unterbruch von gegen 300 m folgt südlich des Spornes von Plazes ein Felsbord, an dem in sehr schlechten Aufschlüssen schiefriger unterer Dogger, Echinodermenbreccie und fragliche Triasschiefer auftreten. Im Anschluss daran folgt der steil aufstrebende St. Georgshügel, an dessen Ostfuss ein gutes Profil zu sehen ist. Der ganze Hügel besteht vorwiegend aus unterem Dogger, der wohl teilweise den Opalinusschiefern zuzurechnen ist, zum grösseren Teil aber den Murchinsonaesichten und dem Bajocien entspricht. Er enthält häufig Eisensandsteinbänke und gleicht dann vollkommen dem untern Dogger von Isla.

Wie aus dem Profil Fig. 3 zu ersehen ist, erscheint als ältestes Schichtglied keilförmig von SW herauftauchende obere Trias, die schon Theobald bekannt war. Von SW gegen NE lassen sich feststellen:

1. Glimmerführende schwarze Tonschiefer = unterer Dogger  
Der Lias fehlt vollständig.

2. Breccie aus eckigen oder rundlichen Dolomitfragmenten mit sandiger, sericitischer Bindemasse. Die einzelnen Brocken erreichen einen Durchmesser von einigen Centimetern. Mächtigkeit mehrere Meter. Gleiche Gesteine fanden wir im Quartenschieferniveau (obere Trias) ob Pradamal, östlich von Tamins, ferner bei Nundraus (s. unten).

3. Gegen unten stellen sich feinere Breccien und Sandsteine ein. Die Mächtigkeit von 2 und 3 beträgt ca. 7—10 m.



4. Weisser Sandstein mit rötlichen Feldspatkörnern, gegen 15 m. Ähnliche Gesteine sind ebenfalls aus der oberen Trias bekannt.

5. Schwarze und grünliche, sericitische, rauhe Tonschiefer mit Schlieren und Lagen von rostig anwitterndem Sandstein, = Quartenschiefern, 5—6 m. (Vgl. Profile von Nundraus.)

6. Mit scharfer Grenze (Überschiebung) folgen darunter wellige, schwarze Tonschiefer mit Einlagerungen von Eisensandstein (= unterer Dogger).

Nr. 2 bis 5 gehören somit offenbar der oberen helvetischen Trias an. In welcher Weise diese Gesteine gegen oben auskeilen, konnten wir nicht feststellen. Sie scheinen von Dogger vollständig umschlossen zu werden.

Am Rheinufer fallen die Schichten mit vielen Abweichungen im Einzelnen durchschnittlich mit ca. 30° gegen SW ein. Die Breccie steht am Ufer vertikal. Höher oben richtet sich die Schichtlage mehr auf und geht schliesslich unter etwelcher Drehung im Streichen in NW-Fall über.

#### 4. Der Malmsporn bei Rhäzüns.

Nach einem kurzen, wiederum mit Moräne ausgefüllten Unterbruche folgt südlich des Georgshügels ein Sporn, der vorwiegend aus Malm besteht. Der Fels erreicht die Oberfläche der Moränenterrasse von Bonaduz-Rhäzüns nicht; er erscheint somit nur am Rheinbord und trägt dort noch eine 10 m mächtige Moränenkappe.

Wie schon oben erwähnt wurde, war die schöne Muldenbiegung in diesem Felssporn Heim und Piperoff aufgefallen. Heim schilderte auch das Doggerprofil am Nordostfuss des Felsens, hielt jedoch die Hauptmasse für Schiefer des untern Malm, während es sich um etwas marmorisierten und geschieferten eigentlichen Malmkalk handelt.

Die allgemeine Situation, sowie auch der Faltenwurf ist im Profil Fig. 3 zur Darstellung gebracht. Die Schichtfolge vom untern Dogger bis zum Malm, die man am Nordostfuss des Felsens bei niedrigem Wasserstand leicht studieren kann, ist auf Fig. 4 wiedergegeben. Man findet hier von NE gegen SW:

1. Knorrige, glimmerführende Tonschiefer mit Einlagerungen von Eisensandstein, = unterer Dogger. Bis ca. 10 m aufgeschlossen. Die Gesamtmächtigkeit des untern Doggers misst wohl über 50 m.

2. Echinodermenbreccie, marmorisiert, mit einzelnen Calcit-rhomboedern als Reste von Echinodermen, klotzig und schlecht geschichtet. Gegen die Basis schiefrige Einlagerungen; 1,8—2 m.

3. Chloritischer Schiefer mit zahlreichen Magnetitkristallen. Kleine Kalkklüsen als Überreste marmorisierter Belemniten



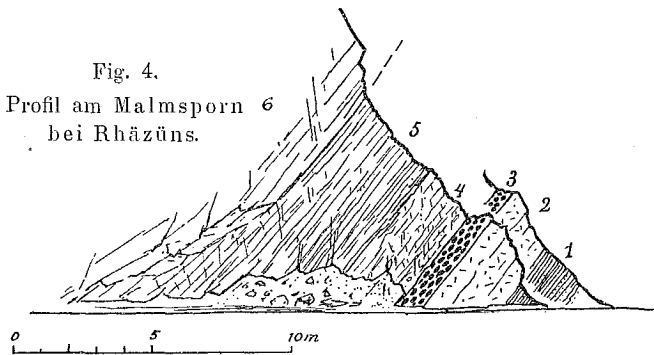
häufig; die Struktur derselben ist auf der angewitterten Fläche in einzelnen Fällen noch erkennbar. Die oberen Partien sind vorwiegend grünschwartz, die unteren bräunlich. 80 cm (= Eisenoolith). Es folgt mit scharfer Grenze

4. gelbfleckiger, grauer bis weisser, mehr oder weniger intensiv marmorisierter Schiltkalk, sericitreich und stark gestreckt; Belemniten. 2,2 m.

5. Ohne scharfe Grenze gegen 4. und 6. folgt grauer bis gelblich-grauer sericitischer Schiefer abwechselnd mehr kalkig oder tonig. 3,5 m (= Argovienschiefer).

6. Malmkalk. Grauer, feinschuppiger, marmorisierter Kalk, gegen 70 m.

Die Doggerschichten streichen am Ufer N 35° W aus und fallen mit 45 gegen SW ein. Höher am Felsbord empor richten sich die



Schichten auf (siehe Fig. 3) und scheinen sich schliesslich über den Malm südwärts hinüber zu legen. Am obern Rand der Wand, an unzugänglicher Stellung erscheint der untere Dogger an einer flach gegen Norden fallenden Überschiebungsfläche über die steil aufgerichteten Schichtköpfe des Malm überschoben. Der Zusammenhang dieses Doggers mit demjenigen am Ufer ist auf kurze Strecke unterbrochen. Die Überschiebungsrichtung ist nicht sicher festzustellen. Der wahrscheinliche Zusammenhang des Doggers oben mit demjenigen am Abhang und am Fuss der Wand scheint auf einen Schub von NE her zu deuten; dagegen spricht die deutliche Schlepplage der Malmschichtköpfe unter der Überschiebungsfläche eher für eine Überschiebung von SW her (siehe Fig. 3).

Wendet man sich am Fuss der Felswand gegen Südwesten, so wird man von grauem Malmkalk begleitet. Die Schichten beschreiben eine regelmässige Muldenbiegung und erheben sich hernach sanft gegen SW. Bald erscheint auch der hier schneeweisse marmorisierte

und von Sericithäuten durchzogene Schiltkalk wieder; ferner der als schwarze Linie schon von weitem leicht erkennbare metamorphosierte Eisenoolith, sodann die Echinodermenbreccie, und der untere Dogger mit Tonschiefern und Eisensandstein und zuletzt eisensandiger Echinodermenbreccie. Gegenüber dem Profil von Isla besteht kein wesentlicher Unterschied, wenn man von der hier intensiveren Metamorphose des Schiltkalks und Eisenooliths absieht. Besonders ist hervorzuheben, dass der untere Dogger durchaus typisch entwickelt ist.

In sehr markanten Falten schwingen sich sodann Dogger und Schiltkalk südwestwärts in die Höhe und treffen schliesslich die Auflagerungsfläche der Grundmoräne. Diese Falten sind, wie aus Fig. 3 zu ersehen ist, stark nach Nordosten übergekippt. In den Muldenkernen liegt jeweilen der weisse Schiltmarmor und der Argovien-schiefer, in den Gewölbekernen der Eisensandstein.

Sowohl die ganze Malmmulde, als auch die kleinen soeben geschilderten kleinern Falten in ihrem Südschenkel streichen mit ihren Achsen NW-SE, d. h. vollständig quer zum Alpenstreichen.

### 5. Der Schlosshügel von Rhäzüns.

Auch dieser Hügel besteht aus Dogger und Malm und zwar vorwiegend aus unterem Dogger, d. h. Tonschiefern mit Einlagerungen von Eisensandsteinbänken und sandigen Echinodermenbreccien. Am Fuss der Felswand, direkt unter dem Schloss, tauchen, überwölbt von wirr gefältelem unterm Dogger, die Echinodermenbreccie, der „Eisenoolith“, der Schiltkalk und der schiefrige untere Malm in verkehrter Lagerung nochmals auf. Von Nordosten her erheben sich diese Schichten erst rasch mit einer kleinen nordwärts überliegenden Knickung, dann langsam gegen Südwesten bis ungefähr 20 m über den Alluvionsboden, sinken hernach an einer Reihe von Brüchen weiter gegen SW staffelförmig tiefer und tiefer und verschwinden schliesslich bei schwach gegen SW geneigter Schichtlage unter Schutt nahe dem Talboden (siehe Fig. 5). Dann erreicht der Dogger mit seinen wechselnd tonigen und sandigen, im allgemeinen gut kenntlichen Gesteinen wiederum den Fuss der Wand. Zuletzt folgt noch mit vertikalem bis schwach überhängendem Kontakt eine Partie geschiebereicher Grundmoräne. Der untere Dogger zeigt besonders hier zahlreiche Vitriolausblühungen, auf die schon Heim aufmerksam gemacht hat.

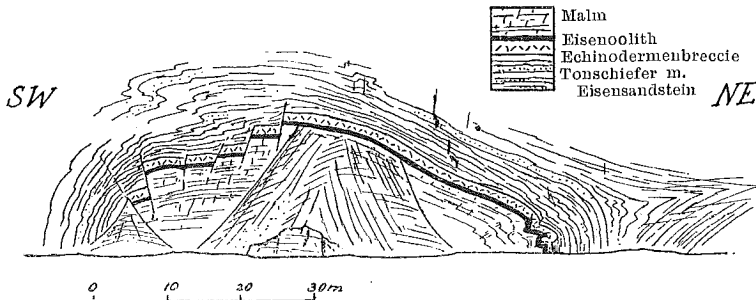
Die Ausbildungsweise der einzelnen Stufen, sowie der Grad der Metamorphose ist hier gleich wie am vorhin geschilderten Malm-

sporn. Die Schichtreihe am Fuss des Rhäzünser Schlosshügels zeigt folgende Mächtigkeiten:

1. Unterer Malm, kalkig schiefrig, ca. 4 m aufgeschlossen.
2. Schiltkalk, gelblich bis weiss, klüftig, 1,5 m.
3. Chlorit-Magnetitschiefer (Eisenoolith), 50 cm.
4. Echinodermenbreccie, marmorisiert, hellgrau, aussen gelblichbraun, 1,7 m.
5. Schwarze Tonschiefer mit Sandsteinlagen, 1,4 m.
6. Eisensandstein, mit weissen Quarzadern, 25 cm.
7. Schwarze Tonschiefer mit Einlagerungen von mehr oder weniger mächtigen Partien und Lagen von Eisensandstein. Eisenschüssige Echinodermenbreccien scheinen zu fehlen. Mächtigkeit zwischen 50 und 70 m.

Der untere Dogger (6 und 7) beschreibt zahllose kleine Falten. An der Nordosthälfte der Wand ist eine grosse, flachliegende Mulden-

Fig. 5. Am Schlosshügel von Rhäzüns.



umbiegung erkennbar, deren konkave Seite gegen S W schaut. Wegen dieser Komplikationen im Kleinen und im Grossen ist die Mächtigkeit des gesamten Doggers, abgesehen von der Echinodermenbreccie schwer zu schätzen.

