

Ueber die Entwicklung und Verbreitung der Partnachsichten in Vorarlberg und im Fürstenthum Liechtenstein.

Von Dr. Theodor Georg Skuphos aus Paros.

Mit 1 lithographischen Tafel (Nr. V) und 9 Zinkotypien im Text.

EINLEITUNG.

Der Wunsch, die Partnachsichten auch ausserhalb der Nordtiroler und Bayerischen Alpen kennen zu lernen und zu untersuchen, führte mich während der Monate August und September und nochmals im Monate November vorigen Jahres nach Vorarlberg und Fürstenthum Liechtenstein. Die bei meinen Begehungen, bei denen das Hauptaugenmerk stets nur auf diesen Schichtencomplex gerichtet war, gewonnenen Resultate will ich im Folgenden darlegen.

Meinen verehrten Lehrern, den Herren Professoren Dr. von Zittel und Dr. A. Rothpletz, sowie meinen Freunden Herren Dr. Johannes Böhm und Dr. Wilhelm Salomon und Emil Böse spreche ich meinen herzlichsten Dank für ihre freundliche Unterstützung aus.

A. Historischer Theil.

Da ich schon im gleichen Theil meiner früheren Arbeit¹⁾ mehrfach das hier behandelte Gebiet berührt habe, so werde ich mich an dieser Stelle nur auf eine kurze Anführung der hauptsächlichsten, speciell Vorarlberg etc. berührenden Werke beschränken.

¹⁾ Th. Skuphos. Die stratigraphische Stellung der Partnach- und der sogenannten Unteren Cardita-Schichten in den Nordtiroler und Bayerischen Alpen. (Geogn. Jahreshfte, IV. Jahrgang 1892, pag. 87 ff.)

1843 veröffentlichte Schmidt¹⁾ die erste Arbeit über unser Gebiet, die von einer geologischen Karte und einer grossen Anzahl von Profilen begleitet ist. Dem Standpunkt der damaligen Alpengeologie entsprechend, wird, jeder Formationsbestimmung fern, nur das Vorkommen der verschiedenen Gesteinsarten registriert. Er sagt auf pag. 107: „Die Gebirge Vorarlbergs bestehen aus folgenden petrographisch verschiedenen Gebilden:

- A) Gneissglimmerschiefergebilde;
- B) Grauwackengesteine und Gebilde zum alten rothen Sandstein gehörig;
- C) Kalkgebilde, die zu verschiedenen Formationen gehören;
- D) Sandstein und Nagelfluhe, welche zur Formation der Molasse gehören.“

Die Gruppe C, die für uns gerade von Wichtigkeit ist, wird auf pag. 116 in acht petrographisch unterschiedene Hauptarten zerlegt.

Escher's Arbeit²⁾, die zehn Jahre später erschien, ist reich an wichtigen Einzelbeobachtungen und gibt unter Berücksichtigung der Fossilien ein Formationsschema von Vorarlberg, das er mit dem anderer Gebiete vergleicht. Unter Ziffer 16 sind die Partnachschiechten zu verstehen, nur ist ihre Stellung noch nicht richtig angegeben, da die Lettenkohle unter ihnen kommen soll.

Gümbel³⁾ fasste 1856 die gesammte Schichtenserie zwischen dem Verrucano und dem heutigen Hauptdolomit, den er damals als unterste Etage des Alpenias betrachtete, als unteren Alpenschiefer zusammen, ohne eine weitere Gliederung desselben zu versuchen.

Das Verdienst, die Untersuchungen Escher's wirklich fortgesetzt und systematisch in mehrjähriger Arbeit Vorarlberg und Nordtirol in ihrem geologischen Aufbau mit umfassendem Blick gegeben zu haben, gebührt von Richthofen⁴⁾, dessen Resultate drei Jahre nach Gümbel's Publication in der ersten Abtheilung seines Werkes niedergelegt wurden. Er stellte folgende Gliederung der Kalkalpen von Vorarlberg auf:

Untere	}	? Verrucano.
Trias.		1. ?
		2. —

¹⁾ A. R. Schmidt. Vorarlberg nach den von dem geognostisch-montanistischen Verein für Tirol und Vorarlberg veranlassten Begehungen beschrieben und in einer geogn. Karte dargestellt und mit Anhängen von Revisions-Bemerkungen von F. W. Friese. (Innsbruck 1843.)

²⁾ Escher von der Linth. Geolog. Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. (Neue Denkschriften d. Schweiz. Naturforsch. Gesellsch., Bd. XIII, 1853.)

³⁾ Gümbel. Beiträge zur geognostischen Kenntniss von Vorarlberg und dem nordwestlichen Tirol. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1856, pag. 1—39.)

⁴⁾ Ferd. v. Richthofen. Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol, mit zwei lithogr. Tafeln. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1859, pag. 72 ff.)

Obere Trias.	{	3. Virgloriakalk.
		4. Partnachschichten.
		5. Arlbergkalk.
		6. Raibler Schichten mit Rauchwacke und Gyps.
Lias.	{	7. Unterer Dachsteindolomit.
		8. Kössener Schichten.
		9. Oberer Dachsteinkalk.
		10. Adnether Kalk.
		11. Algäuschichten.

Die Ziffern 1 und 2 werden im östlichen Tirol und in Salzburg durch Werfener und Guttensteiner Kalke repräsentirt.

Im Jahre 1862 erschien die Fortsetzung der Arbeit von Richthofen's¹⁾, an deren Anfang er die Lagerung und den Gebirgsbau zwischen Bludenz und dem Arlberg bespricht und in einer grossen Anzahl von Textprofilen und einer Profiltafel erklärt.

Obwohl Theobald²⁾ gelegentlich auch unser Gebiet erwähnt, und auf seiner Karte (Blatt Feldkirch—Vaduz) einen grossen Theil von Vorarlberg, den er der Karte von Studer und Escher³⁾ entlehnte, wiedergibt, fügte er doch im Ganzen genommen sehr wenig Neues für unser Gebiet hinzu.

Von Neuem wurde dann unser Gebiet eingehend untersucht von Edm. v. Mojsisovics⁴⁾. Obwohl der Autor auf pag. 151 sagt: „Die vorliegenden Skizzen erheben daher durchaus nicht den Anspruch, v. Richthofen's Darstellung zu ersetzen, sie wollen nur als eine Ergänzung zu derselben betrachtet werden, so würde es uns zu weit führen, wollten wir auf alle die zahlreichen Abweichungen an dieser Stelle eingehen, welche sich bei einem Vergleiche mit v. Richthofen's Darstellung ergeben.“

Aus jüngster Zeit (1892) haben wir noch die Arbeit von Tarnutzer⁵⁾ zu erwähnen. Leider werden wir diese Arbeit nicht benützen können, da dieselbe wenig neue Beobachtungen in unserem Gebiet erwähnt und nur die schon von Escher, v. Richthofen und von Mojsisovics gegebenen Resultate wiederholt. Mit Bezug auf die Partnachschichten sagt Verfasser auf pag. 27: „Mit den Partnachschichten endigen nach unten die St. Cassianer Gebilde, zu welchen noch die Raibler Schichten und der Arlbergkalk gehören.“

¹⁾ Ferd. v. Richthofen. Die Kalkalpen von Vorarlberg und Nordtirol. Zweite Abtheilung. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. XII, 1861/62, pag. 87 ff.)

²⁾ Theobald. Geologische Beschreibung d. NO Gebirge von Graubünden, mit vielen Profilen und geol. Uebersichtskarte 1:100.000. 1863.

³⁾ B. Studer u. Escher von der Linth. Carte Geologique de la Suisse. 1:380.000.

⁴⁾ Edm. v. Mojsisovics. Beiträge zur topischen Geologie der Alpen. Nr. 3. Der Rhätikon (Vorarlberg) mit einer geol. Uebersichtskarte und einer Profiltafel. (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. 23, 1873, pag. 137 ff.)

⁵⁾ Tarnutzer. Der geologische Bau des Rhätikongebirges. (Jahresber. d. Naturforsch. Gesellsch. Graubündens. Jahrg. XXXV, Chur 1892, pag. 1—123.)

B. Geologischer Theil.

Das untersuchte Gebiet erstreckt sich vom Stanzerthal bei Flirsch im Osten über Bludenz und Feldkirch bis zum Rhein im Westen. Im Süden wird es von dem krystallinischen Gebirge begrenzt, welches sich entlang des Stanzer- und Klosterthals und südlich des Kristbergs und Silberthals hinzieht. Es umfasst jenseits der Ill das Gauerthal, die Scesaplana und das Fürstenthum Liechtenstein. Die nördliche Grenze wird ungefähr durch den $47^{\circ} 10'$ nördlicher Breite bezeichnet. Ich beziehe mich im Folgenden auf die Generalstabskarte der Oesterreichisch-Ungarischen Monarchie, Blätter Zone 17, Colonne I, II und III im Maasstab 1:75.000.

I. ABTHEILUNG.

Stratigraphie.

Folgende Formationsglieder nehmen an dem Aufbau des untersuchten Gebietes von unten nach oben Theil:

	$\left\{ \begin{array}{l} 1. \text{ Buntsandsteinformation} = \text{B. F. } ^1) \\ 2. \text{ Muschelkalk} = \text{M. K.} \\ 3. \text{ Partnachsichten} = \text{P. S.} \\ 4. \text{ Raibler Schichten} = \text{R. S.} \\ 5. \text{ Hauptdolomit} = \text{H. D.} \\ 6. \text{ Kössener Schichten} = \text{K. S.} \\ 7. \text{ Dachsteinkalk} = \text{D. K.} \end{array} \right.$	
Trias.		
Jura.		$\left\{ \begin{array}{l} 1. \text{ Rother Lias} = \text{R. L.} \\ 2. \text{ Algäuschichten} = \text{A. S.} \end{array} \right.$
Tertiär.		1. Flysch = F. L.
Quartär.		1. Diluvium = D. L.

Im Weiteren wird jedes Formationsglied petrographisch und palaeontologisch beschrieben werden.

Trias.

1. Buntsandsteinformation = B. F.

Da Verrucano²⁾ „bald die Bezeichnung für Gesteine eines bestimmten Alters, bald für Gesteine einer bestimmten Ausbildung“ geworden ist, so habe ich aus Gründen, die aus dem weiterhin Mit-

¹⁾ Die Buchstaben werden als Abkürzungen der Formationsglieder in den Profilen dienen.

²⁾ L. Milch. Beiträge zur Kenntniss des Verrucano. Erster Theil. Leipzig, 1892, pag. 1—97 und Tabelle.

getheilten sich ergeben werden, diesen Ausdruck als Formationsglied aufgegeben und durch den obigen für unser Gebiet ersetzt.

Nur kurz sollen hier die Schichten, die diesen Complex zusammensetzen, besprochen werden, da sie von den früheren Autoren eingehend beschrieben sind:

1. Rothe, fein- oder grobkörnige glimmerreiche Sandsteine und Conglomerate, die oft mit Glimmerschiefer ähnlichen Gesteinen wechsellagern.

2. Feste, feinkörnige, grünliche oder weisse, zuweilen auch röthliche Quarzite, in welchen Glimmerblätter verstreut sind.

3. Lockere bräunliche und graue grobkörnige Sandsteine, in die grosse Gerölle von Quarzit, Gneiss oder Glimmerschiefer eingebettet sind.

4. Dünnschichtige, feine rothe Mergel, die 15—30 Meter mächtig sind und zwischen fein- oder grobkörnigen rothen Sandsteinen und Quarziten eingelagert sind. Ab und zu findet man in dem harten, festen Sandstein oder Quarzit abgeplattete, Thongallen ähnliche Gebilde, die petrographisch völlig mit den oben beschriebenen Mergeln identisch sind, mitunter rothe, feinkörnige sandige Mergel, die eine Ausbildung besitzen, wie sie so häufig die Werfener Schichten aufweisen.

5. Lockere, rauhe Mergelkalke von hellgrauer Farbe, stellenweise vereinzelte Glimmerblätter führend, und fast nur aus Bruchstücken von Versteinerungen zusammengesetzt.

6. Rauchwacken von verschiedener Färbung.

Von besonderem Interesse und grosser Wichtigkeit sind die obersten Schichten (Nr. 4, 5 und 6) der Buntsandsteinformation. Zwischen Sandsteinen finden wir typische Werfener Schichten eingelagert an Marias Abhang nördlich von Dalaas und südöstlich und südlich von diesem Dorfe, sobald man am Kristberg hinaufsteigt. Ferner gehören hiez zu sowohl die sandigen und lockeren Mergelkalke, welche für die alpine Buntsandsteinformation charakteristisch sind, als auch die darauf folgende Rauchwacke bei Schnan und Flirsch. Die obersten Schichten Nr. 5 und 6 sind wohl die Schichten mit *Natica Stanensis Pichler's*.

Es ist hervorzuheben, dass auf den Karten und in den Beschreibungen fast überall ein weit grösseres Verbreitungsgebiet der Buntsandsteinformation angegeben wird, als in Wirklichkeit der Fall ist. Aus zerstreut umherliegenden Blöcken ist auf ihr Vorkommen an dem Orte geschlossen worden. So wird an Marias Abhang, am Triesnerberg bei Brand, am Latz etc. die Einzeichnung auf die Hälfte einzuschränken sein.

Anstehend beobachtete ich die Buntsandsteinformation bei Flirsch, Schnan, St. Christof, an Marias Abhang; ferner an den nördlichen Abhängen des Kristberges, und zwar südöstlich und südlich vom Dorfe Dalaas, am Montafon (die zwei letzterwähnten sind als ein einziger Zug zu betrachten), bei Latz (?), Brand und am Triesnerberg.

Die Mächtigkeit der Buntsandsteinformation ist in unserem Gebiete eine sehr verschiedene, immerhin beträgt sie aber 50—200

Meter, sofern man die Rauchwacke und die lockeren Mergelkalke mit hineinzieht.

