

## 5. Ueber die Silurbildungen der Ostalpen mit Bemerkungen über die Devon-, Carbon- und Perm-Schichten dieses Gebietes.

VON HERRN GUIDO STACHE IN WIEN.

---

(Abdruck a. d. Zeitschr. d. Deutschen geolog. Gesellschaft, Jahrg. 1884.)

---

Auf der grossen geologischen Uebersichtskarte der österreichisch-ungarischen Monarchie fällt gewiss einem jeden Geologen bei specieller Betrachtung der die Alpenkette illustrierenden Blätter eine sehr eigenthümliche Erscheinung sofort in die Augen.

Die nächste Umrandung der centralen krystallinischen Hauptmasse, welche die Hauptverbreitung der paläozoischen Schichtenreihe darstellt, zeigt eine unvermittelt scharfe regionale Absonderung der drei Hauptabtheilungen dieser Reihe.

Im Norden sehen wir einen langen, dem Silur einverleibten Grauwackenzug; im Osten erblicken wir nur die Farbenzeichen für devonische Bildungen; am ganzen Südrande endlich herrscht die Farbe der Carbonformation ganz allein zwischen den krystallinischen Bildungen und den Kalkalpen.

Die Ursache dieser auffallenden, sich gegenseitig ausschliessenden Verbreitung der genannten drei Hauptformationen der paläozoischen Periode liegt ebenso wenig wie das Fehlen der Permformation in der thatsächlichen Entwicklungsgeschichte unseres Alpensystems; dieselbe ist vielmehr in der Entwicklungsgeschichte des Ganges unserer Erkenntnisse zu suchen.

Es würde zu weit von dem gesteckten Ziel der Darstellung thatsächlicher Verhältnisse abführen, wollten wir hier untersuchen, wie complicirt der Wechsel in der Vertheilung von Land und Meer sich innerhalb der paläozoischen Zeit gestaltet haben müsste, wäre die auf der Karte zum Ausdruck gebrachte Stufe unserer Erkenntnisse zugleich auch der Abschluss unseres Wissens über die Vertheilung und Gliederung der alten Grauwackenbildungen geblieben.

Dass der Fortschritt in der Alpengeologie sich in der ersten Forschungsperiode im Wesentlichen nur im Bereich der mesozoischen Kalkalpen-Gebiete bewegte, hat seine natürlichen Gründe. Es ist nicht einmal nothwendig, auf die Sterilität der subkrystallinischen Faciesbildungen innerhalb und am Rande der centralen Hauptmasse des alten krystallinischen Gebirges

hinzuweisen; auch die mit dem Habitus typischer Grauwacken-complexe ausgebildeten Gesteine der Umrandungszone sind theils thatsächlich sehr arm an paläontologischen Anhaltspunkten, theils hatten sie den Anschein, es zu sein. Dabei häufen sich hier in den meisten Gebieten die tektonischen Schwierigkeiten und verschimmen oder wiederholen sich die zur stratigraphischen Gliederung benutzbaren petrographischen Anhaltspunkte ausserordentlich. Auf trostlos grossen Strecken mühen sich Knochen, Auge und Kopf des Geologen vergeblich ab, um ein nennenswerthes Resultat zu erzielen. Es kostet in diesen Gebieten eben schon sehr viel Zeit und Geduld, sehr viel körperliche und geistige Anstrengung, ehe man aus der Summe der Erfahrungen zu solchen Resultaten gelangt, welche an sich selbst ihrer Wichtigkeit wegen befriedigen. Noch weniger leicht aber ist es, in kurzer Zeit das Material für eine grössere Arbeit oder gar für imponirende Quartbände zusammenzubringen; und zwar bis zu einem gewissen Grade selbst dann nicht, wenn man sich damit begnügen wollte, durch topische Detailbeschreibungen mit vorwiegend petrographischer und tektonischer Unterlage für speculative Geister die erwünschten Vorarbeiten geliefert zu haben, ehe man selbst der eigenen Mühe Lohn durch Zusammenfassung der allgemeinen Schlussfolgerungen sich zu verschaffen in der Lage ist. Ist es ja doch eine ziemlich allgemeine Erfahrung, dass Theorien sich um so leichter machen, je weniger Beobachtungen und Thatsachen zur Prüfung vorliegen oder beigezogen werden. Derjenige, der selbst viel beobachtet, kann aber nicht in gleicher Weise eklektisch vorgehen, wie der vorwiegend speculative Kopf, welcher das Beobachtungsmaterial vom Standpunkt der möglichen Anpassung zu Gunsten seiner Hypothesen und Lieblingscombinationen sichtet.

Kurzum in den paläozoischen Gebieten der Alpen blieb der Fortschritt lange Zeit auf das Bekanntwerden einzelner seltener Funde beschränkt und gerieth gänzlich in's Stocken, weil die Special-Forschung davon für lange Zeit ganz abgelenkt wurde und höchstens die Speculation zeitweise in diese Regionen übergriff.

Der Dienter Fund (Orthoceratiten und *Cardiola interrupta* BROD.) brachte das Silur in der Grauwackenzone der Nordalpen zur Herrschaft; einige Clymenien und Korallen wurden für das östliche (Grazer) und wiederholte Funde von carbonischen Producten für das südalpine Grauwacken-Gebiet ausschlaggebend bezüglich der allgemeinen Altersprognose. Die geologische Karte nun vertritt mit diesen regionalen Verallgemeinerungen jedoch keineswegs eine Theorie. Dieselbe bringt nur den Compromiss-Standpunkt mit der unzureichenden Erfahrung

zum Ausdruck, freilich in etwas stärker praejudicirlicher Weise als dies bei anderen alten geologischen Interims-Begriffen, wie „Karpathen-Sandstein“ oder mit dem THEOBALD'schen „Cassanna-Schiefer“ der Schweizer Karten der Fall ist. Die oben bezeichneten Funde gestatteten eben nicht mehr, hierbei in der Verallgemeinerung weiter zu gehen und die Bezeichnung „Grauwackenbildungen überhaupt“ zu wählen. So wenig entsprechend demnach auch diese regionale Absonderung ist, so deutet dieselbe doch immerhin drei Thatsachen an. Dass das Silur im Norden, das Devon im Osten und das Carbon im Süden der Centalkette innerhalb der dieselbe umrandenden paläozoischen Schichten eine besondere und bemerkenswerthe Rolle spielt, wird auch in der künftigen Specialgliederung der alten Schichtencomplexe in Nord, Ost und Süd hervortreten.

Ein Uebelstand blieb es nur, dass man sich zu sehr an dieses Verhältniss und an den Glauben gewöhnte, es werde sich nichts Besonderes mehr in diesen Gebieten machen lassen, und dass die eingebürgerte Meinung auch auf paläontologische Bestimmungen und theoretische Anschauungen Einfluss gewann.

Bei dem geringen Reiz und bei den Schwierigkeiten, welche das krystallinische Centralgebiet mitsammt den randlichen Grauwackenzone dem Beginn der Forschung entgegenbrachte, war nichts natürlicher, als dass die Alpengeologie ihren Ausgang von den ebenso wichtigen, als durch den Reichtum an Petrefactenlocalitäten schnellere Erfolge versprechenden Kalkalpen nahm. So strömte denn auch, nachdem erst FRANZ v. HAUER durch seine Fundamentalarbeit „Ueber die Gliederung der Trias- und Liasbildungen in den Ostalpen“ die Wege gezeigt und geebnet hatte, der Hauptzug der paläontologischen und stratigraphischen Specialforscher bis heutigen Tages den üppigen Petrefacten-Weideplätzen der nördlichen und südlichen Kalkalpen mit Vorliebe zu. Ungezählte Petrefactentafeln und werthvolle Quartbände geben neben vielen kleineren Abhandlungen von der Hauptrichtung der Strebungen auf diesem Gebiete der Alpengeologie Zeugnis.

Das grosse Gebiet zwischen diesen grünen, nährsamen Weidezonen blieb gewissermaassen als die dürre Haide im Verruf, auf welcher der Geist den sich zu ungeduldig vorwagenden Forscher nur zu leicht zum Umherirren in fruchtlosen Speculationen verleitete. Der Gang der officiellen Landesaufnahme musste endlich auch in diese Regionen und zum Angriff auf die in denselben vorliegenden, zum grossen Theil undankbaren Aufgaben führen.

Ein grosser Abschnitt des ganzen Gebietes und zwar der schwierigste und paläontologisch undankbarste, der tirolische, wurde durch viele Jahre das Arbeitsgebiet der I. Section der

geologischen Reichsanstalt. Dieselbe wusste sich jedoch in Geduld vor einer Zufluchtnahme zu vorzeitigem Speculiren zu bewahren. Ich selbst suchte, bei dem Mangel von paläontologischen Funden innerhalb dieses Abschnittes ausserhalb der Grenzen Tirols nach Anhaltspunkten für die Beurtheilung des Alters der nicht altkrystallinischen Schichtencomplexe des specielleren Arbeitsgebietes.