Das Streichen der Schichten und Falten am Schlosshügel von Rhäzüns ist  $E 10^{\circ} S$  gerichtet. Gegenüber dem Faltenstreichen am Malmsporn lässt sich somit eine Drehung der Streichrichtung von S E gegen E um ca.  $35^{\circ}$  konstatieren. Beide Extreme sind durch Übergänge verbunden. Nimmt man das Mittel aus den extremsten Streichrichtungen von Rhäzüns und dem Malmsporn, so erhält man eine Richtung, die zum Streichen der Schichten von Isla und Nundraus direkt senkrecht steht.

Ohne Zweifel muss ein tektonischer Zusammenhang zwischen dem oben geschilderten sogenannten Malmsporn und dem verkehrten Malm am Schlosshügel von Rhäzüns vorhanden sein. Die einzige

leicht vorstellbare, wohl auch wahrscheinlichste Verbindung ist in dem Profil Fig. 3 wiedergegeben. Eine enge Mulde von Malm in Dogger war wohl zunächst vorhanden. Ihr Streichen dürfte WSW – ENE d. h. parallel den Alpenfalten gerichtet gewesen sein. Bei einem späteren Faltungsvorgang wurde diese Mulde intensiv quergefaltet. Über die vermutlichen Ursachen dieser auffallenden Quergefaltung wird weiter unten noch einiges hinzugefügt werden.

### 6. Die Crestas von Bonaduz und Rhäzüns.

In einiger Entfernung westlich vom Hinterrhein ragen aus der grossen Grundmoränenterrasse von Bonaduz-Rhäzüns eine Anzahl isolierter Hügel auf, die wegen ihrer länglichen Form den Namen Cresta bekommen haben, zum Unterschiede von den rundlichen oder kegelförmigen Bergsturzhügeln, die bei Ems Toma und bei Bonaduz Put heissen.

Die Crestas von Rhäzüns und Bonaduz tragen grösstenteils eine Kappe von Moräne. Aufschlüsse sind meistens sehr spärlich. In ihrer Zusammensetzung stimmen sie mit den geschilderten vom Hinterrhein angeschnittenen Hügeln und Spornen überein und bestehen jedenfalls samt und sonders aus anstehendem Fels. Bergsturzhaufen sind hier völlig ausgeschlossen.

Auf dem nördlichsten von diesen Hügeln steht die Kirche von Bonaduz. Er besteht aus Eisensandstein des untern Dogger, der ca. N 55° E streicht und ca. 30° SE fällt. Er ragt nur wenig über die Ebene empor und ist von einer dünnen Schicht verschwemmter Moräne bedeckt. Piperoff (loc. cit. pag. 30), der diesen Hügel ebenfalls untersucht hatte, bringt ihn ganz richtig mit dem Sporn von Isla (siehe oben, pag. 26) in Verbindung.

Als ebenfalls aus anstehendem Dogger bestehende Hügel schildert Piperoff die Cresta Bliema bei Rhäzüns und den kleinen Hügel nördlich davon. Ein erratischer Block liegt auf dem ersteren. An den Hängen sind einige Schichtköpfe von Dogger schlecht sichtbar, im übrigen sind die Hügel gänzlich bewachsen.

Das gleiche lässt sich von der Cresta lunga bei Rhäzüns sagen. Schon Piperoff (loc. cit. pag. 35) sah hier die braunen, eisenhaltigen Kalke und hellgraue, glänzende Tonschiefer. Auf dem Gipfel des Hügels beobachtete der eine von uns Malm (anstehend?). Das Streichen der Schichten lässt sich nicht genau feststellen, es stimmt aber jedenfalls mit demjenigen der Bündnerschiefer (N 35° E) nicht überein.

Die übrigen kleinen Hügel zeigen keine Aufschlüsse. Offenbar handelt es sich zwischen Rhäzüns und Bonaduz um eine Hügel-

landschaft, die grösstenteils von der mächtigen Grundmoräne der Bonaduzer Terrasse eingedeckt worden ist. Nur wenige, darunter der Georgshügel, ragen beträchtlich über diese Terrasse heraus. Von Hügeln, die gänzlich in der Moräne begraben waren und nicht darüber hinausschauten, hat der Hinterrhein mehrere angeschnitten (Schlosshügel Rhäziuns, Malmsporn, Sporn von Isla, sowie auch die Sporne von Nundraus, s. u.). Alle diese Hügel bestehen aus anstehenden Gesteinen von helvetischer Facies und bilden wohl die Überreste eines zersägten und gänzlich zerstückelten breiten Felsriegels an der Einmündung des Hinterrheintales ins Vorderrheintal.

### 7. Das Versamer Tobel und die vermuteten anstehenden Felsen im Flimser Bergsturz.

Bevor wir die Schilderung der Lokalbeobachtungen im Tal des Hinterrhein fortsetzen, müssen wir uns noch nach andern weiter westlich gelegenen Aufschlüssen von helvetischen Gesteinen umsehen. Von den Anrissen in Trias und Verrucano am Vorderrhein oberhalb Reichenau wollen wir fürs erste absehen und die Beobachtungen mitteilen, die der eine von uns im Versamer Tobel und Val Sourda gemacht hat.

Das Versamer Tobel mündet 6 km westlich von Reichenau in den Vorderrhein. Es durchbricht bis 1,5 km südlich der Versamer Brücke südfallende Bündnerschiefer. Die Sohle der Schlucht liegt unter der Brücke bei ca. 630 m. Von der Brücke an durchschneidet das Tobel auf 1,25 km Länge zum Flimser Bergsturz gehörende Malmmassen, die im einzelnen manchmal anstehendem Fels sehr ähnlich sehen, so z. B. auch an der malerischen Poststrasse östlich der Versamer Brücke. Der Flimser Bergsturz sandte seine Ausläufer noch weiter ins Versamer Tal hinein. Die letzten Reste davon liegen 2,5 km vom Vorderrhein entfernt. Die Brücke selbst ist an einer Stelle errichtet, wo beidseitig aus den brüchigen Bergsturmassen Riffe von anstehendem Fels herausragen. Theobald<sup>1)</sup>, Alb. Heim<sup>2)</sup> und Rothpletz<sup>3)</sup> haben sich mit der Bestimmung dieser Gesteine bereits befasst. Wir sind nun zu dem Schluss gelangt, dass diese Riffe bei der Brücke über das Versamer Tobel ausschliesslich zum Bündnerschiefer zu rechnen sind. Die

<sup>1)</sup> G. Theobald. Zur Kenntnis des Bündner Schiefers. Jahresber. d. Natf. Ges. Graub., 1860, pag. 23, speziell pag. 35 f. u. Taf. I, Fig. 2.

<sup>2)</sup> Alb. Heim. Loc. cit. Beitr. XXV, pag. 290, 1891.

<sup>3)</sup> A. Rothpletz. Über das Alter der Bündner Schiefer. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges. 1895 (pag. 1) pag. 51.

Schichten fallen mit verschiedenen Abweichungen gegen SSE, wie die grosse Masse der Schiefer an den höheren Abhängen.

1,5 km nordöstlich der Versamer Brücke, im Gebiet des Flimser Bergsturzes liegt das Val Sourda mit seiner schon Theobald<sup>1)</sup> bekannten Schichtreihe von Dogger und Malm. In jüngster Zeit wurde diese Lokalität von C. Schmidt<sup>2)</sup> wieder erwähnt. Alb. Heim und W. Staub besuchten diese Stelle und gelangten zu dem Schluss, dass hier kein anstehender Fels vorhanden sei, wie die oben genannten Autoren glaubten, sondern dass es sich lediglich um einen stratigraphisch mehr oder weniger geordneten Schwarm von Doggerblöcken im Flimser Bergsturz handle. (Die Ausbildungsweise und Metamorphose der Gesteine zeigt allerdings Ähnlichkeit mit den Vorkommnissen von Dogger am Hinterrhein.) Der Eisenoolith ist zeitweise auf Eisen ausgebeutet worden. Ob es sich hier etwa um aufgeschürfte Massen handelt?

Nach dem Gesagten ist somit keine Hoffnung mehr vorhanden, anstehende Felsen mit Dogger und Malm in helvetischer Facies im Bereich des Flimser Bergsturzes zwischen Versam und Bonaduz zu finden.

### 8. Das Rheinbord zwischen Rhäzüns und Nundraus.

Nach dieser Abschweifung kehren wir ans Ufer des Hinterrheins zurück und verfolgen die am Flusse auftretenden Felsen weiter gegen Süden.

Einige hundert Meter südlich des Rhäzünser Schlosshügels beginnt Bündnerschiefer anzustehen. Er besitzt die gleiche Gesteinsbeschaffenheit wie oben an der Strasse zwischen Rhäzüns und Rotenbrunnen. Es ist ein kieselig-kalkiger, mehr oder weniger tonreicher Schiefer, der durchweg marmorisiert ist. Bald könnte man das Gestein einen plattigen Kieselkalk nennen, bald einen sandigen, kalkarmen Tonschiefer. Angewittert zeigt er stets eine graue Farbe und lässt sich leicht von den braunen und schwarzen Doggergesteinen der Rhäzünser Hügel unterscheiden. Die Schichtlage ist trotz vielen sekundären Fältelungen im allgemeinen sehr konstant. Das Streichen ist ENE gerichtet und das Fallen beträgt 40—60° gegen S und SE.

Der Bündnerschiefer ist am Rheinufer gegen Süden bis südlich unterhalb Punkt 669,8 ununterbrochen anstehend. Aus ihm besteht der Hügel von Tarmuz und die Terrasse von Runcaglia. Weiter südwärts folgt ein Unterbruch (Grundmoräne der Terrasse von Nundraus).

<sup>1)</sup> G. Theobald. Loc. cit. 1860, pag. 32—34.

<sup>2)</sup> C. Schmidt. Über die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizeralpen. Eclogae geol. Helv. IX, pag. 573, 1907.

### 9. Die Sporne von Nundraus.

Nachdem man den Bündnerschiefer verlassen und die daran anschliessende Grundmoränennische gequert hat, gelangt man zunächst zum ersten nördlichen Felssporn von Nundraus. Er besteht aus zwei durch Grundmoräne von einander getrennten anstehenden Schichtkomplexen. Von Norden her kommend trifft man (vgl. Fig. 2):

1. Unterer Dogger, vorwiegend bankiger Eisensandstein, 15 m.
2. Unterer Dogger, vorwiegend schwarze Tonschiefer. Streichen N 30° E, Fallen ca. 45° NW, über 30 m.
3. Grundmoräne bis zum Talboden.
4. Schiefrieger Eisensandstein und sandige Tonschiefer des unteren Doggers, im Wald am Abhang ca. 25 m über dem Fluss.
5. Graue, violette, schwarze, grünliche und gelbliche Tonschiefer mit Einlagerungen von Sandstein und Dolomitbreccien, ca. 20 m, = Quartenschiefer. Streichen (gleich wie bei 2), N 30° E, Fallen am Rheinufer 45° NW.

Wendet man sich westwärts um den Schiefervorsprung herum, so bemerkt man, dass sich die Quartenschiefer etwas verflachen, dann auf ca. 15 m unter Moräne weit verschwinden, um schliesslich westlich nochmals hervorzukommen, jedoch mit N 60° W-Streichen und 45—60° NE-Fallen.

Das genaue Profil ist in Fig. 6 wiedergegeben. Von SW gegen NE folgen:

1. Grundmoräne mit reichlichen, vorwiegend gerundeten Geschieben und kleinen, eckigen Blöcken. Auffallenderweise finden sich neben Gesteinen des Albula, Oberhalbsteins und des Schams helvetischer Verrucano des Vorderrheintals und nicht selten gekritzte Geschiebe und kleine Blöcke von grauem Malmkalk.