Versteinerungen, die nur in den lockeren Mergelkalken vorkommen, fand ich in der Schlucht zwischen Fallwand und Eisenkopf bei Flirsch und am Schnaner Bach bei Schnan in Tirol, und zwar:

1. *Myophoria costata* Zenk. sp. Flirsch und Schnan.
2. *Modiola* (?) *Böhmi* nov. spec. Flirsch.
3. *Myacites* sp. Flirsch und Schnan.

Diese Versteinerungen, die concordante Lagerung der aufgeführten Schichtenreihe unter dem Muschelkalk, die den Werfener Schichten höchst ähnlichen Einlagerungen im Sandsteine und Conglomerate, die Rauchwacke und die lockeren Mergelkalke, die sich in eben solcher Entwicklung in der unteren Trias der Bayerischen Alpen finden, haben mich veranlasst, diesen ganzen Complex als eine einheitliche Bildung, die der Buntsandsteinformation entspricht, aufzufassen.

2. Muschelkalk — M.K.

Als Muschelkalk bezeichne ich den überwiegend kalkigen Schichtencomplex, welcher über der Buntsandsteinformation und unter den Partnachschichten liegt. Er besteht aus schwarzen bis hellgrauen harten Kalksteinen, deren Schichtoberfläche mehr oder weniger uneben ist; auf ihr treten wulst-, wurzel- oder wurmförmige Bildungen hervor und heben sich durch dunklere Färbung von dem übrigen Gestein ab. Dadurch, dass sehr dünne Mergelschichten zwischen den mehr oder weniger dicken Kalkplatten abgelagert sind, tritt die Schichtung deutlicher hervor. Häufig kommen Kieselausscheidungen und unregelmässige Hornsteinknollen vor, letztere sogar ab und zu in so grossen Knauern und solcher Menge, dass fast ganze Bänke daraus bestehen. Die typische Ausbildung dieser Kalke kann am besten und bequemsten in den Steinbrüchen von Bürs bei Bludenz, St. Leonhard bei Ausser-Braz, Kirche bei Inner-Braz, Flexen und Rauz bei Stuben u. s. w. studirt werden.

Am Schnaner Bach und Griesbach bei Schnan und Flirsch in Tirol tritt ausser den Kalken noch Rauchwacke von gelblicher, röthlicher bis bräunlicher Färbung und verschiedener Porosität auf. Diese und sehr lockere sandige, Versteinerungen führende Mergelkalke, gleich im Hangenden der Buntsandsteinformation, gehören meiner Meinung nach nicht mehr zum eigentlichen Muschelkalk, sondern noch zur Buntsandsteinformation.

Es ist noch zu erwähnen, dass am Rauzbach unterhalb der zum Pass sich in Serpentinien hinaufziehenden Landstrasse bei Stuben und am Bergsturz bei Langen sehr eigenthümliche, Thonschiefer ähnliche Bildungen, die von Kalkspathadern reichlich durchzogen sind, vorkommen. Diese kaum 15 Meter mächtigen Schichten haben als Hangendes den typischen Muschelkalk, als Liegendes das krystallinische Gebirge, und zwar zuerst diejenigen Gebilde, welche von Richt-

hofen als „Uebergänge“ vom Verrucano zum Glimmerschiefer bezeichnete.

Es ist schwer, die Mächtigkeit des Muschelkalkes mit Genauigkeit anzugeben, da gerade dieses Schichtenglied sehr stark der Zerstörung ausgesetzt war; sie dürfte sich jedoch auf 25—100 Meter berechnen.

Die Verbreitung dieser Schichten ist eine ziemlich beträchtliche. Sie ziehen in einer langen schmalen Zone entlang unseres Gebietes von Flirsch in Tirol bis nach Vaduz im Fürstenthum Liechtenstein, sodann in einer südlichen Zone im Montafon zwischen dem Silber- und Klosterthal, ferner SW von Brand bis an die westlichen Abhänge der kleinen Furca am Rhätikon und schliesslich im Saminathal und der Triesner Alp bis oberhalb der Valina Alp.

Versteinerungen kommen an verschiedenen Orten vor, und zwar: 1. St. Leonhard bei Ausser-Braz, 2. nördlich der Kirche von Inner-Braz, 3. Dalaas östlich vom Restaurant zum Paradies und am Pfarrhaus, 4. Flexen bei Stuben, 5. Kurhaus Sücca bei der Triesner Alp im Fürstenthum Liechtenstein, 6. Gamperton und 7. Virgloria-Pass. Ich sammelte die folgenden:

1. *Diplopora pauciforata* Gümbel sp. Vr.: 1 und 4 in Menge.
2. *Entrochus liliiformis* Schlotheim. Vr.: 5 in Menge.
3. *Entrochus gracilis* Buch. Vr.: überall in Menge.
4. *Spirigera trigonella* Schlotheim. sp. Vr.: 5 und 7, St. 10.
5. *Retzia Schwageri* Bittner. Vr.: 5, St. 1.
6. *Waldheimia (Aulacothyris) angusta* Schlotheim. sp. Vr.: 1 u. 3, St. 5.
7. *Waldheimia (Aulacothyris) angusta* Schloth. sp. var. *incrassata* Bittner. Vr.: 1, 3 und 4, St. 4.
8. *Rhynchonella decurtata* Gir. sp. var. *virada* Bittner. Vr.: 5, St. 4.
9. *Pecten conf. Alberti* Goldfuss. 1 Stück von 4.

Aus dem Vorkommen dieser Versteinerungen dürfte erhellen, dass der Localname Virgloriakalk¹⁾, den v. Richthofen eingeführt hat, heute wohl aufgegeben werden kann, da in diesen Kalken kein petrographisch wie paläontologisch wohl charakterisirtes System oder ein ausgezeichneter Horizont, sondern fast in seiner ganzen Entwicklung nur echter alpiner Muschelkalk vorliegt.

3. Partnachsichten = P.S.

Obwohl dieses Formationsglied nunmehr als sicher dem Muschelkalk zugehörig erkannt wurde²⁾ und demgemäss hier als oberer Alpiner Muschelkalk angeführt werden müsste, so möchte ich mich

¹⁾ Vergl. Benecke: Ueber einige Muschelkalkablagerungen der Alpen. Geogn. palaeont. Beiträge von Benecke, Schloenbach und Waagen. Bd. II, pag. 57 ff. und Mojsisovics l. c. pag. 153.

²⁾ G. Th. Skuphos Die stratigr. Stellung der Partnachsichten etc. Geogn. Jahreshfte. Jahrg. IV, pag. 139 und 141, 1892.

doch noch einstweilen des Localnamens Partnachschiechten bedienen, um Missverständnissen vorzubeugen¹⁾.

In Vorarlberg und in dem Fürstenthum Liechtenstein sind unsere Schichten petrographisch, stratigraphisch und palaeontologisch nicht von denjenigen in den Bayerischen und Nordtiroler Alpen verschieden. Ich kann daher jetzt bestätigen, was ich schon in meiner früheren Arbeit vermüthete und aussprach²⁾: „Die mir nur aus der Literatur bekannt gewordenen Partnachschiechten in Vorarlberg sind nach den Lagerungsverhältnissen mit unseren Partnachschiechten höchst wahrscheinlich ident“.

Petrographisch bestehen sie aus folgenden Gesteinsarten:

1. den grauschwarzen, weniger harten und etwas mehr kalkigen Mergeln mit ausgezeichnet muschligem Bruch, nach allen beliebigen Richtungen schalig zerspalten und zerklüftet, so dass es unmöglich ist, Handstücke zu erhalten;

2. den knolligen, dunklen oder hellfarbigen Kalken mit unregelmässiger, narbiger oder buckeliger Oberfläche, die durch die Verwitterung sich rauh anfühlt und dadurch ein ausgezeichnetes Mittel zur Erkennung unserer Schichten liefert. In diesen kommen auch Versteinerungen vor, welche meist mit Schwefelkies vergesellschaftet sind;

3. den dunklen oder hellfarbigen, mehr oder weniger festen, von Kalkspathadern durchzogenen Kalken, ab und zu mit eingelagerten Mergelpartien;

4. den grauschwarzen, festen, harten und sehr kalkarmen Mergeln mit schwach muschlicher Bruchfläche. In ihnen fanden sich *Bactryllium Schmidii* Heer, *Partanosaurus Zitteli* Skuphos und *Microleptosaurus Schlosseri* Skuphos;

5. den blaugrauen, fettglänzenden Mergeln, deren kleinste Bruchstücke noch mit feinen Häutchen von Kalk überzogen sind, und die kleinbröckelig verwittern;

6. den grauschwarzen, sehr dünnblättrigen, thonreichen Mergeln, welche bei der Verwitterung einen zählebrigen Boden liefern;

7. den hellgrauen, sehr kalkreichen und dümschieferigen Mergeln, welche überall *Bactryllium Schmidii* Heer in grosser Menge führen;

8. den hell- oder dunkelgrauen mergeligen Kalken mit unebener Oberfläche, welche die Bactryllien in bester Erhaltung einschliessen.

Diese Reihenfolge der Gesteinsarten ist nicht nach ihrem Lagerungsverhältnisse, sondern nur nach ihrer Mächtigkeit angegeben. Innerhalb des Complexes der Partnachschiechten ist keine weitere Einteilung möglich. Die angeführten Gesteinsarten wechsellagern an den verschiedenen Stellen des Gebiets völlig verschiedenartig mit einander.

Die Mächtigkeit der Partnachschiechten ist in Vorarlberg und im Fürstenthum Liechtenstein eine weit grössere, als in den Bayerischen

¹⁾ G. Th. Skuphos. Vorläufige Mittheilung über *Partanosaurus Zitteli*, ein neuer Saurier aus der Trias. Zoolog. Anzeiger 1893, pag. 67, Num. 413.

²⁾ G. Th. Skuphos. D. str. Stel. etc., pag. 140.

und Nordtiroler Alpen. In den letzteren sinkt sie, wie schon früher erwähnt, in einigen Gegenden bis zu 10 Meter herab und schwillt in anderen bis zu 200 Meter an; gewöhnlich schwankt sie um 100 Meter. Dagegen schwillt sie in diesem Gebiete bis zu 250 Meter an und schwankt gewöhnlich zwischen 150 und 200 Meter.

Die Verbreitung unserer Schichten fällt fast mit der des Muschelkalks zusammen. Im Westen erwähnen wir ihr Auftreten am Triesner Kulm, ferner erscheinen sie in dem grossen nördlichen Zug, welcher oberhalb Schaan (Liechtenstein) beginnt und entlang den nördlichen Abhängen der drei Schwestern, Alpilla, Gurtisspitz-Gampberg, Nenzingerberg, dann auf der anderen Seite des Ill sich entlang nördlich des Alfensbachs in zwei Züge spaltet, deren südlicher sich vielfach von Thalschutt verdeckt, bis nach Flexen bei Stuben erstreckt, und von dort an den südlichen Abhängen des Trittkopfs, der Schindlerspitze bis zur Eisenspitze bei Flirsch in Tirol. Weitere Züge sind im Montafon derjenige, welcher östlich bis an das krystallinische Gebirge am Kristberg reicht und sich westlich als ein noch mächtiger Zug von Verudorus über Rellsalp bei Schaffafall fortsetzt, und schliesslich der Zug von Brand, welcher über den Virgloriapass nach Gamperton u. s. w. führt.

Versteinerungen fand ich am westlichen Abhang des Eisenkopfs bei Flirsch (1), südlichen Abhang der Schindlerspitze bei St. Christof (2), Flexen und Rauz bei Stuben (3), Hinter-Gaudegg (4) und Marias Abhang (5) bei Dalaas, Masonfall bei Inner-Braz (6), St. Leonhard (7) und Rungelin (8) bei Bludenz, Virgloriapass (9), Gampertonalp (10) und Triesner Kulm (11) im Fürstenthum Liechtenstein:

1. *Bactryllium Schmidii* Heer. Vr.: überall in grosser Menge.
2. *Lingula Christomani* nov. sp. Vr.: (6) in grosser Menge.
3. *Spiriferina Lipoldi Bittner*. Vr.: (3) 12 Stück.
4. *Spiriferina Lipoldi Bittner* nov. var. *hemicycla*. Vr.: (6) 8 St.
5. *Retzia Schwageri* var. *media* Bittner Vr.: (3) 3 Stück.
6. *Rhynchonella faucensis* Rothpletz. Vr.: (4 und 6) 80 Stück.
7. *Partanosaurus Zitteli* Skuphos. Vr.: (6).
8. *Mikroleptosaurus Schlosseri* Skuphos. Vr.: (4).

In Bezug auf die Verbeitung der Partnachsichten kann ich jetzt noch zwei weitere Vorkommen ausserhalb dieses Gebietes erwähnen. Das erste in den Hohenschwangauer Alpen entdeckte mein Freund und College E. Böse¹⁾, der mir seine bezüglich Resultate freundlichst mit der Erlaubniss ihrer Publication mitgetheilt hat.

Die Partnachsichten treten in jenem Gebiete in zwei Zügen auf. Sie ziehen einmal als südlicher Zug vom Säuling über die Blöckenau nördlich entlang am Strausberg und der Hohen Krähe, bis sie sich in der Gumpe auskeilen. Der zweite nördliche Zug beginnt nördlich von Tegelberg am Thorschroffen und zieht bis zum Loberthal. In diesen Schichten kommen folgende Versteinerungen vor:

¹⁾ Die Arbeit über die geologischen Verhältnisse des hier besprochenen Gebietes wird demnächst in den Geognostischen Jahresheften unter dem Titel: „Geologische Monographie der Hohenschwangauer Alpen“ publicirt werden.

1. *Cidaris* cfr. *dorsata* Münst. Vr.: Ilgenmösle.
2. *Koninckina Leonhardi* Wissm. sp. Vr.: Säuling, Blöckenau und Schnegeckerln.
3. *Spirigera* cfr. *quadriplecta* Münst. sp. Vr.: Schönleiten.
4. *Terebratula tenella* Bittner. Vr.: Ilgenmösle.
5. *Halobia* sp. Vr.: Säuling und Schnegeckerln.