In der folgenden kurzen Erörterung soll im Wesentlichen nur eine Uebersicht des bis jetzt für die paläontologische Fixirung der silurischen Horizonte gewonnenen Materials geliefert, dagegen das bezüglich der höheren Abtheilungen der paläozoischen Reihe Erreichte vorläufig nur im Schlusskapitel angedeutet werden. Ich hoffe dabei den Beweis zu geben, dass die alpinen Grauwackengebiete in paläontologischer Hinsicht streckenweise doch etwas besser sind als ihr Ruf — allerdings nur für den, der selbst grosse Mühe nicht scheut beim Suchen und Präpariren. Localitäten zur Ausbeutung durch Sammler, wie in den Trias- und Liasbildungen der Kalkalpen oder im Vicentinischen Eocän stehen bisher nicht zu Gebote.

Selbstverständlich kann es sich hier noch nicht um die angestrebte Durchführung einer endgiltigen Gliederung des alpinen Silur und noch weniger der ganzen paläozoischen Schichtenreihe selbst handeln.

Die Parallelisirung der verschiedenen Faciesentwickelungen innerhalb der in Bezug auf die Mittelkette randlichen und der internen (inneralpinen) Aequivalente der paläozoischen Reihe, welche sich auf speciellere Localbeschreibungen stützen muss und des stratigraphisch - petrographischen Details nicht entbehren kann, sowie die Darlegung der Schlussresultate und deren Zusammenfassung in einem Schema der Parallelgliederung muss natürlicher Weise einer späteren, für das Jahrbuch unserer geologischen Reichsanstalt bestimmten grösseren Publication vorbehalten bleiben.

Die Aufgabe, welche ich mir in der folgenden Mittheilung gestellt habe, beschränkt sich somit darauf, einem grösseren Theile der auswärtigen Fachgenossen das Verständniss für den in der Sache bisher erreichten Standpunkt zu erleichtern und zugleich am Silur den Beweis zu liefern, dass nun das angestrebte Ziel annähernd erreichbar sein wird.

Dieses Ziel ist die Gliederung der paläolithischen Schichtenmasse der Ostalpen mit Rücksicht auf die Parallelisirung ihrer genetisch und regional verschiedenen Entwicklungsformen (Haupt - Facies) und der darauf basirte Erklärungs - Versuch der Entstehung dieses Gebirges.

Wir beginnen bei der Skizzirung der paläontologisch charakterisirbaren Horizonte des alpinen Silur mit der nörd-

lichen Grauwackenzone, aus welcher der erste diesbezügliche Fund stammt; verfolgen die Umrandung der centralen krystallinischen Gebirgsmasse durch die östliche Grauwackenvorlage der Grazer Bucht und schliessen, in der südlichen Verbreitungszone von Ost nach West vorgehend, mit den im Herbst des Jahres 1883 von mir gemachten Entdeckungen im Westabschnitt der karnischen Kette das Hauptthema ab.

Die Erörterung der Verhältnisse des Silur in diesem letzten Gebiet bietet die natürlichen Anknüpfungspunkte zu Bemerkungen über das Verhältniss von Silur und Devon, über die Vertretung der carbonischen und permischen Reihe, sowie insbesondere auch über die Aequivalenz epikrystallinischer Entwicklungsformen mit der Petrefacten-führenden normalen Hauptfacies des Silur.

## Paläontologisch - fixirbare Silurhorizonte.

### 1. Nördliche Grauwackenzone.

Der Nordrand der krystallinischen Alpenkette zwischen dem Einbruch des Montafuner Thales in das Gebiet der Kalkalpen nordwestlich von Schruns in Vorarlberg und dem Abfall des Rosalien-Gebirges südöstlich von Wiener-Neustadt unter das schon zu Ungarn gehörende Tertiärland im Westen des Neusiedler See's zeigt mit Rücksicht auf die Verbreitung von Grauwackenbildungen drei Hauptabschnitte.

Der Westabschnitt, welcher über den Arlberg durch das Stanzer Thal und das Innthal, Landeck und Innsbruck berührend, bis Schwaz reicht, hat bisher keine Petrefactenlocalität aufzuweisen. Hier finden sich nur halbkrySTALLINISCHE und solche Grauwackenbildungen, welche in engerer Verbindung mit Quarzphylliten stehen und theils von übergreifenden Perm und Triasgesteinen, theils von postglacialen und recenten Schutt-ausfüllungen der Thalböden und Gehänge bedeckt und nordwärts abgegrenzt erscheinen. Den an diesen westtirolischen anschliessenden mittleren Hauptabschnitt bezeichnen wir als Tirolisch-Salzburgischen Abschnitt der nördlichen Grauwackenzone. Derselbe reicht von Schwaz in Tirol über die tirolisch-salzburgisch und die salzburgisch-steyrische Grenze bis in die Gegend von Oeblarn im Ennsthal und zerfällt in drei Unterabschnitte, von welchen der mittlere ganz im Salzburgischen liegt und durch die Urlocalität des alpinen Silur, Dienten im Pongau ausgezeichnet ist.

Der Ostabschnitt reicht von Irnding im Ennsthal an Breite zunehmend durch das Querthal Erzberg-Leoben (Vor-

dernberger Thal) in das Mur- und Mürzgebiet und durch das letztere aufwärts über den Semmering in das Leythagebiet nordwärts vom Wechsel.

Vorläufig hat nur der mittlere Theil dieses aus der Steyermark nach Niederösterreich übersetzenden Zuges paläontologisch und stratigraphisch für das Silur Wichtigkeit erlangt.

#### a. Silur im tirolisch-salzburgischen Abschnitt.

Weder in dem westlich von dem Glemthaldurchbruch und dem Zeller See von Tirol hereinstreichenden Grauwackencomplex, noch auch in dem ostwärts von dem Salzadurchbruch zwischen Lend und Bischofshofen aus dem Pongau in das steyerische Ennsgebiet über Radstatt fortsetzenden Theil des ganzen Hauptabschnittes wurden bisher irgend welche paläontologischen Funde gemacht.

Auch in dem kleinen Pongauer Verbreitungsbezirk selbst steht die 1845 von dem Bergverwalter J. v. ERLACH im Eisenstein-Tagbau Nagelschmiede bei Dienten entdeckte Fundstelle von Silur-Petrefacten bis heutigen Tages isolirt da. Nachdem F. v. HAUER im Jahre 1847 (HAIDINGER'S Ber. über die Mitth. von Freunden d. Naturw. in Wien I.) besonders durch Feststellung des Vorkommens der bezeichnenden *Cardiola interrupta* und einiger *Orthoceras*-Formen unter den eingesendeten Dientener Resten zuerst das silurische Alter der betreffenden Schichten erwiesen hatte, veröffentlichte M. V. LIPOLD im Jahre 1854 zwei Arbeiten<sup>1)</sup>, in welchen eine Basis zu einer Gliederung dieser Abtheilung des tirolisch-salzburgischen Grauwacken-Complexes gegeben ist.

Sowohl im Dientener Durchschnitt gegen Filzenhäusel als im Graben nördlich von der Schwarz-Dientener Alpe gegen die Wechselwand, sowie endlich auch im Gebiet des Leogangthals (Schwarzleothal) ist im Wesentlichen die folgende Gesteinsreihe entwickelt.

1. Ein Complex von dunklen, vorwiegend violettgrauen, dünnblättrigen Glanzschiefern bildet einerseits das Liegende der ganzen Dientener erzführenden Schichtenfolge und andererseits ein Uebergangs- und Verbindungsglied zu dem unteren Hauptcomplex der mit den krystallinischen Schieferen enger verknüpften Quarzphyllite (Thonglimmerschiefer).

2. Der den Petrefacten-führenden Horizont einschliessende Hauptcomplex, welcher folgt, besteht im Wesentlichen aus

<sup>1)</sup> 1. Die Grauwackenformation und die Eisenstein-Vorkommen im Kronlande Salzburg; Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1854, pag. 369, und 2. Der Nickelbergbau Nöckelberg im Leogangthale, l. c. Heft 1, pag. 155.

schwarzen z. Th. graphitischen Thon und Kieselthon-Schiefeln und aus Kalksteinen nebst eisenspätigen Dolomiten, welche kein ganz selbstständiges Glied der Reihe bilden, sondern theils in grösseren Zügen, theils in kleineren linsenförmigen Partien im schwarzen Grauwackenschiefer eingelagert erscheinen. Der Grauwackenkalk<sup>1)</sup> ist vorherrschend lichtgrau oder weiss, krystallinisch bis dicht, zumeist splittrig im Bruch, mit Glimmerblättchen zumal auf den Schichtflächen nicht selten reichlich durchstreut und tritt zum Theil in längeren Zügen von verschiedener Mächtigkeit hervor. Der spätige Dolomit bildet wie die Eisenerzlager grössere und kleinere Linsen im schwarzen Grauwackenschiefer und scheint das Erzvorkommen überhaupt an denselben gebunden zu sein.