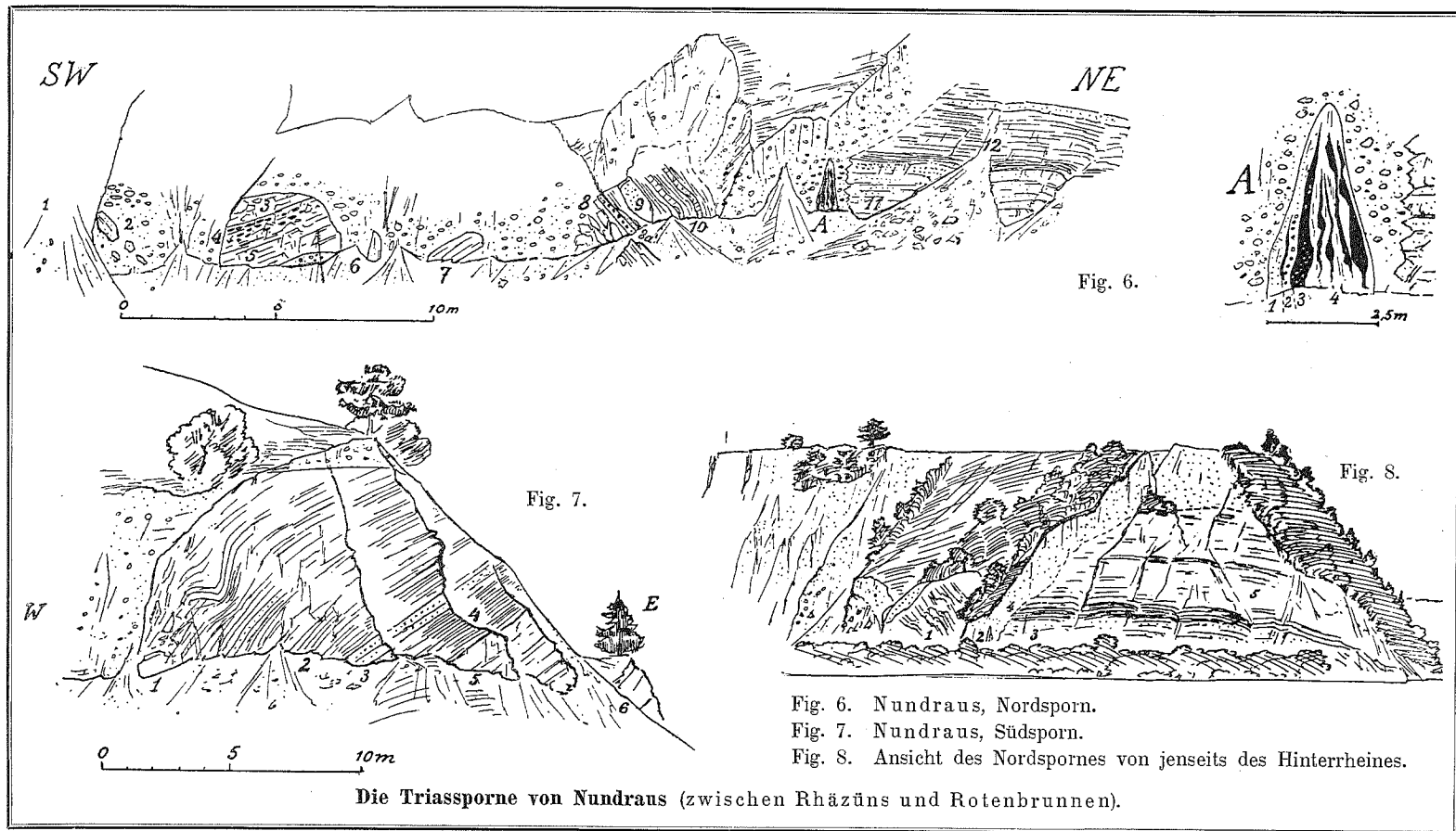
2. Blöcke von rostig angewittertem Eisensandstein mit schwarzen Tonschieferlagen.

3. Blockwerk von Eisensandstein des untern Dogger.

4. Magnetit-Chloritschiefer (= Eisenoolith) mit kleinen Kalklinsen.

5. Schiltkalk.

3—5 bilden einen grossen Einschluss in der Moräne, der an seinem Ausgehenden 3,5—4 m hoch und 6,5 m lang ist. Rings um diesen Block herum ist die Moräne sichtbar, so auch im Liegenden. Wenn auch die einzelnen Schichten nicht schwer zu erkennen und abzugrenzen sind, so ist das ganze Paket doch innerlich gelockert und zerfällt in Blöcke. Es handelt sich hier offenbar um einen in die Moräne hineingearbeiteten Block, der aus nächster Nähe stammt. Bei längerem Transport in der Moräne wäre er sicherlich in kleine Blöcke zerfallen.





6. Block von grünlichem, schiefri gem Quarzit, wahrscheinlich obere Trias.

7. Block von hellem, sericitischem Quartenschiefer (obere Trias);  $0,8 \times 1$  m.

8. Rostiger Sandstein mit hellgrünlichen, sericitischen Schiefereinlagerungen. In Blöcke aufgelöste Partie von 3 m Mächtigkeit, die das Anstehende gegen die Moräne abgrenzt (= Sandstein der Quartenschiefer).

8 a. Kalk-Dolomitbreccie mit Sandsteingrundmasse, ca. 60 cm.

9. Quarzit, dünn-schiefrig, hell weisslichgelb, mit rötlichen Körnern; 1,5 m.

10. Bunte sericitische Tonschiefer (Quartenschiefer); violett, weiss, grünlich, mit Dolomiteinlagerungen; 7—8 m. N  $60^\circ$  W,  $45-60^\circ$  N E fallend. Es folgt wieder Moräne.

8—10 ist wahrscheinlich eine anstehende Partie.

In der Moräne liegt ein unter A in grösserem Masstab skizzierter Einschluss von hellem und schwarzem Quartenschiefer mit Breccie, der unten eine Breite von 2,05 m, gegen oben sich verschmälert und schliesslich bei 4,5 m Höhe stumpf endigt. Die einzelnen Bestandteile dieses sonderbaren, in Moräne hineingearbeiteten Schichtpakets sind:

A<sub>1</sub>. Rostiger Sandstein, schiefrig; ähnlich dem untern Dogger mit hineingepressten Moränegeschieben und Quarzknöllchen; bis 30 cm.

A<sub>2</sub>. Rostig verwitternde Breccie von Dolomit und Kalk, 15 cm (= obere Trias).

A<sub>3</sub>. Schwarzer zerfallender Tonschiefer, mit kleinen gerundeten oder eckigen Quarzeinschlüssen, 17 cm.

A<sub>4</sub>. Gelbliche bis grünlichweisse Quartenschiefer, gänzlich zerdrückt, mit Einlagerungen von tintenschwarzen Tonschiefern, 1,3 m. Rechts trennt eine Moränenpartie von  $\frac{1}{2}$  m Mächtigkeit diesen Einschluss vom anstehenden Quartenschiefer-sandstein. Im allgemeinen enthält die Moräne höchstens kopfgrosse, gerundete Geschiebe in sandig-toniger Grundmasse.

11. Braun anwitternder Sandstein mit Einlagerungen von sandiger Dolomitbreccie, 3,5—4m; mit ca.  $30^\circ$  gegen NW fallend.

12. Graue glatte Tonschiefer, mit einzelnen Sandsteinlagen, 5 m.

13. Grauer Quarzsandstein, ohne Kalkeinschlüsse; bräunlich anwitternd, ca. 2 m.

Darüber liegen wiederum graue und gelbliche Tonschiefer, die alle sericitisch sind und am Rheinufer N  $20-30^\circ$  E streichen und

mit  $45^\circ$  gegen NW fallen. Die Mächtigkeit der Sandsteine und Schiefer beträgt ungefähr 20 m (= oben S. 37, Nr. 5).

Fig. 8 gibt einen Überblick über diesen Schieferfelsen. Bei 1 ist der Schieferfelsen von Nr. 8—10 des vorigen Profils zu sehen; 2 stellt den Schiefereinschluss (A) dar, bei 3 folgen die Sandsteine, bei 4 die grauen Tonschiefer, bei 5 die gelblichen sericitischen Quartenschiefer.

Das Vorhandensein von Dogger in helvetischer Facies und zwar nördlich des Sporns in grossen anstehenden Felsen und östlich des Sporns in Form von Einschlüssen nahe an der Basis der Moräne, deren Habitus auf nur kurzen Transport schliessen lässt, beweist die Zugehörigkeit der Trias von Nundraus zur helvetischen Zone.

400 m südlich dieses Spornes erscheint ein zweiter Felsvorsprung am Rande der Moränenterrasse, wir wollen ihn kurz den Südsporn von Nundraus nennen. Auch er besteht, wie schon die früheren Arbeiten zeigten, aus Trias. Während im Nordsporn nur der Quartenschieferhorizont entblösst ist, erscheint hier noch eine kleine Partie von Dolomit, die allerdings durch Steinbrucharbeiten für die Rheinkorrektion bedeutend reduziert worden ist.

Das Detailprofil Fig. 7, das auf der Südseite des Spornes aufgenommen ist, zeigt von Westen gegen Osten:

Zunächst Grundmoräne mit wenig gekritzten Geschieben, darunter auch hier noch helvetischer Malm und Schiltkalk, der von Norden her gekommen sein muss. Sodann:

1. Schiefer = 2; in lockere Blöcke aufgelöst, 0,9—1 m. Die Kontaktfläche mit der Moräne streicht  $N 10^\circ E$  und fällt  $80^\circ$  ( $- 90^\circ$ ) gegen Westen.

2. Bunte Quartenschiefer, weisslich bis grünlich, grau bis schwarz, trübviolett, sericitisch; häufig stark sandig, stellenweise unbedeutende Sandsteinlagen, 8 m. Streichen  $N 45^\circ E$ ; Fallen 40 bis  $50^\circ$  NW.

3. Dünnbankiger, grauer, bräunlich anwitternder Sandstein, stark sericitisch, mit Einschlüssen (Breccie) von grauem Kalk (bis  $4 \times 1$  cm); 1,2—1,5 m.

4. Grauvioletter Quartenschiefer, zu unterst hellgrünlich, mit Linsen von Dolomit, 1,7—2 m.

5. Weissgrauer Dolomit, 1,1 m grobe kompakte Bänke; 1,3 m, dünn-schichtig; 1,5 m, gelblich bis rötlichgrau; zusammen ca. 4 m.

6. Gelockerter Dolomit, 1,5 m. Streichen  $N 25^\circ E$ , Fallen  $35-40^\circ$  NW.

Die Schichtstellung ist somit dieselbe wie am Nordsporn und steht im schärfsten Gegensatz zu den allgemein SE fallenden

Bündnerschiefern, die bis auf 200 m Distanz (an der Strasse) an diese Trias heranrücken. Die Ausbildung der Trias stimmt mit derjenigen am Nordsporn durchaus überein. Wenn auch der Dogger hier nicht vorhanden ist, so unterliegt es keinem Zweifel, dass auch der Südsporn von Nundraus aus den genannten Gründen zur helvetischen Zone gehört.

#### 10. Die Triasfelsen von Pardisla und Rodels im Domleschg.

Südlich der Lokalität Nundraus folgt die Talenge von Rotenbrunnen, in der die Bündnerschiefer beidseitig bis zum Talboden herunterkommen. Oberhalb von Rotenbrunnen weichen die Gehänge wieder auseinander. Währenddem auf der linken Talseite eine ausgehnte Moränenbedeckung das Anstehende um Realta weithin verhüllt, bleibt auf der rechten Seite der Bündnerschiefer von Rotenbrunnen bis gegen Rodels am Steilrand der bis 200 m hohen Felsrippe von Ortenstein-Alt Sins sichtbar. Im allgemeinen fallen die Schiefer, deren Gesteinshabitus stets derselbe ist (siehe pag. 36), mehr oder weniger steil gegen SE und SSE ein, liegen auch ab und zu wie z. B. beim Schloss Ortenstein horizontal. Keinerlei Einlagerungen von Breccien, Echinodermenkalken oder bunten Schiefnern sind uns zu Gesicht gekommen. Von irgendwelchen Gesteinen der Klippendecke, die hier nach C. Schmidt wurzeln sollte, ist gar nichts zu sehen.