Die Mächtigkeit der Partnachsichten beträgt ungefähr 80 bis 100 Meter. Sie liegen zwischen Muschelkalk und Wettersteinkalk, und so, dass der Muschelkalk das Liegende und der Wettersteinkalk das Hangende bildet.

Zweitens hat Bittner¹⁾ im Ennsthale in Oberösterreich aus einem Gestein, welches mit jenem des Wendelsteingebietes ganz übereinstimmt, Versteinerungen der Partnachsichten, wie:

1. *Koninckina Leonhardi* Wissm. sp.
2. *Koninckella triadica* Bittner.
3. *Spiriferina Fraasi* Bittner.
4. *Retzia Schwageri* Bittner.
5. *Retzia* nov. spec.
6. *Rhynchonella bajuvarica* Bittner.
7. *Aulacothyris* spec. indet.
8. *Discina* spec.

nachgewiesen und gezeigt, „dass hier (Weyer in Oberösterreich) wirklich ein dem Partnachmergel der Bayerischen Alpen analoges Mergelniveau entwickelt ist, das vielleicht von einer localen Entwicklung eines Kalkniveaus, analog dem Wettersteinkalke des Wendelsteingebietes, überlagert wird“.

4. Raibler Schichten = R.S.

Unter der Bezeichnung Raibler Schichten fasse ich den Arlbergkalk von Richthofen's, die Lunzer Schichten Theobald's, die Sandsteine, Gypse und Rauchwacke von Mojsisovics' und die Raibler Schichten von Richthofen's selbst zusammen, d. h. den gesammten Schichtencomplex zwischen den Partnachsichten und dem Hauptdolomit. Die Gründe, welche mich dazu veranlasst haben, werde ich weiterhin anführen.

Die höchst mannigfaltige und verschiedenartige Gesteinsentwicklung der Raibler Schichten lernt man am besten kennen, wenn man zum Gallinakopf von Latz aus, zum Stierkopf bei Bludenz, zur Gamsfreiheit durch den Letschwald bei Braz, zum Trittkopf über Flexen und Rauz bei Stuben, zur Schindlerspitz von St. Christof aus etc. aufsteigt.

¹⁾ Alex. Bittner. Ein Vorkommen petrefactenführender Partnachsichten im Ennsthale in Oberösterreich. (Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. Nr. 12, 1892, pag. 301—303.)

1. Auf die Partnachsichten folgt zuerst ein Complex dunkelgrauer, fester oder cavernöser Kalke, welche mit dünnen Mergellagen wechsellagern. In den zuweilen mit Eisenoxydul ausgekleideten Hohlräumen stecken in grosser Menge kleine Exemplare von *Megalodon triqueter Wulfen sp.*

2. Darauf folgen dunkel- oder hellbraune, feinkörnige Sandsteine mit Pflanzenresten.

3. Schmutziggraue Mergel, mit denen ab und zu bituminöse dünnbankige Kalke wechsellagern.

4. Dunkelgrauer fester Kalkstein, welcher allmählich in verwitterten hellfarbigen körnigen Dolomit übergeht und *Megalodon triqueter Wulf. sp.* in mittlerer Grösse enthält.

5. Dann folgen Kalkbänke etc. wie Nr. 1, aber nicht so mächtig, darüber noch einmal Sandstein, Mergel, Gyps und Rauchwacke. Diese obere Rauchwacke ist an den nördlichen und östlichen Abhängen des Gallinakopfs mächtig entwickelt, sie bildet 10—35 Meter hohe Erosions-Pyramiden.

Die Mächtigkeit der Raibler Schichten schwankt innerhalb unseres Gebietes sehr bedeutend, sie hängt von der geringeren oder stärkeren Entwicklung der Oberen Rauchwacke oder der untersten Kalkbänke, die auf den Partnachsichten aufruheu, ab. Immerhin lässt sich so viel sagen, dass sie nur der des Hauptdolomits nachsteht, so dass diese beiden Formationsglieder den grössten Antheil an der Gebirgsbildung Vorarlbergs und des Fürstenthums Liechtenstein nehmen. Die Raibler Schichten dürften höchstens 300 Meter, durchschnittlich aber 150—200 Meter mächtig sein.

Die horizontale Ausdehnung dieser Schichten fällt fast überall mit der des Muschelkalks und der Partnachsichten zusammen, so dass eine weitere specielle Aufführung derselben unnöthig erscheint.

Versteinerungen aus diesen Schichten habe ich von folgenden Fundorten zu erwähnen: Gampalp (1) bei Nenzing, Galgentobl (2) bei Bludenz, südliche Abhänge der Gamsfreiheit (3), Alle Höhe (4) bei Dalaas, Ochsenboden (5) bei Stuben, südliche Abhänge der Schindler Spitz (6) bei St. Anton:

1. *Myophoria fissidentata Wöhrmann* (2, von Pater Kohlberg in Feldkirch in mehreren Exemplaren).

2. *Megalodus triqueter Wulf. sp.* Vr.: (3, 4 und 5 und zwar sowohl in den tieferen als auch in den oberen Schichten) in grosser Menge.

3. *Pterophyllum longifolium*. Vr.: (1, 2, 5 und 6).

Ausser diesen sind von Escher von der Linth nachfolgende Versteinerungen aufgefunden worden:

1. *Equisetites columnare St.* Zwischen Zug und Thannberg.

2. *Equisetum*. Zwischen Zug und Thannberg.

3. *Pterophyllum Jägeri*. Vaduz und Thannberg.

4. *Pterophyllum*. Thannberg.

5. Bactryllien.

Ich habe schon bei anderer Gelegenheit¹⁾ erwähnt, dass die Partnachsichten in Vorarlberg über dem Muschelkalk und unter dem Arlbergkalk liegen, der mir nach den Beschreibungen der Autoren nur ein Theil der Raibler Schichten zu sein schien. In Folge dessen nahm ich an, dass der Wettersteinkalk in den westlichen Nordalpen fehlt.

Diese Vermuthung wurde nun durch die Untersuchung an Ort und Stelle im verflossenen Sommer bestätigt. Folgendes sind die Gründe:

1. Gleich über den Partnachsichten folgt der ganze Complex, welcher zwischen ihnen und dem Hauptdolomit gelagert ist; er besteht aus Kalkstein-, Mergel-, Sandstein-, Rauchwacke-, Gyps- und dolomitischen Bänken, welche mit einander wechsellagern, so dass wenigstens innerhalb dieser Schichten keine Trennung gemacht werden kann.

2. Diese Ausbildung der Gesteine und ihre Reihenfolge zeigt den Habitus der Raibler Schichten, wie wir ihn im Karwendelgebirge, Wettersteingebirge, Wendelsteingebiet, Kaisergebirge etc., kurzum in den Nordtiroler und Bayerischen Alpen entwickelt finden.

3. Die Versteinerungen, welche sowohl in den unteren als in den oberen Schichten vorkommen und bis jetzt nur in den Raibler Schichten der übrigen Alpen gefunden wurden, sind der beste Beweis dafür, dass der ganze Complex zwischen Partnachsichten und Hauptdolomit ein einheitliches Formationsglied darstellt, und zwar die Raibler Schichten.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass westlich von Landeck, d. h. im westlichen Nordtirol, in Vorarlberg und Fürstenthum Liechtenstein der Wettersteinkalk nicht mehr vorhanden ist.

Nach unserer Auffassung ist also die „für sich stehende Gyps- und Rauchwackeformation“, welche Mojsisovics weder zu den Carditaschichten noch zum Hauptdolomit zieht, nur der obere Theil der Vorarlberger Raibler Schichten. Ferner stimmen die Lunzer Schichten Theobald's sowohl petrographisch als auch nach den Versteinerungen, soweit sie bis jetzt bekannt geworden, mit den Raibler Schichten vollständig überein, so dass also fernerhin auch dieser locale Name, so wie auch die Gyps- und Rauchwackeformation von Mojsisovics fortfallen können.

5. Hauptdolomit = H. D.

Auf die Rauchwacke der Raibler Schichten folgt der Hauptdolomit in ausgezeichnet geschichteten Bänken. Er besteht zum grössten Theil aus hell- oder dunkelgrauen festen versteinungsleeren Dolomiten. Die Eigenthümlichkeit des Hauptdolomits in den übrigen Alpen, unter dem Schlage mit dem Hammer in kleine Stücke zu zerbröckeln, zeigt sich hier nicht in gleicher Weise, sondern man erhält immer grössere, mit einem gelbweissen Ueberzug bedeckte

¹⁾ Skuphos. Strat. Stell. d. Partnachsichten etc. pag. 140.

Stücke. Sehr selten ist der Hauptdolomit von Kalkadern durchzogen, und dies nur in den oberen Lagen an der Grenze gegen die Kössener Schichten. An einigen Stellen, wie z. B. der Saladinaspitz, Gamsfreiheit etc., ist er von gelblich weisser Farbe und feinkörniger Structur.

Die Mächtigkeit des Hauptdolomits kann man zwischen 4—500 Meter ansetzen; er ist von sämtlichen Formationsgliedern in unserem Gebiete das mächtigste. Er bildet fast überall die höchsten Spitzen und Bergkämme (Rogelskopf, Saladinaspitz, Gamsfreiheit, Gallinakopf etc.).

Der Hauptdolomit geht von Osten nach Westen durch unser ganzes Gebiet hindurch.

Versteinerungen sind wenigstens in unserem Gebiete weder von mir noch von Anderen bis jetzt gefunden worden,

6. Kössener Schichten = K.S.

Die Grenze zwischen den Kössener Schichten und dem Hauptdolomit lässt sich wegen der auffallend verschiedenen petrographischen Ausbildung ausserordentlich scharf ziehen. Auf die letzten Bänke des Hauptdolomites folgen die Kössener Schichten: kohlschwarze Kalke in Wechsellagerung mit Mergeln von ähnlicher Färbung. Die Kalke sind mehr oder weniger dünnbankig und ihre Mächtigkeit verhält sich zu derjenigen der Mergel wie 1:3, hie und da wie 1:10—15, so dass die mergelige Bildung überwiegt.

Die Gesamtmächtigkeit der Kössener Schichten ist sehr gering im Verhältniss zu den übrigen Formationsgliedern, so besonders gegenüber dem Hauptdolomit; sie schwankt zwischen 20—50 Meter.

Ihre Verbreitung ist in unserem Gebiet ebenfalls eine sehr beschränkte, sie treten auf in einem schmalen nördlichen Zuge, welcher vom Lech über den Formarin-See u. s. w. zieht, dann in einem zweiten am Eingang des Montafonthals, welcher ungefähr von Osten nach Westen zieht, und einem dritten im Rhätikon an der Scesaplana selbst.

Versteinerungen kommen überall vor, wo die Kössener Schichten entwickelt sind. Von folgenden drei Fundorten: 1. um den Formarin-See herum und zwar hauptsächlich an dessen östlichem Ufer; 2. am Eingang des Montafonthals auf dem rechten Ufer der Ill, etwa 100 Meter hinter der hölzernen Brücke, und 3. im Rhätikon an der Scesaplana selbst, habe ich diese Versteinerungen zu erwähnen:

1. *Bactryllium deplanatum* Heer, überall in zahlreichen Exemplaren.

2. *Thamnastraea rectilamellosa* Winkl. Vr.: 2; 7 Stück.

3. *Thecosmilia* sp. Vr.: 1.

4. *Cidarisstacheln*. Vr.: überall.

5. *Spiriferina Jungbrunensis* Petzhold. Vr.: 1 und 2; 5 St.

6. *Rhynchonella cornigera* Schafh. sp. Vr.: 1; 20 kleine St.

7. *Pterophloios Emmrichi* Gümbel. Vr.: 1; 1 Stück.

8. *Terebratula gregaria* Süss. Vr.: 3; 4 Stück.

9. *Waldheimia norica* Süss sp. Vr.: 1, 2, 3; 3 Stück.
10. *Ostrea alpina* Winkl. Vr.: 3; 1 Stück.
11. *Lima praecursor* Quenst. sp. Vr.: 2; 1 Stück.
12. *Pecten acuteauritus* Schafh. Vr.: 1, 2; 4 Stück.
13. *Pecten Falgeri* Mer. Vr.: 2; 2 Stück.
14. *Avicula* sp. Vr.: 1; 1 Stück.
15. *Nucula* sp. Vr.: 1; mehrere Stücke.
16. *Dinyodon intusriatum* Emmer. sp. Vr.: 1, 2, 3; 5 Stück.
17. *Protocardia rhätica* Süss. Vr.: 1; 1 Stück.
18. *Dentalium* (?) Vr.: 1; 1 Stück.

7. Dachsteinkalk¹⁾ = D.K.

Die Kössener Schichten gehen in ihren oberen Lagen allmählich in Dachsteinkalk über, und zwar lässt sich ihr Auskeilen in Dachsteinkalk und umgekehrt vorzüglich vom Formarin-See aus an den NW-Abhängen der Saladina-Wand beobachten.

Der Dachsteinkalk besteht aus einem gelbweissen dichten Kalkstein, welcher durch die Verwitterung eine weissliche Oberfläche bekommt; er ist von Kalkspathadern durchzogen. Ferner erscheinen noch etwas dunklere Kalke, die aus kleinen weissen oolithischen Körnern zusammengesetzt und sehr charakteristisch für unseren Horizont sind. Bei der Verwitterung der Kalke treten die Körner auf der Oberfläche hervor.

Die Mächtigkeit dieses Formationsgliedes ist ebenfalls gering, ich schätze sie auf 40—80 Meter. Seine Verbreitung fällt mit der der Kössener Schichten zusammen.

Von Versteinerungen habe ich nur Megalodonten-Durchschnitte zu erwähnen, welche überall, wo der Dachsteinkalk entwickelt ist, fast immer in den gelbweissen dichten Kalksteinen auftreten, ferner Korallenäste, die aber völlig unbestimmbar sind.

Jura.

1. Rother Lias = R.L.

Auf den obersten Schichten des Dachsteinkalks liegen 1—2 Meter mächtige gelbweisse feste Kalke, in welche unregelmässig gewundene Schmitzen von dichtem rothen Kalke eingeknetet sind. Diese bunten Kalke sind erfüllt mit gänzlich unbestimmbaren Schalenbruchstückchen von Gastropoden und Lamellibranchiaten.