Der Grauwackenschiefer zeigt zwei Haupttypen der petrographischen Ausbildung und eine Reihe von untergeordneten, davon abweichenden Gesteinsbildungen. In der einen Ausbildungsform erscheint der Quarz in linsenförmigen Anschwellungen, dickeren und dünneren Streifen und Lagen innerhalb der mürberen graphitisch-thonigen Masse; in der zweiten Ausbildungsform fehlt derselbe als besondere Ausscheidung, dagegen wird das Gestein härter, kieselthonig, eben dünn-schiefrig mit weissen Talkglimmerschüppchen auf den Schieferungsflächen. Die mehr local innerhalb dieser Hauptschiefer-typen auftretenden Gesteine zweiter Ordnung sind: dunkle Kieselschiefer (bis 100 Fuss mächtig, meist im Hangendniveau der eisenspätigen Dolomite), Grünschiefer (z. Th. dioritisch, als Einlagerung in thonschieferartigen Grauwackenschiefer); ferner sericitische Schiefer, graue Quarzschiefer, Uebergänge in Schwefelkies-führenden Alaunschiefer, Talkschiefer und endlich auch körnige Grauwackengesteine.

3. Körnig-schiefrige Grauwacke erscheint als verschieden mächtiger Hangend-Complex der ganzen Grauwackenbildung. Das Hauptgestein besteht aus weisslichen oder röthlich-grauen, in der Schieferungsrichtung meist linsenförmig gestreckten Quarzkörnern, und aus trennenden, grauen oder grünlichen, schiefrigen Talklagen mit nach den Schieferungsflächen eingestreuten Blättchen eines weissen Glimmers. Dichtere Quarzlagen, violette talkige Thonschiefer und Quarzit-

<sup>1)</sup> Ueber die von LIPOLD in die Silur-Reihe eingestellten Kalke sind in neuerer Zeit besonders bei Vacek abweichende Ansichten geltend geworden. Dieselben sollen theils tiefer, theils bedeutend jünger als der schwarze Schiefercomplex des Cardiolahorizontes sein und in beiden Fällen sich in nicht normalem Lagerungsverbande mit dem Schiefer befinden. Der Besprechung dieser und analoger Verhältnisse in den Südalpen kann in dieser Arbeit noch nicht Rechnung getragen werden.

schiefer mit feinen, talkig-glimmerigen, grünlichen Zwischenhäuten stehen damit in mehr oder minder untergeordneter Weise im Wechsel.

Das Grenzgestein der Grauwackenbildungen gegen die triadische Basis der Kalkalpen ist fast überall eine bunte Breccie. Dieselbe besteht im Wesentlichen aus Dolomit und Kalkstücken und einem röthlichen, thonigen Bindemittel und schwankt bezüglich der Mächtigkeit etwa zwischen 50 und 300 Fuss. Nach LIPOLD stammt dieser eigenthümliche, regionale Grenzhorizont aus triadischer Zeit.

Innerhalb des mittleren Hauptcomplexes nun wurde die speciellere Schichtenfolge im Bereich des Tagbaues mit dem Fundort der Silur-Versteinerungen, welcher seit langer Zeit schon verfallen und verschüttet ist, von LIPOLD genau festgestellt. Von unten nach oben zerfällt der Complex in die nachstehend bezeichneten drei Glieder:

1. Unterer Schieferhorizont mit dem Petrefacten-führenden Eisensteinlager: a. schwarzer, graphitischer Liegend-schiefer, b. Eisensteinlager mit Decke und Zwischenlagen von meist zerreiblichem Graphitschiefer, Pyritknollen und Petrefacten enthaltend, c. Hangendblatt von festerem, schwarzen Schiefer.
2. Lichtgrauer bis dunkler, feinblättriger Thonschiefer mit zwei Lagermassen von Eisenstein-führendem Kalk.
3. Schwarzer Grauwackenschiefer.

In der Sammlung der geologischen Reichsanstalt fand ich, abgesehen von einer kleinen Anzahl ausgelöster Pyrit-Versteinerungen auch in einer kleinen Partie des graphitischen Schiefers noch einige interessante Silurformen. Ueberdies stellte mir Prof. NEUMAYR ein paar durch den verstorbenen Prof. KNER acquirirte Reste zur Verfügung.

Die Bestimmung des zusammengebrachten Materials ergab eine theils vollständige, theils nahe Uebereinstimmung mit Formen der Abtheilungen  $e_1$  und  $e_2$  des BARRANDE'schen Stockwerkes E. Ueberwiegend sind Formen aus der Verwandtschaft der *Cardiola interrupta* und Reste von kleinen Orthoceratiten. Nächstdem spielt nur die BARRANDE'sche Gattung *Dualina* eine bemerkenswerthere Rolle. Endlich sind vereinzelt die neuen BARRANDE'schen Gattungen *Spanila* und *Tenka* und ein kleiner Brachiopode (*Atrypa*) vertreten. Die ganze Liste ist bis jetzt die folgende:

*Orthoceras Dorulites, culter*, cf. *confraternum* BARR. (E),  
*fasciolatum* BARR. (D — E),

*Cardiola interrupta* Sow. (*bohemica, fluctuans, conformis* ( $e_1$ ),  
*eximia, irregularis*, cf. *insolita* BARR.),  
*Dualina longiuscula, cordiformis, comitans*, cf. *mimica* BARR.,  
*Spanila* aff. *Cardiopsis* BARR.  $e_1$ , *Tenka* cf. *Bohemica* BARR.,  
*Atrypa* sp.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass wir es mit einem Horizont des typischen Obersilur zu thun haben und dass der ganze Schichtencomplex, dem er angehört, als ein Aequivalent des Stockwerkes E aufgefasst werden muss. Die tiefe Lage dieses *Cardiola*horizontes innerhalb des ganzen Complexes der schwarzen Grauwackenschiefer würde, wenn man demselben dieselbe Position im Obersilur einräumt, welche anderwärts durch *Cardiola interrupta* ziemlich constant bezeichnet wird, den grössten Theil der ganzen schwarzen Schiefergruppe nebst dem Hangendcomplex der körnigschiefrigen Grauwacke in die obere Abtheilung des Stockwerkes E drängen. Die violetten Schiefer (1) müssten dann noch in das untere E hinaufreichen. Eine überkippte Lagerung anzunehmen, wodurch der *Cardiola*horizont und die Thonschiefer mit Kalklinsen in entsprechende Lage kämen, dazu fehlen bisher Anhaltspunkte. Die körnigschiefrige Grauwacke lässt sich überdies hier deshalb nicht ohne Weiteres in das Niveau des Stockwerkes F hinaufrücken, weil, wie wir sehen werden, nach STUR im Erzberger Abschnitt die als Aequivalente von F—G charakterisirten Bron-teus- und Korallen-Kalke darüber liegen.

Für den Dientener *Cardiola*horizont, dem wir vorläufig die der Fauna mehr entsprechende Position innerhalb der oberen Gruppe von  $Ee_1$  belassen, würde sich im Falle der normalen Lage der ganzen Schichtenfolge jene tiefere Stellung innerhalb des Bandes ( $e_1$ ) ergeben, welche der Interruptakalk in den Südalpen einzunehmen scheint. Ob die schiefrige Hangendgrauwacke hier vielleicht in das Stockwerk F hinaufreicht, somit dem der Tanner Grauwacke durch KAYSER zugetheilten Niveau entspricht, könnten nur entsprechende Funde von Pflanzenresten oder von Kalkeinlagerungen mit einer F und G-Fauna erweisen.

#### b. Silur im steyerisch-österreichischen Abschnitt.

In dem langen Zuge von Grauwackenschiefern und Kalken, welcher von der scheinbaren Lücke von Oeblarn-Irdning aus dem Ennsgebiet, an Breite zunehmend, in das Murgebiet und von da ostwärts von dem Querschnitt Eisenerz-Vordernberg-Leoben sich spaltend durch das Mürzgebiet aufwärts über die Semmeringscheide nach Niederösterreich ausläuft, hat vorzugs-

weise nur das der grössten Breitenentwicklung angehörende Eisenerz - Vordernberger Bergrevier paläontologische Anhaltspunkte für die Feststellung silurischer Horizonte geliefert. Wir verdanken die wichtigsten Nachrichten aus diesem Gebiete den Publicationen D. STUR's.<sup>1)</sup> In seiner Geologie der Steiermark unterscheidet derselbe im Bereich des Vordernberger Grauwackenzuges folgende Schichtengruppen:

1a. HalbkrySTALLINISCHE Thonschiefer mit mächtigen Einlagerungen von weissem, körnigen Kalkstein, zum Theil begleitet und durch Uebergänge verbunden mit Kalkschiefern. Von der Hauptmasse des Thonglimmerschieferzuges erscheint diese Gesteinsgruppe durch eine Chloritschieferzone getrennt. Derselben gehört das Graphitlager im Paltenthal und das Magnesitvorkommen von Triebenstein an.