Bei Pardisla (2 km südlich von Rotenbrunnen) und nördlich davon liegt vor dem Felsabsturz von Ortenstein ein bis 30 m hoher, hügeliger, terrassenförmiger Rest einer Grundmoräne, der bei Pardisla (671 m) spornförmig in die Alluvionsebene des Domleschg vorspringt. Dieser Sporn verdankt seine Entstehung einem Kern von anstehendem Fels. Es sind jedoch keine Bündnerschiefer, sondern, wie schon Theobald wusste, ähnliche Gesteine, wie in den Spornen von Nundraus. Während die Nordwestecke des Vorsprunges von Pardisla keine Aufschlüsse zeigt, ist auf der West- und Südseite der Fels völlig entblösst. Zu oberst liegt eine bis 5 m mächtige Moränen-  
decke, die auf der Südseite stellenweise 10 m weit hinunterreicht und jedenfalls einst den ganzen Felskopf eingehüllt hatte. Östlich des Vorsprunges, d. h. bei den Häusern von Pardisla selbst, reicht die Moräne bis zum Talboden.

Die Schichten fallen in diesem Sporne von Pardisla sehr unregelmässig gegen SE und ESE, lokal auch gegen Westen.

Von oben nach unten folgen:

1. Weissgelber Dolomit, marmorisiert, schiefrig, 12—15 m. Streichen N 10° E; Fallen 30—45° ESE.

2. Bunte Quartenschiefer, graue, gelbliche, grüne, schwarze und violette Sericitschiefer mit Sandsteineinlagerungen. Sie zeigen kleine, scharfe NS streichende Sekundärfalten. Ca. 17 m.

Zu unterst liegen sericitische Quarzsandsteinbänke, darüber 3 m violette Schiefer.

3. Im Schutt auf der West- und Nordwestseite liegen Dolomit, bunte Schiefer, ferner Breccien und grünlicher, chloritisch-sericitischer Sandstein, der dem Verrucano ähnlich sieht, aber aus den Quartenschiefern stammen dürfte.

Rothpletz<sup>1)</sup> hielt diese Schiefer für Sernifit und betrachtete die Lagerung als normal. Unseres Erachtens hatte aber Theobald Recht, wenn er diese Gesteine mit den Schiefen von Nundraus und vom Georgshügel verglich. Auch Heim hatte in der oben zitierten Manuskriptkarte Trias angegeben. Es handelt sich wohl um eine verkehrte Partie von Rötidolomit und Quartenschiefern, deren Schichtlage nicht mit derjenigen der Bündnerschiefer übereinstimmt. Ähnlich, wie die Felsen von Rhäziüs, finden sich auch hier, nur in viel kleinerer Ausbildung, Quersfalten.

Dass der Felsen von Pardisla noch zur helvetischen Zone gehöre, lässt sich leider nicht direkt beweisen. Dass er dagegen die normale Basis der Bündnerschiefer bilde, ist fast völlig ausgeschlossen. Bei der starken Verfaltung der Bündnerschiefer müsste man Antiklinalkerne oder Fetzen von Trias auch noch seitwärts an den Abhängen und höher oben finden. Das Bündnerschiefergebiet des Domleschg ist aber völlig frei von Trias, und man muss aufwärts bis zur Solisbrücke im Schynpass wandern, um wieder Triasdolomit und bunte Schiefer zu Gesicht zu bekommen, die aber nicht mehr zu den Schyn-Viamalasschiefern, sondern zu einer Decke gehören. H. Meyer<sup>2)</sup> rechnet sie zu seiner Zone der obern Breccie und stellt sie in die Brecciendecke. Jedenfalls steht die Trias des Domleschg, wie sie uns in den Felsen von Pardisla und Rodels erhalten geblieben ist, mit derjenigen des Schynpasses in keinem Zusammenhang.

Es bleibt somit noch die Annahme, die Trias von Pardisla gehöre zur helvetischen Zone. Hiefür sprechen folgende Umstände:

<sup>1)</sup> Rothpletz. Geologische Alpenforschungen I. Das Grenzgebiet zwischen den Ost- und Westalpen und die rhätische Überschiebung. München 1900, pag. 31—32.

<sup>2)</sup> Herm. Meyer. Geologische Untersuchungen am Nordostrande des Surettamassives im südlichen Graubünden. Ber. d. naturf. Ges. Freiburg i. B. XVII, pag. 130, speziell pag. 146, 1909.

1. Die Trias von Pardisla zeigt die gleiche Ausbildung, wie diejenigen von Nundraus und am St. Georgshügel. Auch hier sind die charakteristischen Breccien des Quartenschieferhorizontes vorhanden.

2. Der Zusammenhang zwischen Trias und Bündnerschiefern fehlt an beiden Orten vollständig.

3. Die eigentümlichen Querfalten der helvetischen Zone von Rhäzüns besitzen in Pardisla ein Analogon in Form von auffallenden NNW—SSE streichenden, zum Teil sehr scharfen Querfalten. Innerhalb der Bündnerschieferzone der Nachbarschaft ist von derartigen Querfalten nichts zu sehen.

Während bei Nundraus der Unterschied in der Stellung der Trias gegenüber den Bündnerschiefern sehr gross (ca.  $90^\circ$ ) ist und ausserdem noch helvetischer Dogger mit der Trias zusammen vorkommt, differiert hier der Fallwinkel der Triasschichten gegenüber dem der Bündnerschiefer nur um ca.  $15\text{--}20^\circ$  und der Dogger fehlt vollständig.

Nach all dem Gesagten gelangen wir zu dem Schluss, dass der Felsen von Pardisla wahrscheinlich noch zur helvetischen Zone gehört.

Noch schlimmer steht es mit der Beurteilung des isolierten Felsens Tomba bei Rodels, der sich 1,9 km südlich von Pardisla aus der Alluvionsebene des Domleschg erhebt. Er liegt rechts des Rheines in der Nähe der Strassenbrücke, gegenüber der Bahnstation von Rodels-Realta. Als scharfer, heute nur noch ca. 12 m hoher Zahn, ragt er aus dem Weidengebüsch hervor. Er dient auch heute noch als Steinbruch und war früher jedenfalls bedeutend grösser. Vielleicht zeigte er damals oberflächlich ein anderes Schichtfallen als heute. So spricht Theobald (loc. cit. 1860) von westlichem Einfallen, während wir gegenwärtig Nordostfallen konstatieren können.

Das Gestein des Tomba von Rodels ist ein sericitischer sandiger Tonschiefer bis Sandstein von rostiggelblicher Anwitterungsfarbe. Die Schichtung fällt im allgemeinen gegen Nordosten, das Ganze erscheint aber besonders oberflächlich als ein wirres Haufwerk halbgelockerter Blöcke. Man würde ihn wohl als Rest eines grossen Bergsturzes ansehen, wenn man seine Heimat an den Gehängen nachweisen könnte. Da aber ringsum nur Bündnerschiefer anstehen, so muss man diesen Zeugenberg wohl oder übel als gewachsenen Felsen betrachten.

Das Gestein zeigt grosse Ähnlichkeit mit dem Schiefer von Pardisla und Nundraus und ist ohne Zweifel der Trias zuzurechnen.

Rothpletz (loc. cit. 1900, pag. 32) schildert diesen Felsen sehr treffend. Wir können ihm jedoch nicht zustimmen, wenn er das Gestein einen quarzitisch-sericitischen Gneis nennt. Die Moräne, die nach Rothpletz das Blockwerk bedecken soll, ist heute verschwunden.

Es wäre jedenfalls gewagt, an diesen Felsen weitgehende Schlüsse zu knüpfen. Wenn auch das Gestein das gleiche ist wie bei Pardisla und Nundraus, und die Schichtlage wie bei Nundraus, gegenüber den Bündnerschiefern als ganz widersinnig erscheint, so muss doch die Frage, ob dieser Zeuge zur helvetischen Zone oder zu den Bündnerschiefern gehöre, offen gelassen werden.

### III. Die Tektonik der helvetischen Zone von Bonaduz und Rhäzüns.

#### 1. Die lokale Tektonik.

Obschon die einzelnen Hügel und Aufschlüsse der im vorhergehenden Abschnitt geschilderten helvetischen Zone von Bonaduz und Rhäzüns keine direkten Zusammenhänge aufweisen, kann man doch an der ehemaligen Einheitlichkeit dieser Region nicht zweifeln. Der Verrucano von Plazes bildet das tiefste Glied der Schichtreihe und daran schliessen sich, allerdings ohne direkt sichtbaren Kontakt Trias, Dogger und unterer Malm in helvetischer Facies. Im Domleschg tritt bei Pardisla und Rodels nochmals Trias vom Habitus derjenigen von Nundraus auf, die — wenigstens der Sporn von Pardisla — wahrscheinlich auch noch der helvetischen Schichtreihe angehören.

Gegenüber den Angaben von Rothpletz<sup>1)</sup> stellten wir in Übereinstimmung mit anderen Autoren (Heim, Piperoff) fest, dass der Rötidolomit bei Reichenau zum Bergsturz des Kunkelspasses gehört und somit nicht das Hangende des Verrucanos von Plazes darstellt<sup>2)</sup>, ferner dass im Domleschg kein Verrucano und kein Gneis, sondern nur Triasschiefer und Dolomit zu Tage treten.

Im Versamer Tobel und im Bergsturzgebiet zwischen diesem Einschnitte und Bonaduz sind keine anstehenden Felsen von helvetischer Facies vorhanden. Unter der Versamer Brücke ist nur Bündnerschiefer anstehend, und die Schichtserie mit helvetischer Facies im Val Sourda ist zum Bergsturz zu rechnen (siehe oben, pag 36).

Alle die geschilderten Felsen und Hügel am Hinterrhein sind als durchweg anstehend zu betrachten, mag man auch beim ersten

<sup>1)</sup> Rothpletz. Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen nebst Anhang über die sog. Glarner Doppelfalte. Stuttgart 1894, pag. 235 f. — Ferner: Das geotektonische Problem der Glarneralpen. Jena 1898, pag. 163, Taf. IX, Fig. 25.

<sup>2)</sup> Vgl. W. Staub, loc. cit.

Anblick hie und da (z. B. beim Sporn von Isla und Plazes) versucht sein, an Überreste grosser Bergstürze oder mächtiger darin schwimmender Schollen zu denken, da manchmal die Gesteinsmassen stark gelockert sind. Neben intensiven tektonischen Störungen hat diese heute in Hügel aufgelöste helvetische Zone eine intensive Bearbeitung durch die Gletscher und Schmelzwasserflüsse und wenigstens teilweise den mächtigen Anprall riesenhafter Bergstürze erfahren.

Schon aus den früheren Publikationen, ganz besonders aus der Schilderung, die Heim von dem Talstück ob Reichenau und Bonaduz gibt, geht die meistens abnorme, gegenüber den eigentlichen Bündnerschiefern widersinnige Schichtstellung in den beschriebenen Felsen am Hinterrhein deutlich hervor. So fallen die Schichten an den Spornen von Isla, von Plazes und Nundraus (und auch am Felsen Tomba bei Rodels) gegen NW mit etwelchen Variationen. Neben dieser sehr wesentlichen tektonischen Eigentümlichkeit ist eine weitere, bisher nicht bekannte, hinzuzufügen, nämlich das Vorhandensein von N-S bis NW-SE streichenden grösseren und kleineren Querfalten an den Felsen von Rhäzüns (Schlossfelsen und sogen. Malmsporn) und Pardisla im Domleschg. Diese beiden auffallenden Merkmale sind durchaus an die helvetische Zone gebunden und fehlen im Bereiche der benachbarten Bündnerschiefer.

## 2. Die tektonische Stellung der helvetischen Region von Bonaduz zum Aarmassiv und zu den helvetischen Decken.

### *a) Allgemeines.*

Nach keiner Himmelsrichtung steht die geschilderte Hügel- und Spornlandschaft von Bonaduz-Rhäzüns mit den benachbarten Zonen in direkt sichtbarem Zusammenhange, weder mit den Bündnerschiefern, wie früher vielfach angenommen wurde, noch mit dem autochthonen Sedimentmantel des Aarmassivs bei Tamins. Da hier im Vorderrheintal nach der allgemein herrschenden Ansicht die helvetischen Decken irgendwie wurzeln müssen, wäre es sehr wichtig, die genaue tektonische Stellung dieser Zone zu kennen.

Die Untersuchung der einzelnen geschilderten Profile nach ihrer Facies kann in diesem Falle einzig zu sicheren Schlüssen führen.