Aus dieser wenig mächtigen Kalkbank entwickeln sich die echten rothen Liaskalke, welche durch ihre Färbung und Versteinerungsarmuth in unserem Gebiete charakterisirt sind. Es sind rothe Knollen, welche mit sehr dünnen rothen mergeligen Häutchen überzogen sind.

¹⁾ Dachsteinkalk im Sinne Gumbel's, nicht im Sinne der Wiener Geologen!

Diese Schichten kommen vor am Rothen Kopf bei Flirsch in Tirol, Zürspass und Pazielp bei Stuben, an der Saladinawand, am Rothen Horn bei Dalaas etc.

Die Mächtigkeit dieser Schichten beträgt höchstens 20 Meter. An Versteinerungen werden ausser Crinoiden-Stielgliedern, welche ich auch gefunden habe, von Escher Ammoniten von Spuler-See angeführt:

1. *Ammonites radians* Schloth.
2. „ *torulosus* Schübl.
3. „ *heterophyllus* Sow. etc.

Sollten vielleicht die beschriebenen 1—2 mächtigen bunten Kalke, welche über dem Dachsteinkalk und unter dem rothen Lias-kalk vorkommen, den Hochfellen-Schichten entsprechen?

2. Algäuschichten = A. S.

Dem rothen Liaskalk liegt fast überall ein mächtiger gefalteter Complex meist weicher Mergel und Kalke auf, welchen schon 1856 G ü m b e l¹⁾, wegen seiner schönen Entwicklung in den Algäuer Alpen, Algäuschichten genannt hat. Diese Schichten sind auch in unserem Gebiete entwickelt und führen fast überall rothe Hornsteinbänke, wie z. B. an der Rothen Wand und am Rothhorn bei Dalaas, an der Perseier Alp und am Rothenkopf bei Flirsch in Tirol u. s. w.

Von Versteinerungen habe ich oberhalb der Perseier Alp und an der Rothen Wand bei Dalaas nur die sogenannten Fucoiden gefunden:

1. *Chondrites latus* G ü m b e l.
2. *Chondrites minimus* G ü m b e l.

Die Mächtigkeit dieser Schichten dürfte 150 Meter betragen. Sie sind stark gefaltet und horizontal weit verbreitet.

Tertiär.

1. Flysch = F. L.

Da ich dieses Formationsglied am Nenzing bei Bludenz und bei Vaduz im Fürstenthum Liechtenstein nur berührt habe, so beschränke ich mich hier darauf es anzuführen. V a c e k²⁾ stellt es über die eocaenen Nummulitenschichten.

Quartär.

1. Diluvium = D. L.

Bevor ich den stratigraphischen Theil abschliesse, möchte ich Einiges über die quartären Bildungen, welche entlang des Gampertonthales abgelagert sind, hinzufügen. Sie bestehen aus einem lockeren

¹⁾ G ü m b e l: Beiträge geogn. Kenntniss Vorarlberg. (Jahrbuch d. k. k. geolog. Reichsanstalt 1856, pag. 9.

²⁾ M. V a c e k. Ueber Vorarlberger Kreide (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. XXIX, Heft 4, 1879, pag. 654—758.

Sandstein, der meistens das Liegende bildet, und aus einem festen groben Conglomerate im Hangenden, welche den engen Eingang des Gampertonthals besonders am Aussichtspunkt „Buder-Höhe“ veranlassen. Aehnliche Ablagerungen bilden mächtige Wände am Bürs bei Bludenz auf beiden Ufern des Alvier Bachs am Eingang des Brandner Thals.

In dem lockeren und lehmartigen Sandsteine sind Stosszähne von *Elephas primigenius* gefunden worden. Sie werden, zum grössten Theil im Bregenzer Museum aufbewahrt.

Die Mächtigkeit dieser Bildung erreicht hier und da 40 bis 60 Meter.

Auf dem Thalschutt und den von Triasgesteinen gebildeten Abhängen des Nenzinger- und Gampbergs finden wir mächtige erratische Blöcke, die auch von Mojsisovics erwähnt.

II. ABTHEILUNG.

Tektonik.

Durch neun Profile, welche durch verschiedene Theile unseres Gebietes gelegt werden, werde ich versuchen, die im vorhergehenden Abschnitt aufgeführten Thatsachen nachzuweisen. Ich werde mit dem Profil: 1. Bings bei Bludenz—Stierkopf—Gamsfreiheit wegen seiner

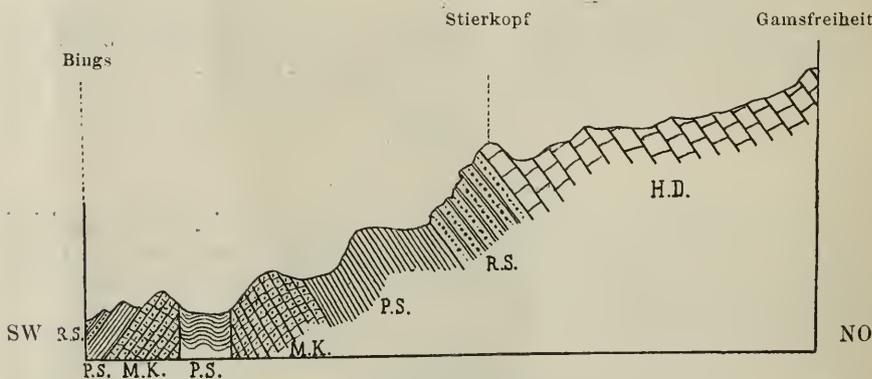


Fig. 1. Von Bings über den Stierkopf zur Gamsfreiheit.

Maasstab: 1:50.000.

M K. = Muschelkalk. P.S = Partnachsichten. R S = Raibler Schichten.
H. . . = Hauptdolomit.

Einfachheit in der Tektonik und der Klarheit in der Aufeinanderfolge der Schichten anfangen und sodann zuerst solche im O bis Flirsch, alsdann solche im S im Montafon, und weiterhin nach W bis nach Vaduz besprechen.

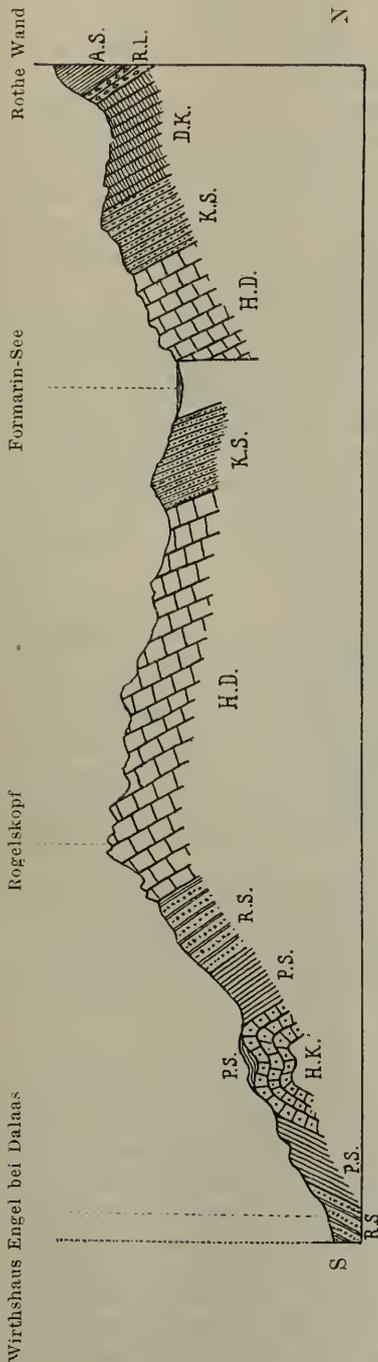


Fig. 2. Wirthshaus Engel—Rogelskopf—Formarin-See—Rothe Wand. (1:50.000.)

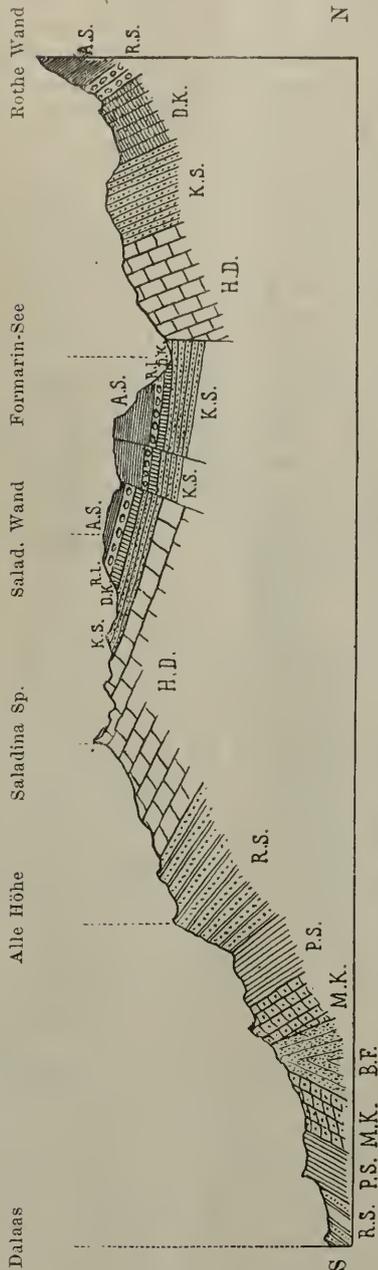


Fig. 3. Dalaas—Alle Höhe—Saladina Spitz und -Wand—Formarin-See—Rothe Wand. (1:50.000.)

B. F. = Buntsandsteinformation M. K. = Muschelkalk (in Fig. 2 durch ein Versehen des Zeichners H. K.). P. S. = Partnachschichten.
 R. S. = Raibler Schichten H. D. = Hauptdolomit. K. S. = Kössener Schichten. D. K. = Dachsteinkalk. R. L. = Rother Lias.
 A. S. = Aigäuschichten.

1. Das Profil Bings—Stierkopf—Gamsfreiheit ist von SW nach NO gelegt. Die Schichten bilden einen Sattel, dessen Axe von W nach O gerichtet und dessen First durch zwei Verwerfungen zerstört ist. Den Kern der Axe bildete ursprünglich Muschelkalk: durch die beiden Verwerfungen sank derselbe in die Tiefe, und so finden wir in dem eingesunkenen Firste die Partnachsichten.

Im südlichen Flügel, dessen Schichten N 80° W streichen und mit 75° SSO einfallen, folgen über dem Muschelkalk, welcher im Steinbruch bei St. Leonhard vorzüglich aufgeschlossen ist, die Partnachsichten, welche die steilen Wiesen des Gasünd bilden, und über diesen die untersten Raibler Kalke, welche durch die Eisenbahn angeschnitten sind. Die beiden Verwerfungen haben die Partnachsichten am Höllwald als zweites Vorkommen eingesenkt.

Im nördlichen Flügel liegen auf dem Muschelkalk, der den Hügel zwischen Höllwald und Grubsbach bildet, die Partnachsichten im Thälchen des Grubsbachs und an der unteren Hälfte der südlichen Abhänge des Stierkopfs, darüber die Raibler Schichten, welche die obere Hälfte der Abhänge bilden, und schliesslich der Hauptdolomit als ein mächtiger Zug im Stierkopf. in der Gamsfreiheit, im Weissen Rössl, in den Pitschiköpfen u. s. w. Sämmtliche Schichten des nördlichen Flügels streichen N 82° W und fallen 50°—80° NNO ein, und zwar die älteren Schichten steiler (M. K. 80°), die jüngeren flacher (H. D. 50°).

2. Das zweite Profil: Gasthaus Engel bei Dalaas—Rogelskopf—Formarinsee—Rothe Wand hat die Richtung von S nach N. Wir haben es auch hier mit einem Sattel zu thun, dessen First zwar nicht durch Verwerfungen gestört ist, aber in Folge einer Faltung der älteren Schichten (M. K.) eine Sattelmulde bildet. Dagegen ist der nördliche Flügel am Formarin-See selbst durch eine Verwerfung abgeschnitten. Die Axe des Sattels hat die Richtung von NO nach SW, so dass man sagen kann, der ganze Sattel ändert mit dem Verlauf des Klosterthals auch seine Richtung.

In diesem Profil ist der südliche Flügel ebenfalls sehr kurz, der nördliche dagegen sehr lang. Den Kern der Axe bildet der Muschelkalk, südlich und nördlich folgen auf ihm die jüngeren Schichten, und zwar im südlichen Flügel in derselben Weise wie im Profil 1. In der Sattelmulde liegen die wenig mächtigen Partnachsichten.