1 b.<sup>2)</sup> Die untere körnige Grauwacke von Kallwang nach A. MILLER<sup>3)</sup> direct auf Thonglimmerschiefer liegend. Hierher wird auch das über einem Graphit-führenden Schiefer liegende Trümmergestein von Dittmannsdorf gerechnet. Dasselbe wird als dunkle, von eckigen und runden Quarzbrocken erfüllte, von dünnen Anthracitflötzen durchzogene Schiefermasse beschrieben.

2. Grauwackenschiefer. Eine mächtige Masse von lichtgrauen, sandigen Schiefen, welche zum Theil in grünliche, Talkschiefer-artige Zonen mit Einlagerungen von feinkörnigem Grauwackengestein übergehen.

3. Schwarze Thonschiefer. Die vorwiegend feinerdig-dünnschiefrigen und graphitisch abfärbenden Schichten sind häufig von weissen Quarzadern durchzogen und streckenweise durch Kieselschiefer ersetzt. Dieselben führen ziemlich häufig Schwefelkiese, seltener auch Kupferkies. In Schwefelkiesknollen dieses Horizonts entdeckte J. HABERFELLNER Reste eines kleinen *Orthoceras*. In keinem der tiefer als diese Schiefer gelegenen Horizonte wurden bisher Fossilreste aufgefunden. Aus dieser Schichtenfolge stammt auch ein schwarzer, kieseliger Kalk, welcher einen Durchschnitt von *Orthoceras* und einen Brachiopodenrest enthielt.

<sup>1)</sup> Vorkommen obersilurischer Petrefacte am Erzberg und dessen Umgebung etc.; Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1865, pag. 267 bis 277, und Geologie der Steiermark 1871.

<sup>2)</sup> Mit Rücksicht auf die in letzter Zeit von STUR vertretene Ansicht über die Aequivalente von untercarbonischen (Schatzlarer Schichten) innerhalb der dem Gneiss des Krombath-Eck aufliegenden Schichtenfolge südwärts vom Liesingthal zwischen Mautern und St. Michael lassen wir hier die Glieder 1a und b vorläufig ausser Betracht. Vergl. STUR, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1883, Heft 1.

<sup>3)</sup> TUNNER'S Berg- u. hüttenmännisches Jahrb. XIII., 1864, p. 220.

4. Obere körnige Grauwacke vom Fusse des Eisenerzer Erzberges. Dieselbe wird als ein schiefriges Gestein geschildert, in dem weisse und rothe Quarzkörner durch grünliche Talkglimmerlagen verkittet sind.

5. Der Erz-führende Kalk. Das graue, gelbe, röthlich gefleckte oder gestreifte Hauptgestein enthält die Erz-lager des grossen nördlichen Spatheisensteinzuges. In der bei 400 Fuss Mächtigkeit erreichenden Erzberger Erzmasse liegt neben einigen kleineren auch eine bedeutendere Kalkmasse eingebettet. Dieselbe ist durch den Kalksteinbruch am Sauberge aufgeschlossen. Diese dem obersten Theile des Erzberges angehörende, von Spatheisenstein umschlossene Kalkscholle lieferte eine kleine Reihe von für die Beurtheilung der oberen Abgrenzung des nordalpinen Silur sehr wichtigen Fossilresten. Durch diese Reste (vorwiegend *Bronteus*-Pygidien) wird nämlich der Erz-führende Complex mit Inbegriff seiner Hangendkalke als Aequivalent der Stockwerke F und G gekennzeichnet.

Abgesehen von diesem letzten Gliede der Schichtenfolge und den als tiefstes Glied aufgeführten Thonschiefern mit Kalkeinlagerungen (1a) und dem Paltenthaler Graphitlager sammt der mehr localen unteren Grauwacke von Kallwang (1b) ist die Analogie mit der Ausbildung des tirolisch-salzburgischen Grauwacken-Complexes ganz deutlich.

An der Aequivalenz der in den beiden Hauptgebieten so gleichartig ausgebildeten und gelagerten „schiefrigen Grauwacke“ sowie der hier und dort darunter folgenden schwarzen Thonschiefer mit ihrem Schwefelkiesknollen und Petrefacten führenden E-Horizont lässt sich wohl ebenso wenig zweifeln, als an der generellen Gleichalterigkeit der violetten Grauwackenschiefer LIPOLD's, welche bei Dienten in ähnlicher Facies-entwicklung wie im Eisenerzer Revier die Basis jenes schärfer bestimmbaren Silurniveau's bilden.

Es fehlt jedoch eine Erklärung dafür, dass das oberste und das tiefste Glied der steyerischen Schichtenfolge in der tirolisch-salzburgischen Reihe keine Vertretung hat.

Bezüglich des tiefsten Gliedes, des an Kalkeinlagerungen reichen halbkrySTALLINISCHEN Thonschiefers ist es mehr als wahrscheinlich, dass dasselbe im Westen grösseren Theils der Thonglimmerschiefer-Zone einverleibt wurde, und zwar nicht nur dort, wo sein petrographischer Habitus ganz in die Thonglimmerschiefer-Facies übergeht, sondern auch in solchen Strecken, wo die Uebereinstimmung mit der steyerischen Ausbildung durch Chloritschieferzonen und Kalkeinlagerungen markirt ist, wie nordwärts von Lend-Taxenbach.

Was das oberste Glied der steyerischen Reihe, den Erz-führenden Kalk und speciell die Sauberge Kalkmasse anbelangt,

ist es schon schwieriger, eine bestimmte Ansicht über dessen Vertretung im westlichen Grauwackengebiet zu gewinnen, in so lange entscheidende Petrefactenfunde nicht gemacht sind.

Aus der LIPOLD'schen Beschreibung geht allerdings hervor, dass in der Schichtenfolge des Eisenstein-Tagbaues Nagelschmiede bei Dienten über dem vorbeschriebenen Cardiolahorizont (pag. 284) ein Thonschiefer mit zwei Lagermassen (Schreinerlehen und Filzenhäusel) von Eisenstein-führendem Kalk erscheint; aber es geht nicht leicht an, dabei an einen specielleren Parallelismus mit dem Sauberger Bronteuskalk zu denken.

Es folgt ja nach LIPOLD über diesen Kalklagern nicht nur eine obere Abtheilung von schwarzem Grauwackenschiefer, sondern auch noch die charakteristische „körnig-schiefrige Grauwacke“, welche auch am Fuss des Eisenerzer Erzberges erscheint. Demnach muss vorläufig von der Bezeichnung eines Aequivalentes der Stockwerke F—G für das Westgebiet der nördlichen Grauwackenzone Abstand genommen werden.

Da nun der Charakter der kleinen Dientener Silurfauna zu der Annahme berechtigt, dass der durch dieselbe markirte Silurhorizont beiläufig mindestens eine mittlere, wenn nicht noch tiefere Stellung im Stockwerk E einnimmt, muss die Grenze gegen D innerhalb des Schiefercomplexes gesucht werden, welcher als das Liegende der schwarzen graphitischen Thonschiefer in beiden Hauptgebieten erscheint. Die obere Grenze des typischen Obersilur würde im steyerischen Hauptgebiet durch die Basis der Sauberger Kalkfacies in entsprechender Weise gegeben sein.

Die Wahrscheinlichkeit, dass wir in der Sauberger Kalkmasse, resp. in dem ganzen Erz-führenden Complex mit Einschluss seiner Hangendkalke eine regional beschränkte Ausbildungsform der nordalpinen Aequivalente der Stockwerke F bis G vor uns haben, wird durch die, wenngleich noch sparsamen, paläontologischen Funde ausreichend begründet.

Es lassen sich innerhalb der ganzen Kalkmasse folgende 4 paläontologisch und petrographisch besonders gekennzeichnete Subhorizonte unterscheiden:

1. Rothgefärbter, glimmerreicher Liegendkalk mit zahlreichen unbestimmbaren Crinoidenresten.
2. Bronteuskalk (besonders die Mittel- und Vorderpartie des Sauberger Steinbruches einnehmend). Der Kalk ist lichtgelblichgrau bis dunkler rauchgrau, gefleckt oder streifig, dicht bis subkrystallinisch und splittrig muschlig im Bruch. Es liegen drei verschiedene Formen von *Bronteus*-Pygidien vor, von welchen zwei bereits bei

- STUR (l. c. pag. 94 und 95) aufgeführt sind, nämlich: *Bronteus* aff. *palifer* BEYR. (F), *Bronteus cognatus* BARR. n. f. (aus der Verwandtschaft des *Bronteus Brongniarti* BARR. und *B. Dormitzeri* BARR. aus der Etage G), endlich *Bronteus* cf. *rhinoceros* BARR. (F).
3. Späthig-körniger, eisenschüssiger Dolomit des über dem Kalk folgenden Erzlagers. Ein unweit des Gloriettes aufgefundenes Stück erwies sich reich an Petrefactentrümmern. Neben Crinoiden und Echinidendetritus zeigte dasselbe auch unbestimmbare Trilobitenreste und etwas besser erhaltene Brachiopoden, darunter *Spirifer* cf. *heteroclytus* v. BUCH, (*Cyrtina* cf. *heteroclyta*).
  4. Dichter, schwarz bis dunkelgrauer Kalk mit Korallen (*Favosites Forbesi* MILNE EDW.) der Etage G und einigen anderen Fossilresten bildet das Hangendgestein der Sauburger Kalkscholle im nördlichen Theile des Steinbruchs.