Die hier auftretenden Stufen Trias, Dogger und Malm sind nach ihrer verschiedenartigen Facies in den einzelnen Decken und im Autochthonen noch nicht so genau geschildert worden, wie die Kreide, wenn auch die Profile von J. Oberholzer<sup>1)</sup> in seiner trefflichen, vor-

<sup>1)</sup> J. Oberholzer. Die Überfaltungsdecken auf der Westseite des Linthtales. *Eclogae geol. Helv.* X, pag. 531, 1908.

läufigen Publikation viele Anhaltspunkte geben. Wir haben daher, wenn auch nur rasch und oft etwas flüchtig, die Profile an der goldenen Sonne am Calanda, ferner bei Vättis besucht; Herr Oberholzer in Glarus hatte die grosse Freundlichkeit, den einen von uns zu einem ausgezeichneten Profil des Dogger der Glarnerdecke bei Glarus zu führen, wofür ihm auch an dieser Stelle der herzlichste Dank ausgesprochen sei und schliesslich lernten wir den Dogger und die Trias der Mürtischendecke an der Südostecke des Mürtchenstocks genauer kennen. Die höheren Decken, Axendecke und Säntisdecke sind von Arn. Heim<sup>1)</sup> und J. Oberholzer geschildert worden, kommen übrigens in diesem Falle nicht in Frage.

Die einzelnen Formationen vom Verrucano bis Malm haben jedenfalls, soviel steht schon heute fest, sehr verschiedenen Wert für tektonisch-facielle Untersuchungen.

Der Verrucano in seiner roten, häufig grob konglomeratischen Varietät ist den nördlich absteigenden Teilen der Glarnerdecken eigen; auf der Kulminationshöhe der Decken, sowie auch auf der Südabdachung sieht er wesentlich anders aus. Der Verrucano-Konglomeratgneis von Ilanz und die grünen chloritischen Paraschiefer der Ringel-Segnesgruppe sind wohl nur sehr schwierig mit den weniger metamorphen Typen des Sernifits im Weisstalmental und des Sarganserlandes zu vergleichen. Nördlich von Tamins tritt steil gestellter, schiefrig-plattiger Verrucano des autochthonen Reviers auf. Es ist ein grüner, sericitreicher Paraschiefer, der sich auch in den Sturzmassen des Ils Aults südlich von Reichenau wiederfindet. Anderes Aussehen besitzt der sogen. Verrucano unmittelbar bei Tamins (im Lavoytobel) und am Sporn von Plazes. Dort ist er weniger schiefrig und scheint nach allerdings nur oberflächlicher Prüfung meist aus einem Quarzporphyr von grünlicher Farbe hervorgegangen zu sein.

Auch die Trias bietet nur wenige sichere Anhaltspunkte. Das Auftreten oder Fehlen von Quartenschiefern zeigt sowohl im Autochthonen als in den Decken, soviel man weiss, keine Gesetzmässigkeit. Die Mächtigkeit und Beschaffenheit (Farbe) des Rötidolomits kann nicht massgebend sein, und die basalen Sandsteine oder Quarzite sind mehr oder weniger überall vorhanden. Einzig das Auftreten von mächtiger dolomitischer Rauchwacke scheint an die Mürtchendecke gebunden zu sein<sup>2)</sup>.

Der Lias gibt ein sehr gutes Unterscheidungsmerkmal für die einzelnen Decken oder Deckengruppen ab. In den oberen Decken ist

<sup>1)</sup> Arn. Heim. Das Walenseetal. Ber. üb. d. XXXX. Vers. d. Oberrhein. geol. Ver. zu Lindau 1907.

<sup>2)</sup> z. B. am Mürtchenstock.



er mächtig entwickelt, ganz besonders in der Axen- und Säntisdecke in den Kantonen Glarus und St. Gallen. Er fehlt der Mürtschen- und Glarnerdecke vollständig. Über sein Vorhandensein oder Fehlen in der autochthonen Region ist noch wenig sicheres publiziert worden. In den Profilen von Tamins und an der goldenen Sonne am Calanda fehlt er vollständig, dagegen ist er bei Vättis neuerdings von Herrn Tolwinski aufgefunden worden.

Sehr mannigfaltige Ausbildung zeigt auch der Dogger. Ganz ähnliche Facies, besonders Mächtigkeitsdifferenzen, wie zwischen Engelberg und Meiringen<sup>1)</sup> scheint der braune Jura auch innerhalb der Glarner Überfaltungen aufzuweisen, wie aus der zitierten Arbeit von J. Oberholzer zu ersehen ist und wie uns die raschen Besuche der verschiedenen Profile zeigten. Der Dogger kommt daher für die Bestimmung der Facieszugehörigkeit der Bonaduzerregion in erster Linie in Frage.

Vom Malm ist innerhalb marmorisierter Zonen ohnehin sehr wenig Ausschlaggebendes zu erwarten. Der Schiltkalk ist überdies in der Ostschweiz allen helvetischen Decken eigen und die Oxford-schiefer fehlen durchweg. Eine wesentliche Differenz zwischen der Facies des untern Malm in den Decken und im Autochthonen scheint, soviel bis jetzt bekannt geworden ist, in den Glarner- und St. Galler-Alpen nicht zu bestehen.

#### *b) Das Verhältnis der Region von Bonaduz zur autochthonen Zone des Calanda.*

Der nördlichste Punkt unseres Gebietes, wo vortriadische Gesteine (— es ist der sogen. Verrucano von Tamins —) auftreten, liegt westlich unterhalb der durch ihr altes Goldbergwerk bekannten „Goldenen Sonne“ am Calanda nördlich von Ems. Der Rötidolomit steigt mit Südostfallen ein Stück weit den Abhang hinunter. Bei Tschingels biegt er wieder auf und ist von dort an abgewittert. Dieser Verrucano der Goldenen Sonne gehört wohl einem kleinen Gewölbe an, dessen Gewölbeschenkel im Rötidolomit bei Tschingels, in Jura und Kreide aber bei Felsberg vollständig erhalten ist. Bei Pradamal, östlich von Tamins, tritt wiederum Rötidolomit auf, der die Fortsetzung desjenigen der Goldenen Sonne und von Tschingels darstellt. Oberhalb von Pradamal, im Bleiswald bei ca. 850 m erscheint nochmals Dolomit, der nordwärts in den Berg hineinfällt und von Dogger (?) und Malm bedeckt wird. (Vgl. die Karte von Piperoff.)

<sup>1)</sup> P. Arbuz. Zur Geologie des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen. *Eclogae geol. Helv.* IX, pag. 464, 1907.

Wahrscheinlich gehört auch dieser Dolomit mit dem von Pradamal zusammen zum Hangenden des Verrucano der Goldenen Sonne. Westlich dieser Lokalität gelangt man zu dem ebenen Boden von Girsch, und am Abhang westlich des Girsch und im Lavoytobel stösst man auf ein nordwärts geneigtes und geschlossenes Gewölbe von Trias und Dogger und zum Teil Malm, das im nördlichen Teil schiefriegen grünlichen Verrucano, im südlichen vorwiegend verrucanoartigen Quarzporphyr enthält. Möglicherweise ist dieses Gewölbe mit demjenigen der Goldenen Sonne nicht identisch, da die Trias von Pradamal und des Bleiswald, die zum Südschenkel des Goldenen Sonne-Gewölbes darstellt, vielleicht mit dem Nord- und nicht mit dem Südschenkel des Taminser-Gewölbes in Verbindung gebracht werden muss. Sei dem, wie ihm wolle, so ist doch das Taminser-Gewölbe geschlossen. Es gehört zum Aarmassiv und hat mit der Wurzel der Glarnerdecke nichts zu tun.

Über diesem Gewölbekern türmen sich die mächtigen Kalkmassen des Calanda und des Ringelspitzes auf. Am Calanda oben und im Tale von Vättis kann man zwei grosse liegende Falten oder Schuppen über der normalen, völlig autochthonen Serie von Vättis unterscheiden. Die eine von diesen Falten greift westlich über das Tal von Vättis hinüber und ist im Gelbberg noch erhalten<sup>1)</sup>. Die Karte des Calanda von Piper off zeigt nur eine dieser liegenden Falten an, lässt überhaupt noch manches zu wünschen übrig. Die Synklinale unter der oberen, eigentlichen Calandaschuppe passiert den Grat nordöstlich des Haldensteiner Calandas beim Sattel und Stelli und zieht sich von dort aus mit Eocän als Muldenkern weit gegen Untervaz hinab. Über diese Schuppen hinweg, die sich wohl auch unter dem Ringelspitz und im Flimserstein (vgl. Rothpletz 1898, pag. 155) wiederfinden dürften, ist erst die grosse Glarner Deckenüberschiebung gegangen.

Als Ganzes betrachtet besteht somit der Calanda aus grossen liegenden Falten, die sich vom Mantel des Aarmassives abspalten.

Der Triaszug Tamins-Trins enthält nach Heim bei Trins eine Muldenumbiegung. Das Ganze stellt wohl eine tiefe triasische Mulde dar, zu der auch die Triasschiefer am linken Ufer des Vorderrhein oberhalb Reichenau gehören.

Rechts des Vorderrheines, etwa 2,5 km westlich von Reichenau, erscheint bei der Ruine Wackenau ein merkwürdiger bräunlicher

<sup>1)</sup> Diese Gegend wird demnächst von Herrn Tolwinski in einer Spezialarbeit behandelt werden.

Sedimentgneis, der vorläufig mit den Gesteinen von Tamins kurzweg als Verrucano bezeichnet wurde. Erst östlich von Bonaduz links und rechts des Hinterrheines taucht wieder sog. Verrucano auf. Er sieht demjenigen des unteren Lavoÿ-Tobels bei Tamins durchaus ähnlich und dürfte grösstenteils ebenfalls Quarzporphyr sein. In der Richtung N-S gemessen besitzt die Bonaduzer Verrucanomasse eine Länge von 1,2 km, bei einer ungefähren Breite (W-E) von ca. 200 m.

In diesen Komplex von vorwiegend Quarzporphyr von Verrucanohabitus hat Heim die Wurzel der Glarner Südfalte versetzt. Geometrisch ist diese Auffassung durchaus möglich. Sie wurde auch von Schmidt (1907) angenommen. Ein direkter Beweis für oder wider lässt sich aber ohne weiteres nicht erbringen.

Wir wenden uns daher zur Untersuchung der Sedimente und deren Facies, die vielleicht Anhaltspunkte geben können. Zu diesem Zwecke müssen die Profile vor allem des Dogger von Vättis, der Goldenen Sonne und von Bonaduz miteinander verglichen werden.

Was die Mächtigkeiten von Dogger und Trias bei Vättis und am Südhang des Calanda anbelangt, so trifft man nördlich Vättis im Kreuzbachtobel nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn Tolwinski und eigenem Augenschein folgendes Dogger-Profil:

1. Schiltkalk.
2. Eisenoolith, 1,5—2 m.
3. Echinodermenbreccie, 5 m.
4. Eisensandstein, 9—10 m.
5. Opalinus-Schiefer, 25 m.

Darunter folgt Lias oder Trias.

An der goldenen Sonne, am Südhang des Calanda ob Felsberg, fanden wir

1. Schiltkalk, 0,6—1 m typisch.
2. Eisenoolith, 1,5 m.
3. Echinodermenbreccie und zugehörige Kalke, 4 m.
4. Eisensandstein und Schiefer unvollkommen aufgeschlossen, mindestens 35 m, wohl über 40 m mächtig.

Die Trias östlich von Tamins im Bleiswald bei 830 m enthält oben helle sericitische Sandsteine mit Einlagerungen von Dolomitbreccien in sandiger Grundmasse. Tonschiefer oder Sericitschiefer vom Typus des Quartenschiefers fehlen hier.

Im Lavoÿtobel westlich von Tamins liegen zwischen Verrucano (wahrscheinlich geschiefertem Porphyr) und Triasdolomit weissliche bis schwarzgraue Sericitschiefer mit Einlagerungen von dünnen Dolomitbänken, Schichten, die sonst gewöhnlich über dem Dolomit zu liegen pflegen.