Im nördlichen Flügel folgen auf die Partnachsichten, die NW von Hinter-Gantegg vorzüglich aufgeschlossen sind, die Raibler Schichten an den steilen südlichen Abhängen des Rogelskopfes, dann der Hauptdolomit, welcher den Rogelskopf mit seinen südlichen, westlichen und nördlichen scharfen Kämmen bildet. In einer kesselartigen Einsenkung des Hochplateaus, in der auch der Formarin-See liegt, finden wir auf dem Hauptdolomit die Kössener Schichten. In Folge einer Verwerfung, die längs dem nördlichen Ufer des Sees verläuft, wiederholt sich die Reihenfolge der Schichten. An den steilen Abhängen am Südufer haben wir somit wieder den Hauptdolomit mit flachem NO-Einfallen, darauf die Kössener Schichten unterhalb des

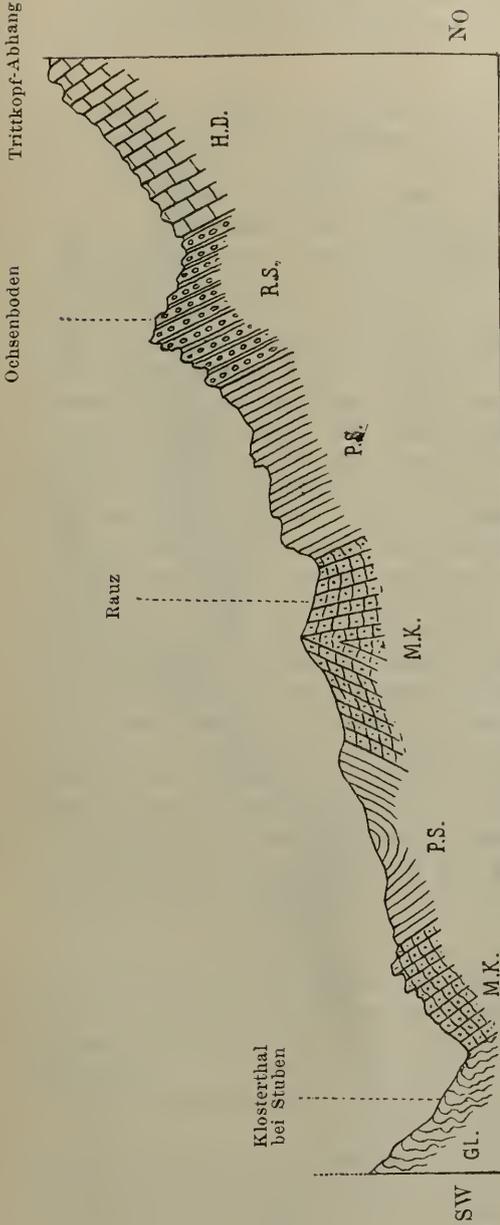


Fig. 4. Klosterthal bei Stuben - Raiz - Ochsenboden - Trittkopf-Abhang. (1:25.000.)

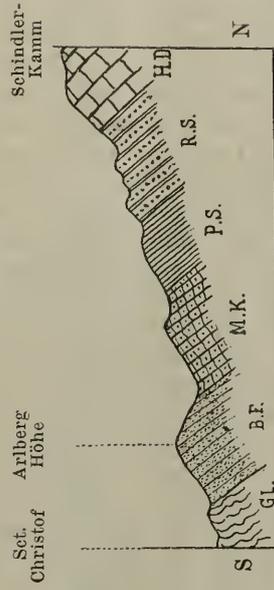


Fig. 5. Sct. Christof - Arlberg Höhe - Schindler-Kamm. (1:50.000.)

Gl. = Glimmerschiefer. B. F. = Buntsandsteinformation. M. K. = Muschelkalk. P. S. = Partnachschichten. R. S. = Raibler Schichten. H. D. = Hauptdolomit.

Rothorns, dann den Dachsteinkalk, an der Rothen Wand und dem Rothhorn die rothen Liaskalke und Algäuschichten, welche die senkrechten oberen Wände der Rothen Wand und des Rothhorn bilden.

Die Schichten beider Flügel streichen N 60°—70° O und fallen 50°—70° SW respect. NO ein, und zwar wieder die älteren Schichten steiler als die jüngeren.

3. Das dritte Profil liegt zwar unweit des zweiten, jedoch ist der Unterschied zwischen ihnen ein so auffallender, dass ich es besprechen möchte. Es ist von S nach N gelegt: von Dalaas über Marias Abhang, Saladinaspitz und -Wand und Rothe Wand.

Im Kern des Sattels, mit dem wir es hier wiederum zu thun haben, dessen Axe eine fast WO-Richtung hat, erscheint die Buntsandsteinformation. Der südliche Flügel ist hier gleichfalls bedeutend kürzer als der nördliche. Der erstere besteht aus der Buntsandsteinformation, welche an Marias Abhang sehr gut aufgeschlossen ist, dem Muschelkalk, welcher bis an das Gasthaus zum Paradies reicht, den Partnachsichten, welche die kleinen Hügel nördlich vom Dorfe Dalaas bilden, und schliesslich den Raibler Kalken mit aufgelagertem Raibler Mergel. Letzterer ist neben dem Gasthaus zur Post gut aufgeschlossen.

Im nördlichen Flügel folgen auf die Buntsandsteinformation an Marias Abhang die Muschelkalkbänke an den steilen Abhängen der Alle Höhe, dann die Partnachsichten und Raibler Schichten, welche letztere bis an den Masonkamm reichen, darauf der Hauptdolomit, welcher die Saladinaspitze und einen Theil der Saladinawand bildet, sodann die Kössener Schichten, der Dachsteinkalk, die rothen Liaskalke und zum Schluss die Algäuschichten im oberen Theil der Saladinawand. Sämmtliche Formationsglieder sind, vom Hauptdolomit an, an den steilen Abhängen des kesselartig eingesenkten Formarinsees aufgeschlossen, so dass die Aufeinanderfolge von den Kössener Schichten bis zu den Algäuschichten hinauf deutlich zu verfolgen ist. Durch die Verwerfung, welche wir schon im vorher beschriebenen Profil erwähnt haben, sind die erwähnten Schichten scharf nach Norden abgeschnitten. An ihr führt entlang der Fussweg zur Formarinalp. Die Fortsetzung des Profiles ist von hier an eigentlich nur eine Wiederholung des zweiten Profiles.

Bevor ich dieses Profil abschliesse, möchte ich noch darauf hinweisen, dass man die Saladinawand am besten von Unter Wald bei Dalaas durch den Radonatobl über die Mehrenalpe und Alle Höhe erreicht. Die Saladinawand zeigt in Folge zweier kleiner Verwerfungen eine treppenartige Absenkung, die sich schon von der Mehrenalpe aus beobachten lässt, indem die in verschiedenen Höhenlagen befindlichen rothen Liaskalke sich deutlich markiren.

Ferner sieht man beim Aufstieg vom Radonatobl auf die Mehrenalpe ein gut aufgeschlossenes Profil zwischen Thannecker-Plattenwald und der Arlbergbahn. Man erkennt darin deutlich die antiklinale Wölbung der Schichten, ebenso wie am Rogelskopfe.

Die grosse Verwerfung, welche wir in den beiden letzten Profilen kennen gelernt haben und welche entlang des Formarinsees in der Richtung von WO verläuft, hat die Bildung des Formarinsees

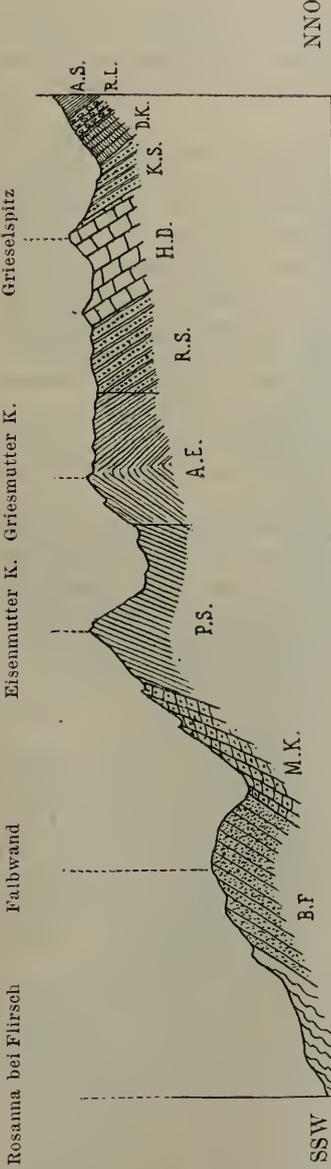


Fig. 6. Flirsch—Falbwand—Eisenmutter Kopf—Grieselmutter Kopf—Grieselspitz (1:50,000.)

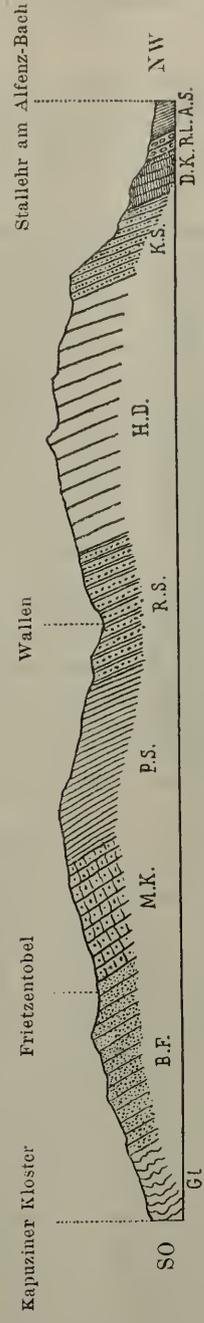


Fig. 7. Kapuziner Kloster—Frietzentobel—Wallen—Stallehr am Alfenz-Bach. (1:50,000.)

Gl. = Glimmerschiefer, B.F. = Buntsandsteinformation, M.K. = Muschelkalk, P.S. = Partnachschichten, R.S. = Raibler Schichten, H.D. = Hauptdolomit, K.S. = Kössener Schichten, D.K. = Dachsteinkalk, R.L. = Rother Lias, A.S. (A.E. in Fig. 6) = Algäuschichten.

verursacht. Der Ausfluss des Sees ist unterirdisch; erst weiterhin nach Osten im Radonathal sieht man plötzlich aus der Wand eine Wassermenge herausfliessen, welche höchstwahrscheinlich von dem See stammt.

4. Das Profil Stuben—Rauz—Ochsenboden—Trittkopfabhang ist in der Richtung SW nach NO gelegt und setzt sich zusammen aus einer Mulde, die aus Muschelkalk und Partnachschiechten gebildet wird, und aus einem Sattel, welcher die Fortsetzung des in den Profilen 1—3 beschriebenen ist.

Der kleinen Mulde gehören die Vorberge, welche bei Stuben in das Klosterthal hereinspringen, an. Am Rauzbach treten eigenthümlich schieferartige, von Kalkspathadern durchgezogene Thongebilde auf, darauf folgen die ächten Muschelkalkbänke, welche durch die in Serpentin geführte Landstrasse angeschnitten sind, darauf die Partnachschiechten. Diese drei Glieder bilden den südlichen Flügel der Mulde. Ihr nördlicher Flügel, welcher aus Partnachschiechten und Muschelkalk besteht, ist gleichzeitig der südliche Flügel des grossen Sattels, welchen wir schon bei Bings in der Nähe von Bludenz kennen gelernt haben und welcher das ganze Klosterthal durchzieht.

Der First des Sattels, dessen Flügel mit 75° — 85° nach Süden resp. nach Norden einfallen, ist durch Denudation abgetragen und erscheint daher nicht mehr als Wölbung.

Der nördliche Flügel besteht 1. aus dem vorhergenannten Muschelkalk, welcher in den Steinbrüchen bei Flexen und Rauz mit südlichem und nördlichem Einfallen aufgeschlossen ist, 2. aus den Partnachschiechten, welche bis an die fast senkrecht stehenden Raibler Kalke des Passes nach Zürs u. s. w. reichen, 3. aus den Raibler Schichten in ihrer vollen Entwicklung, die bis zur Ochsenbodenalp reichen, und schliesslich 4. aus dem Hauptdolomit, welcher die Abhänge des Trittkopfes bildet.

Aus diesen vier Profilen ersehen wir, dass der grosse Sattel, der sich entlang des Klosterthals hinzieht, in seinem Verlauf von W nach O verschiedenartig ausgebildet ist. Aus dem ersten (1.) Profil ersehen wir, dass durch die zwei Verwerfungen, die im First des Sattels weiter nach Osten hin (bis etwas vor der Eisenbahnstation Hintergasse) verlaufen, und durch spätere Abtragungen der südliche Flügel gleich östlich von St. Leonhard vollständig zerstört ist, wodurch das verhältnissmässig breite Thal bei Braz entstanden ist.

Aus dem zweiten (2.) Profil erhellt, dass der Sattel hier zwar wieder vollständig und nicht durch Verwerfungen zerstört ist, dass er aber eine kleine Sattelmulde enthält, ferner, dass sein nördlicher Flügel am Formarinsee durch eine Verwerfung abgeschnitten wird, so dass sich die Schichten vom Hauptdolomit an bis zu den Algäuschichten noch einmal wiederholen.

Aus dem dritten (3.) Profile ergibt sich, dass 1. an dem Kern des Sattels sich auch ältere Formationsglieder, als die Buntsandsteinformation, betheiligen, 2. dass der nördliche Flügel ebenfalls durch die oben erwähnte Verwerfung abgeschnitten ist, dass so der Formarinsee entstand und 3. dass ausserdem an der Saladinawand treppen-

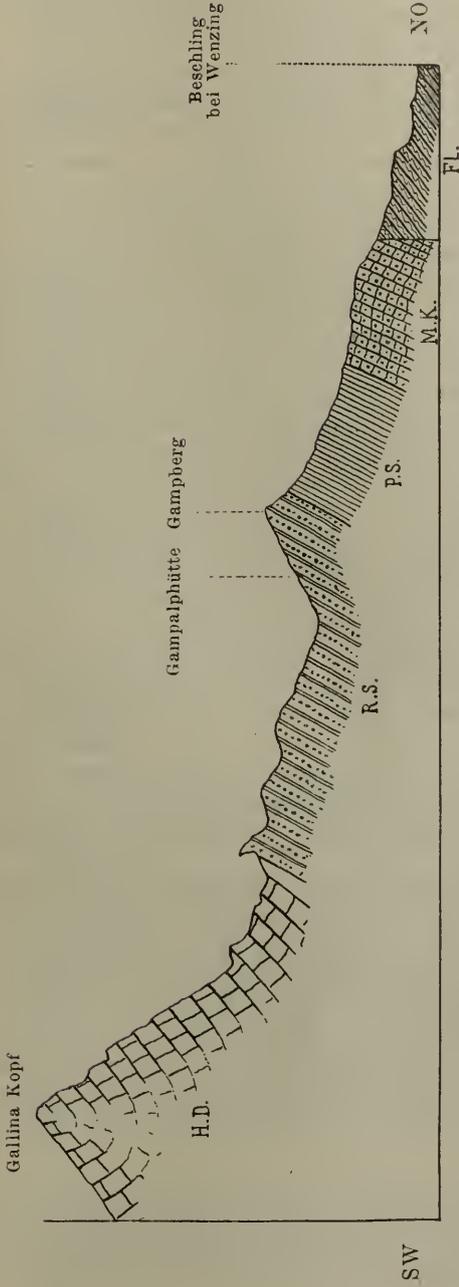


Fig. 8. Beschling—Gampberg—Gampalphütte—Gallina Kopf. (1:50.000.)