Eine besondere Wichtigkeit für die Vergleichung der Silurreihe der nördlichen mit derjenigen der südlichen Zone werden ohne Zweifel die Orthoceratitenkalken des Krum-palbl-Gebietes nördlich im Westen von Vordernberg erlangen, sobald eine bestimmbare Fauna aus denselben zusammengebracht sein wird. Dieselben entsprechen in ihrer petrographischen Beschaffenheit ganz auffallend den dunklen Orthocerenkalken des karnischen Abschnitts der südlichen Grauwackenzone. Schon STUR (l. c. pag. 105) weist diesen Kalken ein tieferes Niveau an und scheint sie mit den von v. SCHOUPE<sup>1)</sup>, als im Wechsel mit Thonschiefer und Kieselschiefer vorkommend, aufgeführten Kalken der Donneralpe und der nördlichen Wildfeldgehänge in dasselbe Niveau stellen zu wollen. Es ist höchst wahrscheinlich, dass dieselben in den Complex der schwarzen Thonschiefer gehören und darin ein tieferes Niveau einnehmen als der Cardiolahorizont.

Als Schlussresultat ergibt sich, dass in der nördlichen Grauwackenzone das typische Obersilur vorwiegend durch schwarze, Kalklinsen-führende Thonschiefer mit Graphitschiefern und Kieselschiefern vertreten ist, welche einen Cardiolahorizont und Orthocerenkalken einschliessen, dass eine durch körnig-schiefrige Grauwackengesteine davon getrennte Repräsentanz der Stockwerke F—G vorliegt, deren wahrscheinlich sehr weite Verbreitung paläontologisch nur local durch *Bronteus*-Reste constatirt ist, und dass endlich das Untersilur nur stratigraphisch, aber nicht auch zugleich paläontologisch als nachweisbar angenommen werden kann.

<sup>1)</sup> Jahrb. d. geol. R.-A. 1854, p. 398, Durchsch. I., IV. u. VI. der Tafel.

## 2. Oestliche Grauwackenzone.

Die grosse Ostbucht der Alpenkette zeigt zwischen den beiden in das westliche Tertiärbecken hineinragenden, äussersten Promontorien des krystallinischen Grundgebirges, dem Nordalpen-Cap des Leythagebirges und dem Südalpen-Cap des Bachergebirges drei verschiedenartig postirte und in die Erscheinung tretende, sehr ungleiche Verbreitungsgebiete der Grauwackenbildungen.

Den mittleren Hauptabschnitt bildet das Grauwackengebirge der internen Grazer Bucht, welches nordwestlich über die altkrystallinische Grundlage hinaufgreift und nur durch Erosion den ursprünglichen, directen Zusammenhang mit dem Semmering-Abschnitt der nördlichen Grauwackenzone verloren hat. Es ist dies das historische, vielbesprochene und bisher alleinstehende Verbreitungsgebiet von alpinem Normaldevon. Wir können vorausschicken, dass dieses Gebiet sicher dadurch nur an Wichtigkeit gewonnen hat, dass es in seinen unteren Gliedern die Verbindung der alpinen Silurzonen unter sich und mit dem Unterdevon zu vermitteln berufen erscheint, ohne andererseits in seinen obersten Gliedern die engeren Beziehungen zu dem ausseralpinen Oberdevon eingebüsst zu haben. Dass dieser Nachweis trotz einer noch sehr beschränkten Zahl von Beobachtungen schon geführt werden kann, weist den Ablagerungen der Ostbucht einen vermittelnden Platz ein zwischen dem Silur der nördlichen und der südlichen Grauwackenzone. Dabei wird sich allerdings die Nothwendigkeit herausstellen, der zerstreuten Literatur neben den gewonnenen positiven, paläontologischen Anhaltspunkten eine etwas eingehendere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Die beiden kleineren Grauwackendistricte des grossen Buchtgebietes, welche östlich und südlich vom Hauptgebiet aus der Tertiärdecke hervortauchen, haben gleichfalls in der Literatur schon Beachtung gefunden. Wir werden daher sowohl die in ihrem Hauptstück noch in directem Zusammenhange mit der krystallinischen Basis befindliche, auf der Karte damit auch noch vereinte Grauwacken-Vorlage von GÜNS, als auch die mit der Farbe des Devon bezeichnete, mitten im Tertiärgebirge auftauchende Grauwackenschiefer-Insel westwärts von Leibnitz mit einigen Worten in Betracht ziehen müssen.

Die ältere Periode der Ansichten über die Grazer Grauwackenformation beginnt mit der Entdeckung von Petrefacten in einer Korallenbank auf der Spitze des Plawutschberges bei Graz durch PAUL PARTSCH und mit FRANZ UNGER's (1843 veröffentlichter) „geognostischen Skizze der Umgebungen von

Grätz“<sup>1)</sup>, in welcher eine Petrefactenliste mit vorwiegend devonischen Korallen, *Cyathocrinites pinnatus* GOLDF. und *Orthoceras* enthalten ist. Den Abschluss bildet, — neben STUR's<sup>2)</sup> ausführlicher Zusammenstellung aller diesbezüglichen Beobachtungen mit seinen eigenen Erfahrungen vom Jahre 1871, — C. CLAR's<sup>3)</sup> im Jahre 1874 gelieferte, stratigraphische Skizze der Entwicklung der Grauwackenformation zwischen dem Schökl- und Hochlantschgebiet. In dieser ganzen Periode ging das Streben dahin, die ganze Schichtenreihe innerhalb der Devonformation unterzubringen. Zwei Andeutungen, welche an das wahrscheinliche Vorkommen tieferer, schon silurischer Horizonte hätten erinnern können, fanden nicht die genügende Beachtung. Es ist dies erstlich eine Nachricht MURCHISON's<sup>4)</sup> über die Auffindung eines dem *Pentamerus Knightii* Sow. verwandten *Pentamerus* auf dem Plawutsch, und zweitens das zuerst durch GÖPPERT<sup>5)</sup> festgestellte Vorkommen der Fucoidengattung *Bytotrephis* HALL in Exemplaren, welche auf einer von Haidinger und F. Hauer in Gesellschaft von v. Morlot unternommenen Excursion in dem Plawutschgebiete gefunden wurden.

STUR unterscheidet a. Unteres Devon, b. Mitteldevon und c. Oberes Devon. Im Allgemeinen schliessen sich PETERS<sup>6)</sup> und Tietze dieser Ansicht an, und wir verdanken letzterem besonders einige neue Anhaltspunkte für die paläontologische Charakteristik des oberdevonischen Horizontes von Steinberg.

Als unteres Devon fasst STUR die Bytotrephisschiefer und Quarzite an der Basis der Plawutschkalke auf. Er sagt mit Bezug auf die Aehnlichkeit der Bytotrephisreste dieses Horizontes und der aus dem bis da zur Steinkohlenformation gerechneten Schiefer von Podberda in Krain stammenden Bytotrephisform mit *Bytotrephis flexuosa* HALL<sup>7)</sup>: „Nach diesem fossilen Reste, dem einzigen aus den schiefrigen Gesteinen, ist wohl das Niveau derselben nicht festzustellen. Wir halten fest an der Thatsache, dass diese Schiefer die Basis des Devons bilden und in ihnen, wie in Mähren, Quarzite vorkommen, und

<sup>1)</sup> In G. SCHREINER's: Grätz, ein naturhistorisch-statistisch-topographisches Gemälde dieser Stadt. Grätz 1843.

<sup>2)</sup> Geologie der Steiermark 1871, pag. 122 — 137.

<sup>3)</sup> Kurze Uebersicht der geotektonischen Verhältnisse der Grazer Devon-Formation 1874. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. No. 3.

<sup>4)</sup> Quarterl. Journal 1749, pag. 163, und Gebirgsbau in den Alpen, Apenninen und Karpathen (deutsche Bearbeitung von G. LEONHARD. Stuttgart 1850, pag. 7).

<sup>5)</sup> Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. IX., 1858, Sitz.-Ber. pag. 77. — Vergl. GÖPPERT, Nova Acta Acad. Leop. 1860, pag. 452 u. 454 (Taf. 35, Fig. 6).

<sup>6)</sup> Die Donau und ihr Gebiet pag. 105 — 111.

<sup>7)</sup> Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. 1870, pag. 134 — 136.

betrachten die Schiefer und Quarzite als unterdevonisch und gleichzeitig mit den Quarziten von Würbenthal.“ (Geol. d. Steyerm. pag. 127.)