Diese autochthonen Profile sind ausgezeichnet durch

1. wechselnde Ausbildung der Trias;
2. grosse Mächtigkeit des untern Dogger (Opalinusschiefer und Eisensandstein), der 70—80 % der ganzen Doggermächtigkeit ausmacht;
3. geringe Mächtigkeit der Echinodermenbreccie (4—5 m) und einem Verhältnis von Eisenoolith zur Echinodermenbreccie wie 1 : 3;
4. Fehlen des Lias in den südlichen Profilen.

Vergleicht man die genannten Profile mit denjenigen der helvetischen Region von Bonaduz und Rhäzüns, so fällt die grosse Übereinstimmung in der Ausbildung des Dogger sofort auf. Die nachfolgende Zusammenstellung mag zur Veranschaulichung dienen.

	Vättis	Gold. Sonne	Isla	Malmsporn	Schloss Rhäzüns
Eisenoolith	1,5-2 m	1,5 m	0,8 m	0,8 m	0,5 (-0,6) m
Echinodermenbreccie	5	4	1,5-2	1,8-2	1,7
Unterer Dogger	35	über 35	—	über 50	50-70 m
Verhältnis der Mächtigkeiten des Eisenooliths zur Echinodermenbreccie	ca. 1 : 3	1 : 2,7	1 : 2,2	1 : 2,4	1 : 3,4

Die absoluten Mächtigkeiten einzelner Stufen geben in so stark gepressten und metamorphen Zonen wie bei Bonaduz selbstverständlich keine sicheren Vergleichspunkte ab. So beträgt die Mächtigkeit des Eisenooliths von Bonaduz etc. nur die Hälfte oder  $\frac{1}{3}$  derjenigen am Calanda, die der Echinodermenbreccie zwischen  $\frac{1}{3}$  und  $\frac{1}{2}$ . Mit Ausnahme des stark gestörten Profils bei Rhäzüns erscheint somit die Reduktion in der Echinodermenbreccie etwas intensiver zu sein als im Eisenoolith. Diese Erscheinung ist nicht vereinzelt. Sowohl in Obwalden, als auch im Kanton Glarus (nach gütiger Mitteilung von Herrn Oberholzer) ist der Eisenoolith gegenüber Pressung resistenzfähiger als die kalkige Echinodermenbreccie. Letztere wird ähnlich wie bei Bonaduz rasch bis zur Unkenntlichkeit marmorisiert und verliert offenbar dabei durch chemischen Wegtransport von Kalk und Streckung an Mächtigkeit.

Vergleicht man das Verhältnis der Mächtigkeiten von Eisenoolith zur Echinodermenbreccie, so gelangt man zu Quotienten, die in den 5 Profilen zwischen 1 : 2,2 und 1 : 3,4 variieren, wobei auf die letzte Zahl wenig zu geben ist, da das Profil sehr stark gestört ist.

Aus dieser Zusammenstellung, sowie auch aus den oben gegebenen genaueren Daten geht deutlich hervor, dass die einzelnen Profile der Region von Bonaduz unter sich in keinem wesentlichen Punkte von einander unterscheiden. Die Ausbildung des mittleren und oberen Dogger (Echinodermenbreccie und Eisenoolith) ist überall die gleiche. Sie unterscheidet sich von derjenigen der autochthonen Zone von Vättis und Tamins nur durch geringere Mächtigkeiten. Einzig der untere Dogger besitzt bei Rhäzüns sehr wahrscheinlich primär eine bedeutendere Mächtigkeit als weiter im Norden. Genauere Angaben können aber bei der starken Verfaltung dieser Gesteine unmöglich gegeben werden. Petrographisch besteht dagegen auch im unteren Dogger keine Differenz. Wenn in diesem Niveau Echinodermen-gesteine (z. B. am Malmsporn) auftreten, so sind es meist nur Eisen-sandsteine mit mehr oder weniger zahlreich eingesprengten Echino-dermen. Solche Gesteine finden sich in der autochthonen Zone, soviel man bis jetzt weiss, in dieser Gegend nicht, sie fehlen aber auch bei Nundraus.

Der Lias fehlt bei Tamins, an der Goldenen Sonne und in den Spornen am Hinterrhein vollständig.

Die im allgemeinen wenig charakteristische Trias enthält im Autochthonen bei Tamins und auch weiter südlich nahe an ihrer oberen Grenze neben gewöhnlichen Sandsteinen auffallende Breccien von Dolomit in einem sandigen Bindemittel.

Somit zeigt die helvetische Schichtreihe der Hügelzone von Bonaduz und Rhäzüns keine wesentlichen Differenzen gegenüber der unmittelbar nördlich davon liegenden autochthonen.

Der kleine scheinbar facielle Sprung, der sich in der verschiedenen Mächtigkeit der Echinodermenbreccie des mittleren Doggers geltend macht, dürfte zum grössten Teil auf stärkere tektonische Reduktion in der Südzone zurückzuführen sein.

Der untere Dogger ist südlich Bonaduz durch eisenschüssige Echinodermengesteine im Niveau des Eisensandsteins ausgezeichnet. In dem Profil von Isla bei Bonaduz ist nur der oberste Teil des unteren Doggers zu sehen. Über das Vorhandensein oder Fehlen von Echinodermengesteinen in diesem Horizont lässt sich somit nichts sagen.

Ganz überraschend ähnlich wie bei Rhäzüns und Bonaduz ist der Dogger der eingeklemmten Mulden von Truns und Disentis entwickelt <sup>1)</sup>. An beiden Orten ist kein Lias vorhanden. Was L. Wehrli

---

<sup>1)</sup> Vgl. Leo Wehrli. Das Dioritgebiet von Schlans bei Disentis im Bündner Oberland. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, neue Folge VI, p. 37 ff. 1896.

als Lias bezeichnet, ist ein eisensandsteinführender Schiefer und gehört zum unteren Dogger. Die Echinodermenbreccie ist auch hier häufig zur Unkenntlichkeit marmorisiert, und aus dem Eisenoolith ist ein dunkelgrüner Chloritschiefer geworden. Da diese Profile demnächst von Fr. Weber eingehend geschildert werden, können wir uns mit dieser Bemerkung begnügen.

Auch tektonische Analogien fehlen nicht. Sowohl bei Disentis und bei Truns ganz ähnlich wie bei Bonaduz-Rhätünz fallen diese Schichten nordwärts resp. nordwestwärts ein. Was diese Mulden in der Gesamttektonik darstellen, das ist aus den bisherigen Schilderungen nicht ersichtlich. Jedenfalls darf man jetzt schon vermuten, dass zwischen Punteglias und der Trunsermulde die Wurzel des überfalteten „Verrucano“ der Brigelserhörner stecke und dass die rauchwackereiche Trias von Schlans schon zu einer der grossen helvetischen Decken gehört. Eine derartige Steilstellung, ja Überkipfung von Wurzelmulden nach Süden ist in den Alpen keine seltene Erscheinung.

#### *c) Facieller Vergleich mit der Glarnerdecke.*

Unter Führung von Herrn J. Oberholzer aus Glarus lernte der eine von uns in der Sturminger Runse und am Wege nach dem Schilt östlich von Glarus das Doggerprofil der Glarnerdecke kennen. Man trifft dort, von oben nach unten, folgende Schichten:

1. Eisenoolith, 1,1—1,2 m.
2. Echinodermenbreccie, 8 m.
3. Unterer Dogger; zusammen, 35—40 m.
  - a) Schieferiger, knorriger Eisensandstein und Tonschiefer, 12 m.
  - b) Plattig-bankiger Eisensandstein, 12 m.
  - c) Tonschiefer, 15 m.
4. Rötidolomit, z. T. mit Einlagerungen von bunten Schiefen.

Gegenüber Bonaduz bestehen einige Unterschiede. Der mittlere Dogger ist mächtiger und verhält sich zum Eisenoolith hier wie 7 : 1. Der untere Dogger ist deutlich gegliedert und durch einen gut geschichteten Komplex von Eisensandstein ausgezeichnet, wie man ihn ziemlich ähnlich bei Rhätünz und Nundraus auch findet. Echinodermenbreccien des unteren Dogger fehlen, ebenso die Sandsteine und Breccien des Trias.

Im Grossen und Ganzen ist somit weder gegenüber der autochthonen Facies noch gegenüber derjenigen von Bonaduz ein nennenswerter Unterschied. Einzig die am Malmsporn bei Rhätünz im untern Dogger auftretenden Echinodermenbreccien sind uns weder aus dem Autochthonen noch aus der Glarnerdecke bekannt geworden.

Wir können daher die Frage, ob bei Bonaduz die Glarnerdecke wurzle, nicht definitiv entscheiden. Wir neigen aber zur Ansicht, dass die Glarnerdecke dort nicht vertreten sei. Die auffällige Ähnlichkeit des Taminser Quarzporphyrs, der sicher autochthon ist, mit demjenigen von Plazes, der die Glarner Wurzel sein müsste, spricht für eine Zugehörigkeit der Region von Bonaduz zum Autochthonen.

*d) Facieller Vergleich mit der Mürtshendecke.*

Zum weiteren Vergleich mag hier noch ein Profil aus der nördlicheren Partie der Mürtshendecke herangezogen werden. Am Südost- und Südabhang des Mürtshenstockes zeigt die Trias und der Dogger von oben nach unten die nachfolgende Zusammensetzung:

1. Eisenoolith 30—40 cm.
2. Echinodermenbreccie, mittlerer Dogger, 2—2,5 m:
  - a) Korallen führende Schicht, 20 cm.
  - b) Schieferiger, schwachspätiger dunkler Kalk, 1,5 m.
  - c) Eigentliche Echinodermenbreccie, zu unterst häufig sandig, 50 cm.
3. Unterer Dogger:
  - a) Schiefer mit wenig mächtigen Einlagerungen von Eisen-sandstein, besonders in der oberen Partie, 4 m.
  - b) Eisenschüssige Echinodermenbreccie, durch die braune Farbe und den grossen Reichtum an Fossiltrümmern von 2. gut unterscheidbar, 8 m.
  - c) Tonschiefer, vom Habitus der Opalinusschiefer, 6—7 cm.
4. Trias:
  - a) Faseriger, gelblichgrauer Kalk, unten mit feinen Sand-lagen, ähnlich dem Rhät des Jochpasses, doch ohne Fossilien, 60 cm.
  - b) Hellgrauer Quarzsandstein, 3 m.
  - c) Graue, gelbe oder rote Tonschiefer, mit dünnen Sand-steineinlagerungen, 5 m.
  - d) Hellgrauer grober Quarzsandstein, unten mit Dolomitknollen, 7 m.
  - e) Gelbe (dolomitführende), rote, violette und bräunliche Tonschiefer mit Einlagerungen von Dolomitbänken (bis 1 m); Mächtigkeit wechselnd, ca. 10—15 m.
  - f) Dolomit, 15 m.
  - g) Rauchwacke, ca. 30 m.
  - h) Bankiger, mit Mergeln wechsellagernder Dolomit, 10 bis 15 m.

Dieses Profil aus der Mürtschendecke enthält eine Reihe von Unterschieden gegenüber den oben geschilderten Schichtreihen. Die Echinodermenbreccie zeigt (ob nur lokal?) eine sehr schwächliche Entwicklung, lässt aber bei der geringen Metamorphose ein paar Unterabteilungen erkennen, wie sie Tobler <sup>1)</sup> im autochthonen Dogger der Zentralschweiz nachgewiesen hat. Im unteren Dogger ist der Eisensandstein verschwunden. An seine Stelle ist eine eisenschüssige, fossilreiche Echinodermenbreccie getreten, ähnlich wie sie in verschiedenen Deckengebieten der Zentralschweiz (Urirotstock, Jochpass, Frutt) auftritt. In anderen Gegenden, auch in den höheren Decken, fehlt aber der Eisensandstein selten gänzlich. Auch in dieser Decke fehlt der Lias völlig <sup>2)</sup>. Der Quartenschiefer-Horizont zeichnet sich an dieser Lokalität durch auffallende graue Quarzitsandsteine aus, und — ein sehr wichtiges Merkmal — unter dem Rötidolomit liegt eine in dieser Decke allgemein verbreitete mächtige Rauchwacke. Offenbar entfernt sich diese Facies von derjenigen am Hinterrhein viel mehr als die der Glarnerdecke.