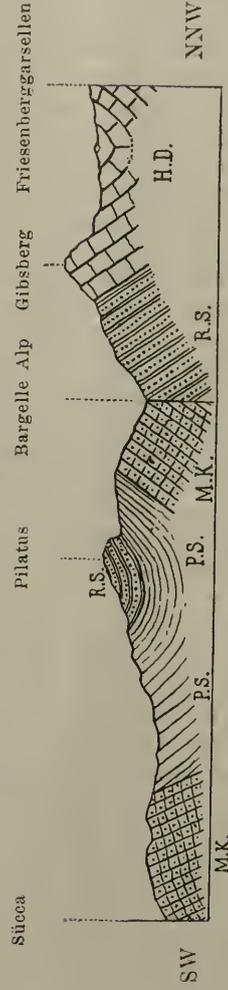


Fig. 9. Sücca—Pilatus—Bargelle Alp—Gibsberg—Friesenbergarsellen. (1:50.000.)

M.K. = Muschelkalk. P. S. = Partnachsichten. R. S. = Raibler Schichten. H. D. = Hauptdolomit FL = Flysch.

förmige Absenkungen der Schichten durch zwei kleine Verwerfungen stattgefunden haben. Von hier an ist weiter östlich die Wölbung des Sattels zum Theil abgetragen oder befindet sich noch im Stadium der Zerstörung, wie nämlich der Bergsturz bei Klösterle-Langen¹⁾ gezeigt hat; hierüber Näheres am Schlusse dieses Theiles.

Im vierten (4.) Profile ist der Sattel wieder völlig vorhanden und sein südlicher Flügel zu einer kleinen Mulde zusammengefaltet.

Etwas NNO von Stuben, in der Höhe der Walfayer Alp, bekommen wir einen Fingerzeig über die Ursachen der Bergstürze, welche im Klosterthal sowohl in früherer Zeit als auch im verfloßenen Sommer stattgefunden haben und noch in Zukunft stattfinden werden.

Die Höhe der Walfayer Alp bildet den First des weiter verlaufenden Sattels und besteht aus Muschelkalk. Dieses Hochplateau ist durch Spalten in allen Richtungen so zerrissen, dass man bei seiner Durchquerung jeden Augenblick in Verlegenheit kommt, welche Richtung man zu nehmen hat, um glücklich dem Spaltengewirr zu entkommen. Die längeren und tieferen Klüfte verlaufen von NO nach SW, verschiedene andere, kürzere und längere nach allen möglichen Richtungen. Die Länge, Breite und Tiefe dieser Spalten ist verschieden. Die Länge schwankt von ein Paar Metern bis zu 50, 80 Meter und mehr, die Tiefe ebenfalls von wenigen bis zu 10 und 15 Meter. Sie sind mehr oder weniger mit Schutt erfüllt. Hervorzuheben ist, dass man beim Gehen auf diesem Plateau ein eigenthümliches Geräusch wie beim Auftreten auf hohlen Wölbungen hört.

Es versteht sich von selbst, dass in einem solchen Gebiete, wo der First des Sattels aus steil einfallenden Flügeln besteht und sich darauf solche Spalten und Risse befinden, das Wasser, der Schnee, überhaupt der Wechsel der Jahreszeiten nach und nach sowohl mechanisch wie auch chemisch einwirken und sich in Folge dessen die Spalten erweitern und vertiefen; schliesslich sind die zwischen den mehr oder weniger dünnbankigen Kalken liegenden Mergel genug erweicht, bis dann auf einmal grosse Theile des südlichen Flügels herunterstürzen.

Auf diese Weise ist der Bergsturz von Klösterle—Langen vom vorigen Sommer zu erklären. So wird auch früher oder später der südliche Flügel der Walfayer Höhe herunter nach Rauz stürzen und dasselbe wird auch bei der Eisenbahnstation Hintergasse stattfinden. Auf diese Weise ist die Erweiterung des Klosterthals zu erklären, wie z. B. zwischen Bings und Hintergasse, bei Dalaas u. s. w. Thatsächlich ist auch überall da, wo das Klosterthal breit ist, unser Sattel zerstört und sein südlicher Flügel nicht mehr zu beobachten, weil er von Thalschutt bedeckt ist, wie man dies an dem Bergsturz Klösterle—Langen sehen kann.

5. Das Profil: St. Christof—Arlberg Höhe—Schindlerkamm, das von S nach N gerichtet ist, stellt den südlichen Flügel einer Mulde vor, deren nördlicher Flügel in dem von uns untersuchten Gebiet

¹⁾ J. Blaas: Bericht über den am 9. Juli 1892 bei Langen am Arlberg niedergegangenen Bergsturz (Verhandl. d. k. k. geolog. R.-A. 1892, pag. 261—266.)

fehlt. Auf dem krystallinischen Gebirge liegt die Buntsandsteinformation der Arlberg Höhe, darauf der Muschelkalk an dem untersten Theil der Abhänge des nördlichen Ufers des Steissbaches. Auf die zum Theil mit Vegetation bedeckten Muschelkalkbänke folgen unter den steilen Wiesen die Partnachsichten, dann die Raibler Schichten, die in ihrer ganzen Entwicklung aufgeschlossen sind. Aus Hauptdolomit bestehen die zackigen Käme der Schindlerspitz. Sämmtliche Schichten streichen N 45° O und fallen 65°—80° NO ein.

6. Das Profil: Rosanna bei Flirsch—Eisenmutterkopf—Griesmutterkopf—Griesspitz ist von SSW nach NNO gelegt. Wir haben hier in seinem ersten Abschnitt eine Ueberkippung, an welcher die krystallinischen Schichten (?), die Buntsandsteinformation, der Muschelkalk und die Partnachsichten Theil genommen haben. Durch zwei Verwerfungen sind die Algäuschichten und die Triasformation eingesenkt, und zwar so, dass sie für sich selbst zu einem Sattel gefaltet sind, dessen First mit dem Griesmutterkopf zusammentrifft. Im zweiten Abschnitt, jenseits der Verwerfungen, folgen normal alle Formationsglieder von den Raibler Schichten bis zu den Algäuschichten.

Aus den Profilen 5 und 6 erschen wir, dass der vom Klosterthal her bekannte Sattel nicht mehr ausserhalb Vorarlberg fortsetzt, sondern, dass die Triasformation etc. in Folge von Störungen im Profile 5 als der Flügel einer Mulde vorhanden sind, denn weiter nach Osten hin ist, wie Profil 6 zeigt, der nördliche Flügel des Sattels ganz normal entwickelt, dagegen der südliche als Ueberkippung vorhanden und durch die Einsenkung der Algäuschichten unterbrochen.

Kehren wir jetzt nach Vorarlberg zurück, um den Theil der Sedimentgesteine im Montafon zu besprechen, welche nordöstlich des III liegen.

7. Das Profil: Stallehr am Alfenzbach—Wallen bei St. Anton—Frientobl—Kapuzinerkloster im Montafon ist von NW nach SO gelegt. Wir haben es hier mit einer Mulde zu thun, deren nördliche Flügel zum Theil durch die grosse Verwerfung, welche entlang des Klosterthals verläuft, abgeschnitten ist, da die ganze Reihenfolge zum Theil von den Raibler Schichten bis zu den Algäuschichten hier fehlt. Dieses Profil steht in directer Verbindung mit dem Profil 1, dessen südlicher Flügel der zerstörte nördliche Flügel unserer Mulde ist, so dass am Anfang und Ende des Klosterthals entsprechende tektonische Bildungen (vergl. Profil Nr. 4) stattgefunden haben. Der einzige Unterschied liegt darin, dass an der Bildung der Mulde des Profils Nr. 4 nur Muschelkalk und Partnachsichten, dagegen hier auch noch viel jüngere Schichten (bis zu den Algäuschichten) theilgenommen haben. Ferner ist der Mittelflügel im Profil 4 unzerstört geblieben, hier dagegen durch die schon erwähnte Klosterthalverwerfung zerstört.

Die Schichten des südlichen Flügels, welche fast von W nach O streichen und N 70° einfallen, ziehen durch die keilförmige Scholle hindurch und stossen mit ihrem östlichen Ende an das krystallinische Gebirge des Kristbergs u. s. w., ziehen dagegen mit südwestlicher Biegung weiter im Montafon bis zum Rhätikon.

8. Das Profil: Beschling bei Nenzig—Gampberg—Gampalphütte—Gallinakopf, welches von NO nach SW verläuft, gibt uns mit dem folgenden Profile (Nr. 9) einen allgemeinen Ueberblick über den Aufbau des westlichen Theiles unseres Gebietes. Es geht durch den nördlichen Flügel einer sehr ausgedehnten Mulde. Ihren Kern bildet der Hauptdolomit des Gallinakopfes; ihre Axe verläuft von W nach O; die Schichten streichen N 82° W und fallen S 40°—50° ein. An den südlichen Abhängen des Gallinakopfes fallen die Hauptdolomitbänke N 45° ein, so dass schon am Gallinakopf selbst ein verschiedenes Einfallen der Schichten beobachtet werden kann.

Gleich an der Verwerfung, welche die Flysch-Zone bei Beschling u. s. w. von der Triasformation trennt, tritt Muschelkalk auf, welcher die nördlichen Abhänge des Gampberg bildet, darüber folgen die Partnachsichten, welche fast bis zur Gampberg Höhe reichen und von den vorzüglich entwickelten und aufgeschlossenen Raibler Schichten überlagert werden. Diese sind hier ihrer Verbreitung und Ausbildung wegen von grossem Interesse. Schon landschaftlich fallen sie sowohl durch die hohen Rauchwackepyramiden als auch durch die kesselförmigen Vertiefungen an den Stellen, wo der Gyps ausgelaugt worden ist, auf. Es folgt der Hauptdolomit des Gallinakopfes, welcher muldenförmig nach Norden und Süden einfällt.

9. Das Profil im Fürstenthum Liechtenstein: Saminathal—Sücca (Curort) — Pilatus — Bargellealp — Gipsberg — Friesenbergarsellen, welches von SSO nach NNW gelegt ist, stellt eine kleine Mulde und den südlichen Flügel der vorher besprochenen Mulde vor. Der Bergkamm, welcher am Fürke, an der südlichen Grenze des Fürstenthums Liechtenstein und der nördlichen Grenze der Schweiz anfängt und das ganze Fürstenthum von Süden nach Norden durchzieht, gibt uns in Verbindung mit dem Saminathal Gelegenheit, die kleine Mulde am Sücca—Pilatus in unserem Profil eingehend kennen zu lernen. Diese Bodenconfiguration legt sämtliche Formationsglieder von allen Seiten frei. Die Schichten ihres südlichen Flügels der kleinen Mulde streichen N 60° W und fallen 45°—60° NNW ein; an ihrem Aufbau nehmen Muschelkalk, Partnachsichten und Raibler Schichten Theil; die Buntsandsteinformation, welche am Triesnerberg aufgeschlossen zu sein scheint, haben wir nicht in unser Profil mit eingezogen, da wir sie am Saminathal nirgends anstehend, sondern nur umherliegende Blöcke gesehen haben.

Die Raibler Schichten schliessen an der Pilatusspitze auch die Megalodon führende Dolomitbank ein. Die Schichten des nördlichen Flügels streichen wie die des südlichen, nur fallen sie etwas steiler nach SSO ein.

Diese kleine Mulde stösst durch eine Verwerfung an den südlichen Flügel der im Profil 8 erwähnten Mulde. Die Schichten dieses Flügels bestehen nur aus Raibler Schichten und Hauptdolomit, sie streichen von W nach O und fallen mit 50°—60° N ein. In diesem Profil bildet der Hauptdolomit ebenfalls den Kern der Mulde.

Wohl haben wir mit diesen Profilen nicht alle tektonischen Verhältnisse erschöpft, da unser Gebiet an verschiedenen Stellen noch

viele Längs- und Querverwerfungen durchstreichen, die erst durch weitere geologische Aufnahmen im Maassstabe 1 : 25.000 hervortreten würden.

C. Palaeontologischer Theil.

In dieser Abtheilung werden wir ausser den Versteinerungen, welche in den Partnachsichten entweder zum ersten Mal auftreten oder durch ihre Vorkommen uns Veranlassung zur Besprechung geben, noch zwei aus den Schichten mit *Natica Stanensis Pichler* stammende Fossilien und eines aus den Raibler Schichten berücksichtigen.

I. Brachiopoden.

Lingula Christomani nov. spec.

Taf. V, Fig. 3—10.

In den Partnachsichten am Masonfall bei Braz kommt eine dünnbankige Mergelschichte vor, welche ganz erfüllt ist mit einer *Lingula*, die sich von den bisher beschriebenen Arten specifisch unterscheidet.

Der Umriss unserer *Lingula Christomani* ist oval. Der Wirbel ist spitzig, die Wirbelkanten bilden einen Winkel von 75° , die Seiten der Klappen und der Stirnrand bilden zusammen eine Cürve. Die Schale ist sehr dünn, hornig glänzend und mit ziemlich dichtstehenden Anwachsstreifen bedeckt. *Lingula Christomani* ist fast gleichklappig; die Schalen sind schwach gewölbt.

Innerer Bau der Dorsalschale: Im Grunde des Schnabels befindet sich ein runder Muskeleindruck, unterhalb dieses Eindruckes beginnt die dicke Medianleiste, welche sich fast bis zum Stirnrand hinunterzieht. Links und rechts davon liegen zwei kräftige, grosse, ovale Schliessmuskeleindrücke. Zwei Furchen, welche parallel zu den Wirbelkanten bogenartig verlaufen, treffen in der Mitte der Klappe zusammen; sie schliessen den Theil der Schale ein, in welchem das Thier sass. Zwischen diesen Furchen liegen zwei kleine, ovale Muskeleindrücke, ferner links und rechts der Medianleiste ebenfalls zwei rundliche bis ovale Muskeleindrücke.