STUR lässt sich mithin hier durch die Annahme des angeblich sichergestellten carbonischen Alters der Schichten von Podberda zu einer das eigentlich silurische Alter der amerikanischen Bytorephisschichten mit dieser Auffassung vermittelnden Auffassung bestimmen. Durch meinen Nachweis der grossen Verbreitung der Silurformation in den Südalpen wird jedoch wohl auch das silurische Alter aller südalpinen Bytorephisschiefer wahrscheinlicher und es entfällt der Grund für jene Rücksichtnahme auf das fragliche Carbon und für ein vermittelndes Hinaufrücken dieser silurischen Pflanzenreste in's Devon. Dass ähnliche Pflanzenformen nicht auch im Devon auftreten dürfen, soll damit nicht ausgesprochen sein, aber es sprechen hier eben neuere Gründe für die Beibehaltung des denselben in erster Linie zukommenden Alters.

Als Mitteldevon betrachtet STUR die über diesen Schiefer lagernden, mächtigen Kalkmassen des Plawutsch mit ihren Korallenbänken und deren Aequivalente im Hochlantschgebiet, auf dessen Spitze zuerst ANDRAE<sup>1)</sup> das Vorkommen von Korallen constatirte.

Die wesentlichste Stütze hatte STUR hierbei durch ihm von FERD. RÖMER übermittelte Bestimmungen einer vorwiegend von der Korallenkalkbank der Plawutsch-Höhe stammenden Suite von Korallen (*Heliolites porosa*, *Calamopora polymorpha*, *reticulata* und *cervicornis*, *Stromatopora concentrica*, *Cyathophyllum caespitosum*) gefunden. Was überdies an Petrefacten aus dem zum Mitteldevon gerechneten Schichtencomplex bekannt wurde, beschränkt sich auf die durch FR. ROLLE<sup>2)</sup> gemachten Funde im Göstinger Thal, in den Steinbrüchen des Gaisbergsattels westlich von Graz, im Liebochgraben bei Stiwoll und in den Brüchen von Seyerberg (*Chonetes* sp., *Heliolites porosa*, *Cyathocrinites* [*?pinnatus* GOLDF.], nebst einigen *Cyathophyllum*- und *Calamopora*-Arten) und eine von STUR selbst bei Strassgang aufgefundene *Calamopora polymorpha* GOLDF. — Es ist bei dem Mangel anderer Anhaltspunkte vollkommen erklärlich, dass STUR (l. c. pag. 129) „die Korallenbänke-führenden Kalkmassen bei Graz für mitteldevonisch und mit den Kalken der Eifel etc. als gleichzeitig“ betrachtet.

Das Oberdevon ist nach den von STUR acceptirten Untersuchungen ROLLE's (l. c. pag. 241) auf die durch die Steinbrüche von Plankenwart und Steinbergen erschlossenen,

1) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1854, Bd. V., pag. 550 (22).

2) Ibidem 1856, Bd. VII., pag. 239 u. 242.

dunklen Plattenkalke beschränkt. ROLLE kennt von hier nur Clymenien und Crinoidenstielglieder. Er fand auf diesen Platten niemals die Hufeisen-förmigen, auf Megalodonten oder Pentamerusformen bezogenen Durchschnitte. Diese Thatsachen sowie die Bestimmung v. HAUER's<sup>1)</sup>, dass gewisse dieser Clymenienformen „in jeder Hinsicht mit *Clymenia laevigata* MÜNST. übereinstimmen“, berechtigten STUR dazu, „die Kalke von Steinbergen der oberen Devongruppe einzureihen“, und diesen ganzen Schichtencomplex „den Clymenienkalken, Cypridinschiefern und Kramenzelbildungen der ausseralpinen Region“ für gleichwerthig zu halten. Diese Ansicht fand auch durch E. TIETZE eine weitere Bestätigung. Die Vertrautheit mit der Oberdevon-Fauna und insbesondere mit Clymenien, die sich derselbe bei der Bearbeitung des Devon von Ebersdorf unweit Neurode (Grafschaft Glatz)<sup>2)</sup> erworben, berechnete wohl zu der Annahme, dass die von ihm gemachten Bestimmungen zuverlässig sind. Er constatirte<sup>3)</sup> neben dem Vorkommen von *Clymenia laevigata* MÜNST. auch das der *Clymenia speciosa* MÜNST., und es gelang ihm überdies in diesen Schichten auch *Posidonomya venusta* MÜNST. und *Cypridina* cf. *serrato-striata* SANDB. nachzuweisen. In der einleitenden Uebersicht meiner Arbeit „Die paläozoischen Gebiete der Ostalpen“ (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1874, pag. 168) finden sich diese Bestimmungen daher bereits als Belege für die Repräsentanz des Oberdevon verzeichnet.

Einen gewissen Abschluss fanden diese älteren Anschauungen in C. CLAR's<sup>4)</sup> stratigraphisch-tektonischer Uebersicht. Das Verdienst dieser Arbeit ist über das Gegebene hinausgehend dadurch, dass eine Anzahl der von dem gewissenhaften Forscher gesammelten Fossilreste für die Begründung der neueren Anschauungen werthvoll geworden sind.

In STUR's Geologie der Steyermark ist am Schluss des die Devon-Formation behandelnden Capitels bereits auf diese damals im Gange befindlichen Untersuchungen hingewiesen.

STUR erwähnt, dass das Grazer Devongebiet bereits nach Beendigung seiner diesbezüglichen Zusammenstellung (Juni 1866) von Prof. SUSS in CLAU's kundiger Begleitung besucht wurde, dass er jedoch die Resultate dieser Touren, obwohl SUSS ihm sein diesbezügliches, an sehr gelungenen Skizzen und Detailbeobachtungen reiches Tagebuch freundlichst zur Verfügung

1) Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien, IV, 1850, pag. 277.

2) Ueber die devonischen Schichten von Ebersdorf etc. (2 Tafel-Abbildungen). Cassel 1870.

3) Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1870, pag. 134–136.

4) Kurze Uebersicht der geotektonischen Verhältnisse der Grazer Devon-Formation. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1874, No. 3, pag. 62.

gestellt habe, um nicht vorzugreifen, für seine Darstellung in keiner Weise habe benutzen wollen.

Nur ein einziges dieser Resultate hebt STUR dabei hervor, um den Bemühungen CLAR's seine Anerkennung zu zollen, da dasselbe auch PETERS <sup>1)</sup> in einer Mittheilung „über die bis zum 5. Februar 1867 durch Herrn CLAR's Bemühungen im Grazer Devon gewonnenen Resultate“ als besonders bemerkenswerth bezeichne. Dass auch ich hier darauf specieller hinweise, hat darin seinen besonderen Grund, dass dabei eben jene durch Grünsteine ausgezeichnete Schichtgruppe in Frage kommt, durch deren Zuweisung zum Obersilur <sup>2)</sup> die hervorgehobene Eigenthümlichkeit der Position innerhalb des Devon aufgehoben erschiene.

STUR sagt mit Bezug auf diese Position (l. c. pag. 137): „Sowohl aus dem genannten Tagebuch als aus dieser Mittheilung des Herrn K. PETERS geht es hervor, dass das Devon von Graz mancherlei Eigenthümlichkeiten darbiete im Vergleich mit anderen devonischen Ablagerungen; so insbesondere, dass die Grünsteine, die Herr PETERS am Fusse des Plawutsch in früheren Jahren bemerkte, und Herr CLAR in der Hochlantschgruppe in grosser Mächtigkeit und Ausdehnung nachwies, aller Orten unter den mitteldevonischen Korallenbänken liegen, demnach in der Devonformation der Steyermark, eine von der westdeutschen völlig verschiedene Stellung und wohl auch Natur zu haben scheinen.“

Hier will ich eben nur beifügen, dass, in solange keine paläontologischen Beweise dafür da waren, dass der Grazer Korallenkalk-Complex tiefer hinabreiche als an die obere Grenze des Unterdevon, es nicht auffällig gewesen wäre, wenn man an das durch Einschaltung von Diabasen gekennzeichnete Niveau der „Zorger Schiefer“ gedacht hätte, dessen Position im oberen Unterdevon zur alten Auffassung hinreichend gepasst haben würde.

Heute läge es wohl noch näher, dabei an die oberste Stufe des „hercynischen Schiefergebirges“, d. i. der Graptolithen-führenden, an Diabaseinlagerungen reichen Thonschiefer der unteren Wieder-Gruppe zu denken, wenn nicht paläontologische Gründe auf ein noch tieferes Niveau hinwiesen. Nur für den Fall, dass das hercynische Schiefergebirge sich aus seiner engeren Verbindung mit dem Unterdevon loslösen und in das normale Obersilur versetzen liesse, würde dieser Vergleich stimmen. Der Facies nach bedingt der Umstand,

<sup>1)</sup> Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1867, No. 2, pag. 25.

<sup>2)</sup> G. STACHE, Elemente zur Gliederung der Silurbildungen der Ostalpen. Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. 1884, No. 2.

dass die Schaalsteine und Grünsteine der Diabasstufe CLAR'S in Wechsellagerung mit Quarzit- und Dolomitschichten erscheinen, den gleichen Unterschied gegenüber dem Diabasniveau der „Zorger Schiefer“ wie der „Unter-Wieder-Schiefer“.