#### e) Resultate.

Ein Bild über allfällige Veränderungen der Facies in ein und derselben Decke können wir uns allerdings noch nicht machen. Die Untersuchungen von Herrn J. Oberholzer werden uns darüber erst belehren können. Es mag überhaupt gewagt erscheinen, auf Grund nur so weniger Profile die Frage nach der tektonischen Stellung der Bonaduzerregion zu entscheiden. Doch ist jedenfalls die minime Faciesdifferenz im Dogger der Glarnerdecke, der Bonaduzer Hügel und des eigentlichen Autochthonen feststehend, und an die Verbindung der Bonaduzer Hügel mit der Mürtschendecke oder einer noch höheren kann gar nicht gedacht werden. Alle höheren Decken besitzen viel grössere Mächtigkeiten im Dogger <sup>3)</sup> und führen einen meist mächtigen Lias (Säntisdecke bei Bärschis östlich Walenstadt, Axendecke bei Braunwald im Linthtal). Wenn also eine der genannten

<sup>1)</sup> A. Tobler. Über die Gliederung der mesozoischen Sedimente am Nordrand des Aarmassivs. Verh. d. Natf. Ges. Basel, 1897, p. 25.

<sup>2)</sup> Oberholzer (loc. cit. p. 537) zitiert eine Stelle, wo Lias in der Mürtschendecke vorkommen soll; er hält aber die Zugehörigkeit der betreffenden Schichten zur Axendecke für nicht ausgeschlossen.

<sup>3)</sup> Am Fläscherberg und bei Sargans besitzt der mittlere Dogger eine sehr geringe Mächtigkeit. Trotzdem gehören diese Stellen zur Säntisdecke. Gegenüber den tieferen Decken zeichnet sich diese Facies aber durch Fehlen des echten Eisenooliths und Auftreten von Bathonienschiefern aus. Vgl. Lorenz. Monographie des Fläscherberges. Beitr. z. geol. K. d. Schweiz, neue Folge X, p. 6, 1900.



Decken wirklich bei Bonaduz wurzelt, so könnte es nach der Facies einzig die Glarnerdecke sein.

Bedenkt man noch, dass es nicht ausgeschlossen ist, dass sich Mürtschen- und Glarnerdecke in der Wurzelregion vereinigen, somit im Hangenden der gemeinsamen Verrucanowurzel Mürtschenfacies auftreten müsste, so verliert die Annahme einer helvetischen Wurzel in den Hügeln von Bonaduz noch mehr an Wahrscheinlichkeit, da dort keine typischen Merkmale der Mürtschenfacies vorhanden sind.

Ganz sicher lässt sich diese Frage wohl erst dann entscheiden, wenn die petrographische und tektonische Zusammensetzung der grossen Verrucanomasse von Obersaxen-Brigels und Ilanz genauer bekannt sein wird. Dann wird es sich erst sicher sagen lassen, was alles zum Glarner Verrucano gehört.

### 3. Die Überschiebung der Bündnerschiefer über die helvetische Zone von Rhäzüns.

Schon im Jahre 1891 hat C. Schmidt <sup>1)</sup> die Gesteine von Bonaduz als typisch zur helvetischen Facies gehörend aufgefasst. Nach einer eingehenden petrographischen Schilderung der einzelnen Schichten, auf die wir auch hier nochmals ausdrücklich verweisen möchten, fasst Schmidt seine Auffassung pag. 47 folgendermassen zusammen: „Die sämtlichen untersuchten Juragesteine <sup>2)</sup> aus der Gegend von Bonaduz erwiesen sich als durchaus identisch mit den gleichalterigen Bildungen solcher Stellen auf der Nordseite des Aarmassivs, wo die Gesteine durch energische Faltungen ebenfalls stark modifiziert worden sind (z. B. Bützistöckli bei Linthtal, Gebiet der Windgälle, Fernigen etc.). Im ganzen Gebiete der Bündnerschiefer fand ich mit Ausnahme von Echinodermenbreccien nirgends Gesteine, welche sich mit den beschriebenen Gesteinen von Bonaduz vergleichen liessen. Für die Annahme, dass hier die „Bündnerschiefer aus dem untern Jura hervorgehen“ <sup>3)</sup>, kann ich gemäss dem mir vorliegenden Material, von petrographischem Standpunkte aus keine Anhaltspunkte finden.“ Schmidt betrachtet also die Bündnerschiefer von Bonaduz als unabhängig von den helvetischen Gesteinen.

<sup>1)</sup> C. Schmidt. Beiträge zur Kenntnis der im Gebiete von Blatt XIV der geol. Karte der Schweiz in 1:100,000 auftretenden Gesteine. Anhang zur XXV. Lief. d. Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, 1891, p. 67.

<sup>2)</sup> Der Schiefer des Argovien über dem Schiltkalk wurde als Oxford bezeichnet. Der untere Dogger (Eisensandsteine und Tonschiefer) wird zum mittleren Dogger gerechnet und als wechsellagernd mit Echinodermenbreccie mit dieser behandelt. Diese Auffassung ist nach unseren Beobachtungen nicht zutreffend. Es handelt sich wirklich um untern Dogger.

<sup>3)</sup> Vgl. Alb. Heim. Geologisches Gutachten zum Projekt K. Moser der Splügenbahn 1890, p. 23; ferner Beiträge, Lief. XXV, p. 294 f., 1891.

1894 gibt Rothpletz <sup>1)</sup> eine Schilderung der Gegend von Reichenau und kritisiert die Ansichten von Heim. Aus seinen Darstellungen geht hervor, dass er von Reichenau bis Rhäzüns in die Tiefe gesunkenes helvetisches Terrain annimmt. Von einem regelmässigen Gewölbe kann aber nicht die Rede sein. Den IIs Aults-Bergsturz sieht er als grösstenteils anstehend an. 1895 kommt Rothpletz wieder auf diese Gegend zu sprechen. Er erkennt die tektonische Unabhängigkeit von Bündnerschiefer und helvetischem Terrain und gelangt zur Annahme einer Bündnerschieferüberschiebung. Er leitet diesen wichtigen Schluss merkwürdigerweise dort ab, wo wir nur Bergsturzmassen sahen, die an Bündnerschiefer angelehnt sind, und da er den Bergsturz mit seinem helvetischen Dogger im Val Sourda und bei der Versamerbrücke als anstehend ansieht, kommt er zu dem in unseren Augen höchst eigenartigen Schluss, dass der Bündnerschiefer auf Bergsturz überschoben sei. Wie schon oben angedeutet wurde, halten wir es für nicht ausgeschlossen, dass diese helvetischen Gesteine teilweise in der Tiefe austehend sind oder waren und vom Flimserbergsturz aufgeschürft worden sind. Jedenfalls ist diese Ansicht von Rothpletz sehr bedeutsam und vervollständigte die von C. Schmidt zuerst vertretene Ansicht der Unabhängigkeit von Bündnerschiefer und helvetischem Terrain wesentlich.

Rothpletz vervollständigte seine Beobachtungen weiterhin und gibt uns 1898 <sup>2)</sup> viele neue Ableitungen über das Bündnerschieferland neben der Zusammenfassung seiner schon früher geäusserten Ansichten. S. 163 sagt Rothpletz, die Bündnerschiefer liegen bei Nundraus auf Rötidolomit, übersieht aber den Dogger und schliesst trotz der widersinnigen Stellung der Trias bei Nundraus auf einen stratigraphischen Zusammenhang zwischen Bündnerschiefer und Trias. Den Sernifitstreifen rechts des Rheines nimmt er ebenfalls zur Basis der Bündnerschiefer, während er in unseren Augen wahrscheinlich zum Bergsturz gehört, jedenfalls ganz unsicher ist. Der für uns beste Beweis für die Existenz einer Bündnerschieferüberschiebung, der in dem Auftreten von helvetischen Gesteinen bei Nundraus liegt, ist ihm also völlig entgangen. Man darf, wie es scheint, die Stelle von Nundraus nicht ohne weiteres mit dem Piz Mundaun vergleichen.

1900 schildert Rothpletz <sup>3)</sup> noch die Felsen von Pardisla und Rodels und sieht in ihnen, wie in denjenigen von Nundraus die normale

<sup>1)</sup> A. Rothpletz. Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen nebst Anhang über die sog. Glarner Doppelfalte. Stuttgart 1894, p. 233 ff.

<sup>2)</sup> A. Rothpletz. Das geotektonische Problem der Glarner Alpen. Jena 1898; p. 162 ff., ferner p. 42 und 227.

<sup>3)</sup> A. Rothpletz. Geologische Alpenforschungen, I. Das Grenzgebiet zwischen den Ost- und West-Alpen und die rhätische Überschiebung. München 1900, p. 30 ff.

Unterlage der Bündnerschiefer. Wie wir oben dargetan haben, ist die Zugehörigkeit des Spornes von Pardisla zur helvetischen Zone wahrscheinlich. Sichere Beweise fehlen aber. Wie ein kurzer Passus in seinem Werke von 1905 <sup>1)</sup> zeigt, glaubt Rothpletz, die Bündnerschiefermassen gehören zu seiner Glarner Schubmasse, was er schon früher vermutet und besonders in der Karte und den Profilen von 1898 zum Ausdruck gebracht hatte, und seien ähnlich wie seine rhätische Schubmasse von Osten nach Westen überschoben worden. Wir erachten einen Ost-Westschub im Grossen als sozusagen unmöglich und den Zusammenhang von Glarnerdecken (auch höheren) mit den Bündnerschiefern als unbewiesen.

C. Schmidt <sup>2)</sup> baute 1907 die Theorie der Bündnerschieferüberschiebung weiter aus. Er kommt zur Annahme einer Narbe tektonischer Natur sowohl im Wallis als auch im Vorderrheintal. Die Wurzeln der helvetischen Decken sollen ganz oder teilweise von den Bündnerschiefern überdeckt worden sein. Für das Wallis hat diese Ansicht Widerspruch gefunden. Für das Vorderrheintal existiert nach unseren Befunden diese Narbe im Sinne von Schmidt für die helvetischen Decken. Ja, wir gehen insofern etwas weiter, als wir die Schichten von Bonaduz eher noch dem südlichsten Gürtel des Autochthonen als zur Wurzel der Glarnerdecke zurechnen, wie Schmidt glaubt. Wir ziehen aber heute eine vorsichtiger Formuierung dieser Ansicht der allzu bestimmten vor, die der eine von uns über die Lage der Wurzel der Glarnerdecke im engeren Sinne im vergangenen Jahre gegeben hat <sup>3)</sup>. Die Auffassung, die Schmidt in Text und Profilen vertritt, scheint uns einstweilen noch nicht genügend begründet zu sein. Von der Klippen- und Brecciendecke und deren Wurzeln wollen wir ganz absehen und nehmen an, Schmidt werde seine Theorie zunächst noch einlässlicher auseinandersetzen. Wir wollen nur konstatieren, dass in den Bündnerschiefern um Rhäzüns und Rotenbrunn sicher keine Klippen- und Brecciendecke zu erblicken ist, wie man nach einem Profil in der zitierten Arbeit von Schmidt erwarten sollte.

Aus den obigen detaillierten Schilderungen geht hervor, dass die Bündnerschiefer tatsächlich tektonisch und stratigraphisch von

<sup>1)</sup> A. Rothpletz. Geologische Alpenforschungen, II. Ausdehnung und Herkunft der rhätischen Schubmasse. München 1905, p. 233; vgl. auch loc. cit. 1898, p. 218.

<sup>2)</sup> C. Schmidt. Ueber die Geologie des Simplongebietes und die Tektonik der Schweizeralpen. *Ecolgae geol. helv.* IX, p. 484, 1907. Speziell p. 533 und 573.

<sup>3)</sup> P. Arbenz. Die Wurzelregion der helvetischen Decken im Hinterrheintal bei Bonaduz und Rhäzüns. *Ecolgae geol. Helv.* X., p. 729, 1909. *Verh. d. schweiz. naturf. Ges.* 1909, p.

der helvetischen Basis unabhängig sind. Das südlichste Auftreten sicherer helvetischer Schichten liegt bei Nundraus zwischen Rhäzüns und Rotenbrunnen. Die Entdeckung von helvetischem Dogger im Zusammenhang mit der schon früher bekannten Trias lässt keine Zweifel an der Zugehörigkeit dieser Felsen zur helvetischen Zone aufkommen. Die Bündnerschiefer überlagern dort die helvetische Zone ohne Zweifel anormal. Der Überschiebungskontakt ist aber sowohl hier als auch anderwärts in dem untersuchten Gebiete nicht aufgeschlossen. Die Überschiebungsfläche ist jedenfalls nicht eben. Von Norden gegen Süden senkt sie sich zunächst in der Gegend von Rhäzüns bis unter den Talboden, erhebt sich aber bei Nundraus wieder und senkt sich von neuem in der Talenge von Rotenbrunnen bis unter den Rhein. Die Felsen von Nundraus erscheinen demnach als ein helvetisches Fenster in der überschobenen Bündnerschiefermasse.