Lingula Christomani hat eine gewisse Aehnlichkeit mit der *Lingula tenuissima Bronn*, unterscheidet sich aber von dieser erheblich; die letztere hat eine hochgewölbte Schale, welche sich vom Stirnrand gegen den Wirbel hin allmählich zuspitzt (s. Beschreibung und Abbildung Bronn, Taf. XIII, Fig. 6, pag. 51). Ferner unterscheiden sich beide Arten durch den oben beschriebenen inneren Bau der Dorsalschale.

Die *Lingula Zenkeri* von Alberti unterscheidet sich von *Lingula Christomani* durch ihre mehr oder weniger vierseitige und sehr flache Form. Bei ihr ist der Stirnrand fast gerade, seine Enden sind abgerundet; die Seitencommissuren verlaufen fast parallel. Die Schloss-

linie geht kreisförmig in die Seitencommissur über. Der Wirbel ist spitzig, jedoch bilden die Wirbelkanten einen Winkel von ca. 105°. Ferner unterscheidet sie sich durch den inneren Bau der Dorsalschale. Diese zeigt bei ihr eine Medianleiste, welche von dem Wirbel bis zum Stirnrand reicht und fächerförmig ausstrahlt. Weitere Unterschiede bestehen in der Anordnung der Muskeleindrücke, welche eine andere Gestalt haben und in abweichender Weise getheilt sind.

Zum Vergleich bilden wir auf Taf. V, Fig. 13, 14 zwei *Lingula tenuissima* Bronn aus der Buntsandsteinformation (Werfener Schichten) von Hammerstiel bei Berchtesgaden (Münchener Staatsmuseum) ab, sowie Fig. 11, 12 drei *Lingula Zenkeri* von Alberti, von denen die eine den inneren Bau der Dorsalschale von oben gesehen zeigt. Sie stammen aus dem dolomitischen Keupermergel der Steinbrüche bei Sinsheim in Baden (aus der Privatsammlung des Herrn Dr. A. Rothpletz).

Diese Species benenne ich zu Ehren meines Lehrers, Herrn Prof. Christomanos zu Athen.

Spiriferina Lipoldi Bittner.

1890. *Spiriferina Lipoldi Bittner*. Brachiopoden der alpinen Trias, pag. 139, Tab. XXVIII, Fig. 20 und 21.

Aus den Partnachsichten von Flexen bei Stuben liegen mir 20 Stücke vor, welche ich zusammen mit *Retzia Bittneri nov. spec.* gefunden habe. Sie stimmen mit Bittner's *Spiriferina Lipoldi* überein. Es sind fast nur einzelne Schalen. Einige Exemplare sind zwar zweiklappig, aber immer ein wenig verdrückt. Sie sind im Allgemeinen ein wenig kleiner, als die von Bittner beschriebenen und abgebildeten Exemplare. —

Spiriferina Lipoldi Bittner nov. var. hemicycla.

Taf. V, Fig. 15, 15a—d.

Umriss: Langoval mit einer Neigung zum dreieckigen.

Commissur: An der Seite sowohl wie an der Stirn stark gezackt und an letzterer eine schwache Curve beschreibend.

Grosse Schale: Hoch gewölbt, ein Sinus zieht sich vom Schnabel bis zur Stirn, in ihm liegt eine secundäre Rippe, welche nach der Stirn zu dieselbe Höhe wie die anderen annimmt.

Kleine Schale: Ebenso stark gewölbt wie die grosse: der secundären Rippe des Sinus der grossen Schale entspricht eine gespaltene Rippe der kleinen Schale.

Schnabel der grossen Schale mässig hoch und schwach gebogen. Area hoch, mit nicht besonders scharfen Seitenkanten, sie sind abgerundet. Der Schnabel der kleinen Schale ist ebenfalls gut entwickelt; auch hier ist eine Area vorhanden, welche fast halb so hoch ist wie die der grossen Schale.

Ornamentirung: Auf beiden Seiten des Sinus sind je 4—5 Rippen vorhanden, die fünfte Rippe bildet jedoch eigentlich nur die Begrenzung des Feldchens, welches zwischen ihr und der Arealkante liegt. Auf der kleinen Schale besteht der Wulst etwas unterhalb des Schnabels aus einer Rippe, die sich in ihrem Verlauf nach dem Stirnrand hin in zwei secundäre Rippen theilt und der Mittelrippe des Sinus der grossen Schale entspricht.

Dimensionen:

	<i>a</i>	<i>b</i>
Höhe:	3 Mm.	3·5 Mm.
Breite:	3·6 Mm.	4·3 Mm.
Dicke:	2·7 Mm.	2·7 Mm.

Unsere *Spiriferina* hat eine grosse Aehnlichkeit mit der von Bittner beschriebenen und abgebildeten *Spiriferina Lipoldi*, unterscheidet sich aber durch den weniger gebogenen und entwickelten Schnabel der grossen Schale, durch die längere Schlosslinie, in welche die breiteste Stelle unserer *Spiriferina* fällt, und durch ihre bedeutend kleineren Dimensionen.

Wir betrachten unsere *Spiriferina* als eine Varietät der *Spiriferina Lipoldi* Bittner und geben ihr den Namen *hemicycla*, wegen der vollständig halbkreisförmigen Gestalt des Umrisses der kleinen Schale.

Vorkommen in dem verwitterten rauhmergeligen Kalke der Partnachschichten des Masonfalls bei Braz. 6 Stücke, in Limonit umgewandelt.

Retzia Schwageri var. *media* Bittner.

Taf. V, Fig. 1 *a—e*; 2 *a—e*.

1870. *Retzia Schwageri* var. *media* Bittner (Brachiopoden der alpinen Trias pag. 164, Tab. XLI, Fig. 12).

Umriss: Langoval mit einer Neigung zum dreieckigen.

Commissur: An der Seite auf dem Lateralfelde gerade, dann gefaltet, an der Stirn stark gezackt ohne Curve.

Grosse Schale mässig gewölbt, Sinus nicht vorhanden.

Kleine Schale stärker gewölbt als die grosse, die drei mittleren Rippen treten wulstartig hervor.

Schnabel: Hoch, gerade, von Kanten begrenzt, welche eine deutliche Area einschliessen.

Ornamentirung: Auf der grossen Schale sind 8 scharfe und hohe primäre Rippen und auf der kleinen 9 ebensolche. Auf dem Steinkern liegt stets in der tiefsten Stelle der Einsenkungen zwischen je zwei primären Rippen eine feinere gerundete Rippe; ferner befinden sich auf der seitlichen Abdachung der primären Rippen je 3, 4 oder sogar 5 feinere Rippen, welche längs den primären Rippen verlaufen.

Grösste Breite etwas unterhalb der Mitte.

Dimensionen der abgebildeten Exemplare von Flexen (*a*) und Wendelstein (*b*):

	<i>a</i>	<i>b</i> -
Höhe:	8·6 Mm.	7·8 Mm.
Breite:	7·3 Mm.	7·0 Mm.
Dicke:	5·6 Mm.	4·6 Mm.

Armgerüste unbekannt.

Auf Bittner's Originalabbildung ist wohl durch ein Versehen des Zeichners die sekundäre Berippung des Steinkernes nicht angedeutet. Ich bilde daher das betreffende Stück noch einmal und zum Vergleiche auch ein Exemplar von Flexen ab.

Vorkommen: 3 Stücke aus den Partnachsichten bei Flexen in der Nähe von Stuben (Vorarlberg). Ferner 6 Stücke aus den Partnachsichten am Soin Grat im Wendelsteingebiet.

Rhynchonella faucensis Rothpletz.

Taf V, Fig. 19, 20, 21, 21 *a*, 22, 23, 23 *a*—*c*.

1862. *Terebratula Ramsaueri* Beyrich: Vorkommen St. Cassianer Versteinerungen im Calvarienberg bei Füssen pag. 35.
 1871. *Terebratula Ramsaueri* Quenstedt: Brachiopoden pag. 368.
 1886. *Rhynchonella faucensis* Rothpletz: Vilser Alpen pag. 134, Taf. XIII, Fig. 6, 9—11.
 1890. *Waldheimia* (*Cruratula*) *fauensis* Rothpl. *sp.* bei Bittner: Brachiopoden der alpinen Trias pag. 204 u. 254, Taf. VII, Fig. 23—26.
 1892. *Rhynchonella faucensis* Skuphos: Stratigraphische Stellung der Partnachsichten u. s. w. in den Nordtiroler und Bair. Alpen. pag. 136.

An zwei verschiedenen Stellen, nämlich am Masonfall bei Braz und am Gamtegg bei Dalaas, fand ich oberhalb der Schichten, in welchen *Partanosaurus Zitteli mihi* und *Microleptosaurus Schlosseri mihi* vorkommen, ca. 80 Exemplare der *Rhynchonella faucensis* Rothpletz. Leider sind meistens bloß einzelne und zwar hintere Schalen vorhanden; nur 9 Stücke weisen beide Klappen auf. Diese beweisen, dass die von Rothpletz 1886 aufgestellte *Rhynchonella faucensis* tatsächlich zum Genus *Rhynchonella* gehört und nicht zu *Waldheimia*, wie Bittner (loc. cit.) annahm. An dem Fig. 19 abgebildeten Stück, welches zufällig fast in der Medianebene zerbrochen ist, sehen wir sehr schön die kurzen, säbelförmigen Crura, welche durchaus mit denjenigen der gewöhnlichen Rhynchonellen übereinstimmen. Wir sehen aus demselben Stück, dass die Crura nicht abgebrochen sind; die Species kann also weder zu *Waldheimia* noch zu *Rhynchonellina* gehören. Der Schnabel ist an diesem Stück in seiner ganzen Länge erhalten und zeigt uns, dass an der Spitze kein Foramen vorhanden war. Dasselbe muss also in der Deltidialspalte gelegen sein, wo es aber in Folge des Erhaltungszustandes nicht mehr zu sehen ist. Bei sämtlichen Exemplaren ist die Schale faserig und nie punktirt. Wir können somit die Species nur zu *Rhynchonella* stellen.

Hervorzuheben ist, dass *Rhynchonella faucensis* stark variiert; sie ist entweder breit dreieckig oder hochoval oder hochdreieckig. Auf der kleinen Schale ist ein langes, hohes Medianseptum sichtbar. Da der Schnabel sehr hart, spitz und gekrümmt ist, bricht er leicht ab und dann sieht er so aus, wie ihn die Abbildungen bei Bittner und Rothpletz darstellen.

II. Lamellibranchiata.

Modiola (?) *Böhmi* nov. sp.

Taf. V, Fig. 24.

In den lockeren mergeligen Kalken der Schichten mit *Natica Stanensis* Pichl. habe ich bei Flirsch in Tirol zusammen mit *Myophoria costata* Zenk. sp. eine wohlerhaltene linke Klappe dieser neuen Species gefunden. Sie ist kräftig gewölbt, hat einen hohen gerundeten Rücken und länglichovalen Umriss. Der Unterrand ist schwach eingebogen, der Wirbel ist fast terminal gelegen. Unter dem Wirbel befindet sich, durch eine schwache Einsenkung von dem hinteren Theil der Schale abgetrennt, eine flache Vorwölbung. Eine Muskelleiste, wie sie für *Myoconcha* charakteristisch ist, lässt sich nicht darauf wahrnehmen. Aus diesem Grunde habe ich die vorliegende Form zu *Modiola* gestellt, indessen ist zuzugeben, dass ihre generische Stellung erst nach Untersuchung weiteren Materiales gesichert werden kann. Jedenfalls ist sie aber specifisch von allen bekannten *Modiola*- und *Myoconcha*-Formen der Trias verschieden. Die grösste Breite liegt an dem hinteren Ende der Schlosskante. Die Länge der geraden Schlosslinie beträgt 14 Mm., die ganze Länge der Schale 30 Mm. Ihre breiteste Stelle misst 12 Mm. Die Oberfläche ist mit sehr feinen Anwachsstreifen verziert.

Diese Species widme ich meinem Freunde Herrn Dr. Johannes Böhm.

Vorkommen: Schichten mit *Natica Stanensis* Pichler von Flirsch in Tirol.

Myophoria costata Zenk. sp.

Taf. V, Fig. 25, 26.

Da dieses charakteristische Leitfossil der oberen deutschen und alpinen Buntsandsteinformation in meinem Gebiete bisher noch nicht gefunden war, und da es mir eine genaue Altersbestimmung des Schichtencomplexes, aus dem es stammt, ermöglicht, so will ich zwei verhältnissmässig gut erhaltene Exemplare davon abbilden.

Vorkommen: Es setzt bei Schman und Flirsch in Tirol ganze Bänke fast allein zusammen. Bei Flirsch fand ich in denselben Bänken die *Modiola Böhmi* nov. sp. und einen unbestimmbaren „*Myacites*“.

Megalodus triquetus Wulfen sp.

Taf. V, Fig. 16, 16 a, b, 17, 18.

1793. *Cardium triquetrum* Wulfen, Abhandlungen von kärntnerischen pfauschweifigen Helmintholith oder dem sogenannten opalisirenden Muschelmarmor, Erlangen, bei Joh. Jac. Palm.
1862. *Megalodon triquetus* (pars) Gümbel, Die Dachsteinbivalve (*Megalodon triquetus*) und ihre alpinen Verwandten. Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wiss. Bd. XLV, pag. 362, Taf. III, Fig. 7—8.
1880. *Megalodus triquetus* Hörnes, Monographie der Gattung *Megalodus*. (Denkschrift d. kais. Akad. d. Wiss. Bd. XL, pag. 22 ff. Taf. I, Fig. 2 und 3.)
1887. *Megalodus triquetus* v. Wöhrmann, Die Fauna der sogenannten Cardita- und Raibler-Schichten in d. Nordtiroler und bayerischen Alpen. Jahrbuch d. k. k. geolog. Reichsanstalt Bd. 39, pag. 224, Tab. IX, Fig. 24—25.