Es mag der besseren Orientirung wegen in Kürze die von Herrn CLAR veröffentlichte Schichtenfolge beigefügt werden. Leider war ich bisher selbst nicht in der Lage, so specielle Studien zu machen, um an Stelle derselben etwa eine auch über die von R. HÖRNES später daran vorgenommenen Veränderungen hinausgehende, neuere Gruppierung schon jetzt vorschlagen zu können. Es muss daher vorläufig der Hinweis auf einige jedenfalls nothwendige Abänderungen und auf die Möglichkeit einer abweichenden Auffassung bezüglich der Tektonik und der gegenseitigen theilweisen Stellvertretung scheinbar getrennter stratigraphischer Gruppen genügen.

Die Reihenfolge der Schichtengruppen des CLAR'Schen Devon, welche auf einer im Norden durch mächtige Hornblende-schiefer-Massen im Süden durch phyllitischen Gneiss vertretenen krystallinischen Basis ruht, ist folgende:

1. Grenzphyllit. Dunkler, graphitglänzender Schiefer mit Quarzlinsen.
2. Schöcklkalk. Deutlich geschichteter, weiss und blaugebänderter Kalkstein, fast vollkommen Petrefacten-leer. (Bei Radegund mit *Rhodocrinus?*).
3. Semriacher Schiefer. Vielfarbige Grauwackenschiefer mit Graphitschiefern beginnend, mit Uebergängen in Quarz- und Kalkphyllite, vorwiegend chloritische Schiefer, grüner Fleckschiefer.
4. Kalkschiefer. Wechsel von schiefrigem Kalk und Schiefer (reich an Crinoidengliedern).
5. Dolomitstufe. Wechsel von Kalkschiefern und dunklem Dolomit mit mergligen Zwischenlagen nebst einzelnen bituminösen Kalkbänken (mit Korallendetritus) und klüftiger Quarzit.
6. Diabasstufe. Schaalstein- und Grünstein-Bänke im Wechsel mit den oberen Schichten der Dolomit-Quarzit-Stufe.
7. Korallienkalk. Dunkle, wohlgeschichtete Kalke, ähnlich denen der Dolomitstufe mit Korallen, Bivalven, Gastropoden und Clymenien. Rothe Mergelzwischen-schichten des Gaisberges bei Graz mit Trilobiten-Resten.
8. Hochlantschkalk. Lichtröthlicher Kalk in mehrklaftrigen Bänken (mit Korallen).

Dass schon hier die Clymenienkalke mit den Korallenkalcken und den Trilobiten-führenden Schiefern des Gaisberges in ein und dieselbe Stufe gestellt werden, ohne diese Abweichung von den Darstellungen ROLLE's und STUR's zu begründen, ist die auffallendste Sache bei dieser Gliederung. Wir werden weiterhin sehen, dass diese hier im ersten Keim, fast nur wie ein zufälliger Irrthum erscheinende Ansicht zum Ausgangspunkt einer mehr bewusst auftretenden, tendentiösen Localopposition gegen die Existenz des Oberdevon überhaupt und somit gegen die diesbezüglichen Ansichten aller der vor CLAR citirten Forscher gewählt wurde.

Während diese erste Periode unserer Kenntnisse über die Grauwackenbildungen der Ostbucht durch das Festhalten des ausschliesslich devonischen Alters derselben gekennzeichnet bleibt, liegt der Fortschritt der nächstfolgenden Zeit in dem Nachweis der Vertretung der Silurformation neben dem Devon und der dadurch vermittelten Anbahnung einer Verbindung zwischen der nördlichen und südlichen Grauwackenzone.

Waren in dieser Richtung auch schon meine früheren in den Südalpen gemachten Studien<sup>1)</sup> in gewissem Sinne vorbereitende Schritte, und hatte ich auch ebenso wie im Seeberger Kalk<sup>2)</sup> der Karawankenkette in den Korallenhorizonten des Grazer Gebietes den Uebergangscharakter der Fauna schon früher erkannt, so brachte ich doch erst im Jahre 1879<sup>3)</sup> diese Anschauung in bestimmterer Form zur Geltung. Insbesondere war es der Nachweis des im englischen Aymestrykalk heimischen *Pentamerus Knightii* in den Schichten des Plawutschrückens und das Erscheinen echt silurischer Korallentypen, wie *Omphyma* und *Heliolites*-Formen aus der Gruppe von *Heliolites interstincta* MILNE EDW., wodurch für einen Theil des bisher vollständig in das Mitteldevon gestellten Complexes der Ko-

<sup>1)</sup> Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1873. Der Graptolithen-Schiefer am Osternig-Berge in Kärnten, und 1874: Die paläozoischen Gebiete der Ostalpen.

<sup>2)</sup> Vergl. PETERS: Die Donau und ihr Gebiet, pag. 103: „Sollte hier wirklich eine Zwischenbildung, ein Uebergang der beiden paläozoischen Formationen vorliegen?“ fragt der Verfasser bezüglich meiner Bemerkung, dass am Seeberg eine „gemischte devonisch-silurische Fauna“ vorzuliegen scheine.

<sup>3)</sup> G. STACHE, Ueber die Verbreitung silurischer Schichten in den Ostalpen. Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. 1874, No. 10. Bezüglich des constatirten Vorkommens von *Pentamerus Knightii* Sow. heisst es (pag. 218): „Mindestens muss man hier eine Grenzfauna annehmen wie die „hercynische“, und weiterhin: „Eine genauere Untersuchung muss erst zeigen, inwieweit eine Mischung devonischer und silurischer Formen statt hat und inwieweit etwa sich verschiedene Korallen-Horizonte werden trennen lassen.“

rallenkalke sammt der zum Unterdevon gerechneten Dolomit-Quarzit-Stufe sich eine tiefere in das Silur reichende Stellung als natürliche Consequenz ergab.

Einem ganz eigenthümlichen, fast möchte man sagen, tendentiösen und persönlichen Standpunkt suchten im Jahre 1880 die Grazer Geologen R. HÖRNES<sup>1)</sup> und F. STANDFEST<sup>2)</sup> Geltung zu verschaffen. Es ergibt sich bis zu einem gewissen Grade die Nothwendigkeit, den von dieser Seite ausgesprochenen Ansichten eine etwas grössere Aufmerksamkeit zuzuwenden, als manchen früheren und insbesondere den von E. TIETZE und mir selbst herstammenden Beiträgen von den genannten Forschern zu Theil wurde.

Die Resultate, welche Prof. HÖRNES durch seine zum Zweck der kartographischen Darstellung der geologischen Verhältnisse der Umgegend von Graz unternommenen Untersuchungen erzielte, sind im Wesentlichen folgende:

1. Die von CLAR gegebene Schichtenfolge wird insofern abgeändert, dass der Grenzphyllit (1) und der Hochlantschkalk (8) entfällt und an Stelle des „Kalkschiefer“ (4) die Bezeichnung „Bythotrephisschiefer und Crinoidenkalk“, an Stelle der „Dolomitstufe“ (5) die Bezeichnung „Quarzit“ vorgezogen wird. Dem Hochlantschkalk CLAR's (8) wird eine parallele Stellung mit dem Korallenkalk (7) zugesprochen und wird dieser wie dort mit den Clymenienkalken, Pentameruskalken und Brachiopodenschiefern vereint als zusammengehöriges Ganzes und oberste Stufe des ganzen Grauwackencomplexes aufgeführt.

2. Diese ganze Stufe entspricht nach HÖRNES dem normalen Unterdevon (insbesondere dem Spiriferensandstein) und nicht dem Mitteldevon allein (CLAR) oder dem Mitteldevon und Oberdevon (der früheren Autoren) und es sind daher die minder gut erhaltenen Clymenien, weil nach einer alten Bestimmung von PAUL PARTSCH Goniatiten<sup>3)</sup> im Grazer Devon vorkommen, als Goniatiten, die nicht bestreitbaren Clymenien jedoch als unzuverlässig bezüglich des Fundortes zu betrachten.

3. Es wird zwar zugegeben, dass die Fauna der Korallenkalk-Stufe in der That bis zu einem gewissen Grade zwischen

<sup>1)</sup> Vorlage einer Manuscriptkarte der Umgegend von Graz. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1880, pag. 329.

<sup>2)</sup> Die Stratigraphie der Devonbildungen von Graz. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1880, Heft. 4.

<sup>3)</sup> STUR citirt in seiner Geologie der Steyermark (pag. 130), dass in ANKER's Darstellung der Gebirgsverhältnisse der Steiermark 1835, pag. 49 das Vorkommen von Goniatiten erwähnt wird.

Obersilur und Mitteldevon schwankt, jedoch nur mit der Beschränkung, dass trotzdem keine einzige Obersilurform oder Mitteldevon-Art in dem ganzen Complex vorkomme.