Da für den Felsen von Pardisla eine Zugehörigkeit zur helvetischen Zone von Nundraus wahrscheinlich erscheint, so müsste das Domleschg als ein noch südlicheres helvetisches Fenster zu deuten sein. Die entscheidenden Beweise für diese Ansicht fehlen aber, wie schon oben pag. 43 ausgeführt wurde.

Die Bündnerschiefer sind somit bei Rhäzüns auf eine Zone überschoben, die nach der Facies zwischen die autochthone Zone und die Wurzel der Mürtshendecke gehört, der ersteren näher steht und vielleicht die Wurzel der Glarnerdecke nicht enthält. Jedenfalls zeigen die Felsen von Nundraus keine Merkmale der Mürtshendecke. Keine einzige Wurzel von helvetischen Decken kann hier mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Wenn auch die direkte Auflagerung der Bündnerschiefer auf die Felsen von Bonaduz und Rhäzüns nicht sichtbar ist, so ist doch nicht anzunehmen, am wenigsten bei Nundraus, dass die gesuchten Wurzeln zwischen den geschilderten Felsen der Basis und den Bündnerschiefern verdeckt vorhanden seien. Die Bündnerschiefer sind hier tatsächlich auf eine relativ nördliche Zone, die nahe ans autochthone Aarmassiv grenzt, z. T. wohl noch zu ihm gehört, überschoben worden und die Wurzeln der meisten helvetischen Decken fehlen.

Heute reichen die Bündnerschiefer bis zu einer Linie Versam-Chur. Die nachweisbare Überschiebung beträgt somit bis Nundraus 2,5—3 km, bis Pardisla, das eventuell in Frage kommt, 6 km.

Wie weit die Bündnerschiefer aber nach Norden gereicht haben, darüber kann man sich einstweilen keine sichere Vorstellung machen. Man wird sowohl im Wallis, als auch in Bünden zur Annahme be-

deutender Überschiebungen geführt. Wollte man aus dem Vordringen der Schiefer nordwärts bis Landquart den Stirnrand der ganzen Masse extrapolieren, so käme man über den Scheitel des Aarmassivs und die Kulminationszone der helvetischen Decken hinaus. Berücksichtigt man aber die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit, einer stauenden Wirkung des Aarmassivs, analog den Ausführungen von Argand<sup>1)</sup> über die Wirkung von Montblanc- und Aarmassiv im Wallis, so wird man den Stirnrand in Glarus und Graubünden etwas weiter südwärts zurückversetzen.

Auch im Wallis sind ja die Schistes lustrés auf helvetisches Terrain überschoben und greifen nördlich von Sitten und Siders bedeutend auf die rechte Seite des Rhonetals hinüber. Sie zeigen ob Siders ganz gleichen Habitus wie bei Rhäzüns. Die Schistes lustrés sind dort aber sicher die Umhüllung der penninischen Decken. Diese Auflagerung der Bündnerschiefer auf das helvetische Terrain kann daher kurzweg als penninische Überschiebung bezeichnet werden. Das gleiche lässt sich ohne weiteres auch für Bünden sagen. Die Bündnerschiefer stellen die normalen Sedimenthüllen der Suretta-Tambo-Adula-Decken dar, die ihrerseits von Argand mit den einzelnen penninischen Gneisdecken parallelisiert wurden. Die Überschiebung von Rhäzüns ist somit, wie dies Schmidt bereits auch schon ähnlich ausgesprochen hat, nichts anderes als die penninische Überschiebung.

In der vorläufigen Mitteilung<sup>2)</sup> sind einige Überlegungen betreffend das Gotthardmassiv enthalten. Sie basieren auf der im Blatt XIV der geolog. Karte 1 : 100,000 verzeichneten Zone echter Bündnerschiefer in der Mulde von Curaglia-Tenigerbad und der Überschiebung oder Anschubung von Sericitgneiss der Medelerschluht auf und an die helvetische Zone von Disentis-Truns. Im Herbst des vergangenen Jahres machte nun Fr. Weber kurz vor seiner Abreise nach Sumatra dem einen von uns einige Mitteilungen über seine Studien im Somvix und Medels, die alle bisherigen Darstellungen dieser Gegend und die daran geknüpften Folgerungen wesentlich modifizieren. Er bat P. Arbenz, von seinen Angaben Gebrauch zu machen, und wir benützen gerne die Gelegenheit, in seinem Namen hier folgende Bemerkungen einzuflechten.

1. Die Schieferzone Curaglia-Tenigerbad besteht aus Verrucanophyllit, der auch bei Schlans unter dem Rötidolomit auftritt. Das normale Liegende (Quarzporphyr, Conglomeratgneiss, Sericit-

<sup>1)</sup> E. Argand. L'exploration géologique des Alpes Pennines centrales Bull. Soc. Vaud. sc. nat. XLV, 1909.

<sup>2)</sup> P. Arbenz, Eclogae, loc. cit. 1909.

- gneiss) ist am Piz Muraun, das normale Hangende in der Trias von Curaglia-Somvix-Nadils zu erblicken.
2. Der Ottrelithschiefer von Curaglia repräsentiert den Quartenschiefer. Es liegt also eine regelrechte verkehrte Schichtreihe von Muraun nordwärts vor.
  3. Die als Carbon bezeichneten Gesteine der Carvera enthalten in ihrer Verlängerung im Somvix auf der Alp Nadils graue Echinodermenbreccien vom Typus des Lias (oder Dogger). Carbon ist nicht vorhanden. Dieser Lias ist das jüngste Glied der verkehrten Schichtreihe des Somvix und Medels. Gegen unten (Norden) grenzt es mit scharfem Überschiebungskontakt an Conglomeratgneiss der Zone der Medelserschlucht. An dieser Überschiebung sind die Liasgesteine meist enorm zerquetscht worden, so dass eine Verwechslung mit Carbon, besonders da die Echinodermen nicht häufig erkennbar sind, leicht begreiflich ist.

Wir enthalten uns jeglicher Schlussfolgerungen und fügen nur das eine hinzu: Die von P. Arbenz in seiner vorläufigen Mitteilung ange-deutete Überschiebung von Sericitgneiss der Medelserschlucht auf die helvetische Zone von Disentis soll natürlich nicht mit der penninischen verwechselt werden. Mit samt dem untertauchenden Gotthardmassiv gelangt sie allerdings unter die Bündnerschiefer. Da die Hügel von Bonaduz die grösste Ähnlichkeit mit der Trunsermulde haben und vielleicht deren Fortsetzung sind, so muss die Überschiebung von Bonaduz-Rhätüns unter anderm auch diese Disentiser Überschiebung in sich begreifen.

Über die Frage nach dem Alter der Bündnerschiefer des Domleschg und des Prättigau ist schon so viel vermutet worden, dass wir füglich darüber hinweggehen können. Nur sei uns gestattet, über die Entstehung der Rheintalnarbe im Sinne von Schmidt einiges hinzuzufügen.

Das Fehlen von nachweisbaren helvetischen Wurzeln, besonders von Antiklinalkernen der höheren Decken, ist das Hauptcharakteristikum der Bonaduzer Gegend. Die vorhandenen Reste von helvetischen Mulden fallen gegen NW ein, mit anderen Worten, sie sind gegen S oder SE übergekippt. Erst höher oben mögen sie sich aufgerichtet haben. Diese widersinnige Stellung der Muldenenden dürfte im Zusammenhang stehen mit der Fächerstellung des Aarmassivischen Untergrundes. Da ja die facielle Untersuchung ergeben hat, dass Bonaduz noch zum Aarmassiv oder höchstens noch zur Glarnerdecke gehöre, erscheint dieser Zusammenhang noch deutlicher. Die Hauptfrage, die sich aber aufdrängt, ist folgende: Wie kommt es, dass die Stiele der Decken nördlich und südlich des Vorderrheines bei

Rheichenau fehlen und dass die Bündnerschiefer auf einer unebenen Überschiebungsfläche auf die südwärts schauenden helvetischen Schichtköpfe bei Rhäzüns und Nundraus überschoben werden konnten?

Nur zwei Möglichkeiten der Erklärung sind vorhanden. Entweder sind die fehlenden Partien ausgequetscht oder weggeschoben worden, oder sie sind der Erosion anheim gefallen. Für keine der Erklärungsweisen kann eine entscheidende Tatsache ins Feld geführt werden. Gewiss kann man sich leicht vorstellen, wie die Bündnerschiefer sich an dem südwärts schauenden Knie der Deckenwurzeln und des Autochthonen gestaut hatten, wie schliesslich an dem helvetischen Wall eine Bresche entstand, die Bündnerschiefer hineingepresst wurden und das abgetrennte Material als Schuppen oder Schollen weiter nordwärts gestossen haben. Da konnten in der helvetischen Unterlage leicht Längspressungen infolge von convergenten Schubrichtungen der darüber wegleitenden Schiefer entstehen. Es mochte zu Verkeilungen und Klemmungen kommen, die sehr wohl die beobachteten Quersalten verursachen konnten.

Man könnte aber auch versucht sein, an eine Abtragung der Wurzeln durch Erosion und nachfolgende Überschiebung der Schiefer zu denken, ähnlich etwa wie am Alpenrand nach Arn. Heim, der Überschiebung von Flysch und Kreide eine Erosion in der unterliegenden Nagelfluh vorangegangen ist, und es läge nahe, diese Erosion auch für das Ostende des Autochthonen und des Calanda im Talstück zwischen Chur und Landquart anzunehmen. Dort schieben sich ja die Bündnerschiefer in die direkte Verlängerung nicht nur der helvetischen Deckenwurzeln, sondern auch der autochthonen Flyschzone.

Allerdings ist ja am Gonzen und am Calanda ein allgemeines, zum Teil sehr rasches Absinken der Gewölbeaxen gegen Osten zu konstatieren. Doch fehlen südlich des Fläscherberges, der zur Säntisdecke gehört, alle Spuren der untertauchenden Decken. Die Glarner Überschiebungen müssen über dem Gipfel des Calanda noch bei zirka 3000 m Höhe gelegen haben und dann von dort auf eine Distanz von höchstens 7 km ostwärts (im Streichen der Falten) auf 550 m hinabgestiegen sein. Woraus sie sich zusammensetzten, weiss man allerdings nicht. Es brauchen nicht alle höheren und tieferen Decken vertreten gewesen sein und auch der Verrucano mochte fehlen, ähnlich wie westlich von Linthtal. Überhaupt mochte die Mächtigkeit verhältnismässig gering gewesen sein. Doch kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, dass im Rheintal unterhalb Chur für das untertauchende Autochthone, die Calandafalten und die absinkenden helvetischen Decken verhältnismässig wenig

Raum übrig bleibt. Man ist daher, wie angedeutet wurde, versucht, besondere Verhältnisse anzunehmen, sei es eine der Bündnerschiefer-Überschiebung vorangegangene Erosion, oder sei eine intensive Querflexur oder allenfalls eine Verwerfung.

Soviel scheint sicher zu sein: Die Bündnerschiefer-Überschiebung, die wir bei Rhäziins-Bonaduz im wesentlichen als die penninische bestimmt haben, greift dort über die Wurzeln der helvetischen Decken z. T. jedenfalls discordant hinweg und lässt die Bündnerschiefer nahe ans Autochthone, oder wahrscheinlich sogar bis ans Autochthone (St. Georg, Plazes) hinantreten. In der Verlängerung des ostwärts untertauchenden Aarmassivs und der helvetischen Decken sind die Bündnerschiefer ohne Zweifel nordwärts über die Kulminationszone von Massiv und Decken hinausgeschoben worden.

Zürich, im Mai 1910.

---