Wir bilden drei Exemplare des *Megalodus triquetus* Wulfen sp. von verschiedener Grösse ab, welche in den unteren und oberen Raibler Schichten in Vorarlberg und dem Fürstenthum Liechtenstein vorkommen. Wo sie auftreten, findet man sie immer in grosser Zahl. Leider ist die Erhaltung ungünstig. Ich fand kein einziges beschaltes Exemplar; indessen stimmen die Steinkerne so vollständig mit den Abbildungen von Hörnes auf Taf. I, Fig. 2 *abc* und 3 überein, dass kein Zweifel über die Zugehörigkeit unserer Stücke zum echten *Megalodus triquetus* Wulfen sp. bestehen kann.

Vorkommen: Raibler Schichten von dem südlichen Abhange der Gamsfreiheit, Alle Höhe bei Dalaas, Ochsenboden bei Stuben etc.

III. Reptilien.*Partanosaurus Zitteli* Skuphos.

Dieses Reptil, das aus den Partnachsichten am Masonfall bei Braz stammt, habe ich in den Abhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt (1893, Bd. XV., Heft 5) eingehend beschrieben.

Microleptosaurus Schlosseri Skuphos.

Ebenda habe ich dieses Fossil beschrieben.

Aus dem Vorhergehenden ersehen wir, dass in den Partnachsichten ausser den 55 Versteinerungen, welche bis jetzt überhaupt in ihnen gefunden worden sind, in diesen Gebiet zum erstenmal 5 neue Versteinerungen, und zwar 1. *Lingula Christomani* nov. sp., 2. *Spiriferina Lipoldi* Bittner, 3. *Spiriferina Lipoldi* Bittner nov. var. *hemicycla*, 4. *Partanosaurus Zitteli* Skuphos und 5. *Microleptosaurus Schlosseri* Skuphos auftreten. Von diesen 5 neuen Versteinerungen

kommt die *Spiriferina Lipoldi Bittner* auch in den Raibler Schichten, der *Partanosaurus Zitteli mili* höchstwahrscheinlich in dem ausseralpinen Muschelkalk-Bonebed von Crailsheim vor. Die übrigen drei sind bis jetzt nur in den Partnachschiehten gefunden worden.

D. Zusammenfassung.

Ich möchte in diesem Abschnitte in Kurzem die Ergebnisse der vorhergehenden Untersuchungen in Vorarlberg und im Fürstenthum Liechtenstein geben, welche von allgemeinem Interesse sind. Der Uebersicht wegen werde ich sie nach der Reihenfolge der Schichten von unten nach oben geben:

1. Unter der Bezeichnung Buntsandsteinformation habe ich einen Complex zusammengefasst, welcher von unten nach oben aus folgenden Schichten besteht: Das was bis jetzt als Verrucano bezeichnet wurde mit den Werfener Schichten ähnlichen Einlagerungen, die lockeren versteinерungsführenden Mergelkalle und die Rauchwacke. Diese letzteren entsprechen wohl den Myphorienschichten Rothpletz.

2. Der Name Verrucano ist nach meiner Auffassung wenigstens für unser Gebiet nummehr aufzugeben.

3. Der ganze Schichtencomplex mitsammt dem Verrucano etc. gehört zur unteren Trias, wie schon die Bezeichnung Buntsandsteinformation besagt.

4. Der Localname Virgloriakalk Richthofen's ist gleichfalls aufzugeben, da er nicht ein bestimmtes oberes Glied des Muschelkalks darstellt, sondern im Grossen und Ganzen der Muschelkalk im weiteren Sinne ist.

5. Die Partnachschiehten liegen in diesem Gebiete ebenfalls stets über dem Muschelkalk. Sie bilden das Hangende des „alpinen Muschelkalks“ und gehören zum oberen „deutschen Muschelkalk“. Diese letztere Auffassung erhält ihre Stütze auch durch das Vorkommen des *Partanosaurus Zitteli* im Muschelkalk-Bonebed zu Crailsheim.

6. Die Partnachschiehten dieses Gebietes sind petrographisch, stratigraphisch und faunistisch ident mit denen der Nordtiroler und Bayerischen Alpen.

7. Die Grenze zwischen dem Muschelkalk und den Partnachschiehten sind nirgendwo scharf zu ziehen.

8. Sandsteine sind in den Partnachschiehten in diesen Gebiet ebenfalls nicht beobachtet.

9. Die Mächtigkeit der Partnachschiehten schwilt bis zu 250 Meter an und schwankt gewöhnlich zwischen 150—200 Meter; es ist also in Vorarlberg und im Fürstenthum Liechtenstein ihre Mächtigkeit eine weit grössere als in den Bayerischen und Nordtiroler Alpen.

10. Ausser in Vorarlberg und im Fürstenthum Liechtenstein sind die Partnachschiehten durch die neuesten Forschungen Bittner's und Böse's auch im Ennsthale in Oberösterreich bei Weyer und in den Hohenschwangauer Alpen nachgewiesen; es ist anzunehmen, dass sie

nummehr als ein charakteristischer Oberer Horizont des alpinen Muschelkalks in den nördlichen Ostalpen (vom Fürstenthum Liechtenstein im Westen bis nach [Wien?]) Weyer entwickelt sind.

Es hat sich die in meiner früheren Arbeit unter 10 ausgesprochene Ansicht, dass die Parallelisirung der Partnachschichten mit den Zlambachschichten im Salzkammergut nicht durchführbar ist, bestätigt, im Gegensatz zu Fraas¹⁾. — Mojsisovics²⁾ stellt diese wie ich es auch gethan habe, in die rhätische Stufe.

12. Eine Mergelfacies mit *Daonella* oder Partnachschichten einerseits und eine Kalk- und Mergelfacies mit *Koninkina* oder Cassianer Schichten andererseits, wie sie Fraas in seiner Scenerie der Alpen unterscheidet, ist innerhalb der Partnachschichten in den nördlichen Ostalpen nicht aufrecht zu halten. Diese Facies sind nirgendwo getrennt entwickelt, sondern überall, wo Partnachschichten vorkommen, wechseln mehr oder weniger sowohl die Versteinerungen als auch die Gesteinsarten verschiedenartig mit einander. (Vergl. Partnachschichten pag. 153 [im Separatabdruck pag. 9] und meine frühere Arbeit.)

13. Da ich den ganzen Schichtencomplex zwischen Partnachschichten und Hauptdolomit als den Raibler Schichten im weiteren Sinne entsprechend nachgewiesen habe, ist nunmehr auch der Name Arlbergkalk aufzugeben.

14. Der Wettersteinkalk fehlt ganz und gar in Vorarlberg und im Fürstenthum Liechtenstein.

15. Es ist möglich, dass in der Zeit, in welcher der Wettersteinkalk abgelagert wurde, in unserem Gebiete vielleicht der oberste Theil der Partnachschichten und die untersten cavernösen Kalke, welche mit dünnen Mergelschichten wechsellagern und den Raibler Schichten angehören, zum Absatz kamen. Daher wäre auch die Grenze zwischen Muschelkalk und Keuper oberhalb dieser cavernösen Raibler Schichten zu ziehen; wenn sich die Vermuthung, dass auch der Wettersteinkalk zur Zeit des ausseralpinen oberen Muschelkalkes abgelagert ist, bestätigt³⁾.

16. Es unterliegt keinem Zweifel mehr, dass die Partnachschichten zum Muschelkalk gehören, und zwar als ein oberes Glied desselben. Mit den cavernösen untersten Bänken der Raibler Schichten zusammen gehören sie dem ausseralpinen oberen Muschelkalk an (Vergl. *Partanosaurus* etc.)

¹⁾ E. Fraas. Scenerie der Alpen. Leipzig 1892, pag. 146 u. 147.

²⁾ E. v. Mojsisovics. Die Hallstätter Entwicklung der Trias. (Sitzungsbericht d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Bd. CL. Abth. I, 1892, pag. 775 ff.)

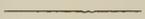
³⁾ Soeben geht mir eine Publication meines Freundes, Herrn Dr. Wilhelm Salomon (Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt zu Wien 1893, pag. 90) zu, in welcher auf Grund palaeontologischer Untersuchung der Marmolatafauna der Marmolatakalk selbst und ansser diesen der Esinokalk, Schlerndolomit, Wettersteinkalk und das System der Wengener- und Cassianer Schichten mit dem oberen deutschen Muschelkalk parallelisirt werden.

Tafel V.

**Ueber die Entwicklung und Verbreitung der Partnach-
schichten in Vorarlberg und im Fürstenthum Liechtenstein.**

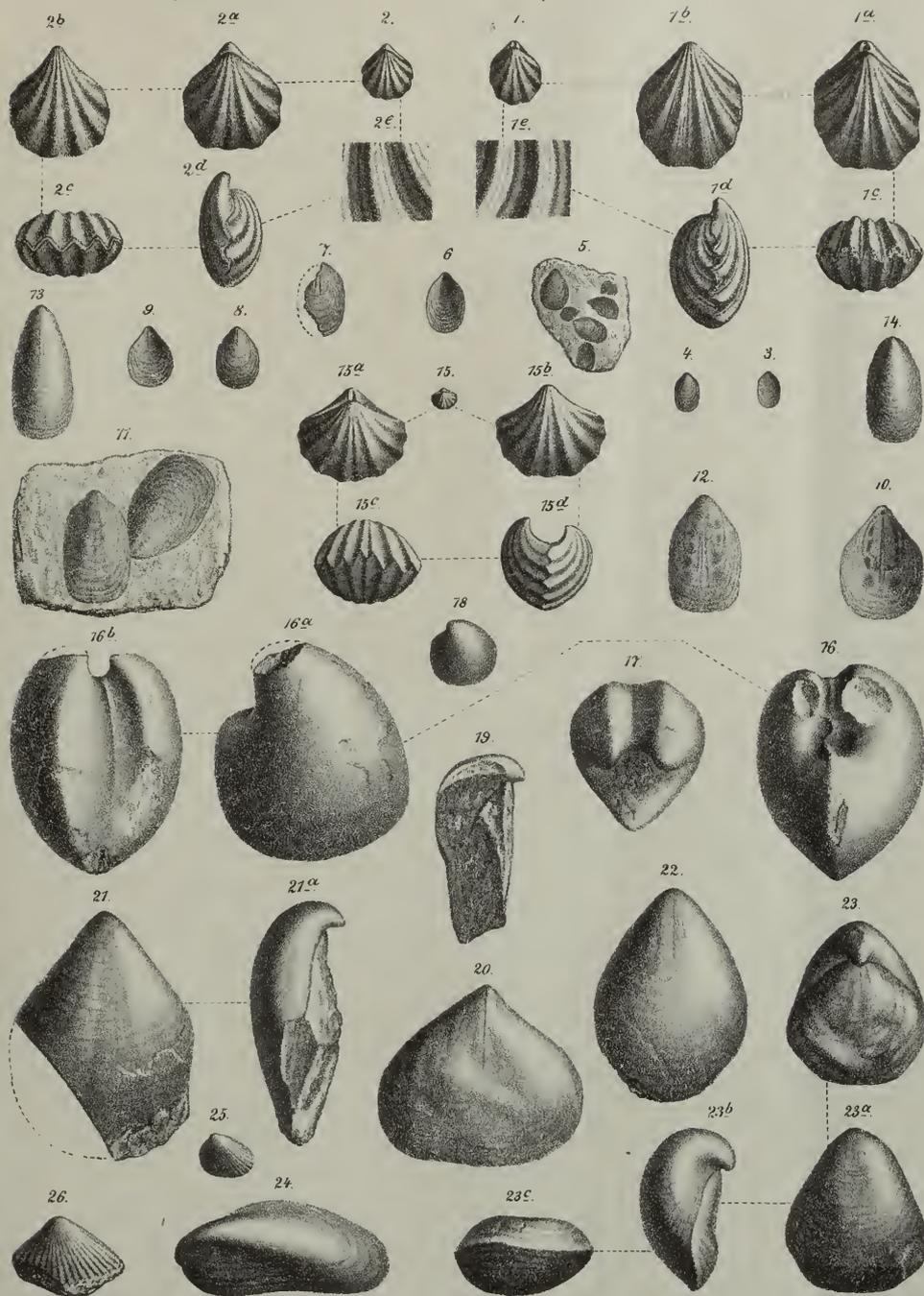
Erklärung zu Tafel V.

- | | | |
|----------------|---|---|
| Fig. 1 a—e. | } | <i>Retzia Schwageri</i> var. <i>media</i> Bittner. |
| Fig. 2 a—e. | | |
| Fig. 3. | } | <i>Lingula Christomani</i> nov. spec. |
| Fig. 4. | | |
| Fig. 5. | | |
| Fig. 6. | | |
| Fig. 7. | | |
| Fig. 8. | | |
| Fig. 9. | | |
| Fig. 10. | } | <i>Lingula Zenkeri</i> v. <i>Alberti</i> . |
| Fig. 11. | | |
| Fig. 12. | } | <i>Lingula tenuissima</i> Bronn. |
| Fig. 13. | | |
| Fig. 14. | } | <i>Spiriferina Lipoldi</i> Bittner nov. var. <i>hemicycla</i> . |
| Fig. 15 a—d. | | |
| Fig. 16 a b. | } | <i>Megalodus triqueter</i> Wulfen sp. |
| Fig. 17. | | |
| Fig. 18. | | |
| Fig. 19. | } | <i>Rhynchonella faucensis</i> Rothpletz. |
| Fig. 20. | | |
| Fig. 21, 21 a. | | |
| Fig. 22. | | |
| Fig. 23 a c. | | |
| Fig. 24. | } | <i>Modiola</i> (?) <i>Böhmi</i> nov. spec. |
| Fig. 25. | | |
| Fig. 26. | | |



Dr. Th. G. Skuphos: Partnach-Schichten in Vorarlberg etc

Taf. V.



A. Bickmayer, n.d. Not. gez. u. lith.

Lith. Anst. v. Br. Koller, München.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [043](#)

Autor(en)/Author(s): Skuphos Theodor Georg

Artikel/Article: [Ueber die Entwicklung und Verbreitung der Partnachsichten in Vorarlberg und im Fürstenthum Liechtenstein. 145-178](#)