Es wäre nun doch zu erwarten gewesen, dass der Vertreter dieser neuen Anschauungen mindestens einen sicher unter devonischen oder hercynischen, eventuell mit irgend einer Form der BARRANDE'schen dritten Silurfauna verwandten Goniatiten aus den so kühn in Frage gestellten Clymenien-Fundgegenden von Steinberg und Plankenwart als überraschendes Beweismittel zur Hand hatte. Dies war jedoch keineswegs der Fall. An Stelle eines positiven Beweises blieb die eigene persönliche Wohlmeinung maassgebend für HÖRNES und der Wunsch, die von seinem hochverdienten Ahnherrn PARTSCH stammende Beobachtung und die von CLAR eingeführte Zusammenfassung der Clymenienkalke der Steinberge mit dem als mitteldévonisch betrachteten Korallenkalk in ausgleichende Beziehung bringen und zugleich für die Uebertragung der durch v. MOJSISOVICS erweiterten v. RICHTHOFEN'schen Rifftheorie auf die Verhältnisse des Grazer Grauwackengebirges<sup>1)</sup> verwerthen zu können. Nach der Mittheilung, dass die Auffindung eines älteren Goniatitentypus gelungen sei, sucht man in den citirten Publicationen von HÖRNES und seines Schülers STANDFEST vergeblich. Ja, es wurde nicht einmal das Gattungsmerkmal der Goniatiten überhaupt an irgend einem der für Goniatiten erklärten Stücke nachgewiesen, und ebenso wenig finden wir aus den der angeblich unterdevonischen Goniatiten-Facies parallel gestellten Brachiopoden-Schiefen, Pentameruskalken und Korallenlagern irgend eine Art des Spiriferen-Sandsteins aufgeführt.

Die Unzulässigkeit der von Prof. R. HÖRNES gegen die Existenzberechtigung der Clymenienstufe im Gebiete der Steinberge und von Plankenwart in Anwendung gebrachten Methode und die Haltlosigkeit der an die Stelle der vorhandenen Beweise gesetzten Vermuthungen, ist bereits durch eine kritische Erörterung TIETZE's<sup>3)</sup> beleuchtet worden.

<sup>1)</sup> Dass CLAR bei seinen in Begleitung von SUSS durchgeführten Excursionen nicht auf das Unzukömmliche der Vereinigung der Clymenienkalke mit dem Korallenkalk aufmerksam wurde, ist wohl nur ein leicht erklärbarer Zufall, ganz ebenso, wie der Umstand, dass er von der Angabe über ein Goniatitenvorkommen nichts erwähnt.

<sup>2)</sup> PETERS, Die Donau und ihr Gebiet, pag. 106, sagt bereits bezüglich des Plabutsch-Rückens: „Man würde es der einfachen Kammform dieses Berges kaum ansehen, dass sein oberes Drittheil eines jener Korallenriffe ist, wie die paläozoischen Formationen deren hie und da enthalten“ etc.

<sup>3)</sup> Das Alter des Kalkes von Steinbergen bei Graz. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1881, No. 2.

Eine indirecte Antwort auf diese Kritik sollte, wie es scheint, die oben citirte Abhandlung von Dr. STANDFEST sein. Dieselbe kann jedoch nicht leicht von irgend Jemandem als eine Stütze für die von HÖRNES aufgestellten Ansichten angesehen werden. Der Hauptinhalt ist eine Art Ausführung oder Umschreibung der von HÖRNES in der CLAR'schen Gliederung gemachten Veränderungen. Von Interesse für die Beurtheilung des positiven Werthes dieser Arbeit hinsichtlich der Unterstützung der HÖRNES'schen Auffassung der Clymenienfrage und der dabei verfolgten Tendenz sind nur die letzten Seiten, auf welchen sich der Verfasser specieller um den Nachweis bemüht, dass die von ROLLE und anderen citirten und auch die neuerdings noch in den Steinbergen aufgefundenen Clymenien überhaupt keine Cephalopoden seien, sondern zu *Euomphalus* gehören, und ganz besonders die resümirenden Schlussabsätze. — Von dem, was TIETZE über das Vorkommen von Clymenien und *Posidonomya venusta* schon früher publicirte und was er in der oben citirten Entgegnung sagte, wird keinerlei Notiz genommen. Ueberdies vermeidet es Dr. STANDFEST aber auch sorgfältigst, nochmals auf das Vorkommen von Goniatiten zurückzukommen. Der Umstand, dass das Vorkommen von Goniatiten überhaupt mit dem oberdevonischen Charakter dieser Kalke sehr wohl verträglich und kein Beweis für deren unterdevonisches Alter sei, mag eben doch vielleicht in Erinnerung gekommen sein. Als Hauptargument für das wahrscheinliche Fehlen von Clymenien in den Steinbergen wird ein Irrthum ROLLE's vorausgesetzt und auf die Unsicherheit der UNGER'schen Fundortsangabe bezüglich der von HAUER bestimmten Form (Plabutsch) und einer Fundortsangabe für ein paar kleine angeschliffene Clymenien der Sammlung des Joanneum (Gaisberg) hingewiesen. Dass aber die Clymenien-förmigen Petrefacten der Steinberge zu „*Euomphalus*“ gehören, schliesst der Verfasser aus dem Umstand, dass er zahlreiche, zum Theil selbst aus dieser Fundgegend geholte Individuen, bis zur Medianebene anschliiff, ohne Kammerwände zu entdecken.

Da das Auftreten der Gattung „*Euomphalus*“ gegen das oberdevonische Alter der betreffenden Kalke ebenso wenig spricht als es für das unterdevonische Alter derselben von Bedeutung ist, so bleibt es ziemlich gleichgiltig, ob neben besser erhaltenen Clymenien auch noch viele schlecht erhaltene Clymenien oder schlecht erhaltene *Euomphalus*-Formen vorkommen. Man kann dabei ganz davon absehen, inwieweit das Auftreten von *Euomphalus* überhaupt wahrscheinlicher gemacht wurde, als der einfach ungenügende Erhaltungszustand der Mehrzahl der aufgefundenen Clymenien erklärbar ist.

Die Tendenz der Arbeit wird in unbefangendster Weise

durch die Schlussworte <sup>1)</sup> gekennzeichnet, welche das als Schlussresultat verkünden, worüber kein Zweifel bestand, und die selbst-erhobenen Zweifel zu eigenem Nutz und Frommen aufrecht erhalten. Das Oberdevon und die alten Fundpunkte von Clymenien werden vorzugsweise nur angezweifelt, um definitiv erst noch einmal entdeckt werden zu können.

Gewiss wird es ein besonderes Verdienst der Grazer Geologen sein, wenn es denselben gelingt, die speciellen Fundpunkte und die genaue stratigraphische Position der aus älteren Steinbrüchen stammenden, im Joanneum aufbewahrten verschiedenen Clymeniengesteine nachzuweisen und neue Fundpunkte nicht nur der obersten, sondern auf der tieferen Devonstufe und des Silur zu entdecken.

Dass die Clymenienstufe aber einen wesentlichen Antheil habe an der Zusammensetzung des durch die Steinbrüche der Steinberge und von Plankenwart aufgeschlossenen Devon-Complexes, unterliegt keinem Zweifel und muss als bereits entdeckt angenommen werden. Die Durchsicht des in der Reichsanstalt vorhandenen, sowie des mir von den Herren Director AICHORN und Prof. RUMPF in Graz gütigst zur Ansicht übersandten Materials hat das durch STUR nach den Angaben HAUER's und ROLLE's und durch spätere Bestimmungen TIERZE's bestätigte Vorkommen von Clymenien-führenden Schichten in dem Kalk-complex der Steinberge neuerdings ausser Zweifel gestellt.

Obwohl der Nachweis einer Vertretung von Aequivalenten der Silurformation die Hauptaufgabe des Kapitels über die Ostbucht bilden sollte, musste der Devonfrage naturgemäss hier die nothwendige Berücksichtigung auch bei Anführung der zu Gebote stehenden positiven Thatsachen zu Theil werden. Wenngleich Prof. HÖRNES in der Lage sein dürfte, ein im Laufe der Jahre zusammengebrachtes grösseres Material und eine grosse Reihe von Beobachtungen für seine eigenen alten oder modifizirten neuen Anschauungen zu verwerthen, will ich doch nicht unterlassen, das Wenige, was mir zu Gebote steht, im Sinne der von mir vertretenen Richtung zur Geltung zu bringen.

Wir behandeln zunächst nur die paläontologischen Anhaltspunkte und stellen die das Oberdevon betreffenden voran.

---

<sup>1)</sup> „Wenn wir, sagt STANDFEST, auf all' das Gesagte Rücksicht nehmen, so kann natürlich über die Faciesverschiedenheit des Steinberger Kalkes kein Zweifel bestehen, und wenn die als „Clymenien“ bestimmten Petrefacten von dorthier stammen, auch nicht über das oberdevonische Alter derselben. Das Vorkommen der Clymenien von Steinbergen wird man aber vor der Hand noch bezweifeln dürfen, und es wird eine Hauptaufgabe der geologischen Untersuchungen im Grazer Devon auch in Zukunft bleiben, die Fundorte der Clymenien zweifellos sicher zu stellen.“

## a. Oberdevon.

Unter den sicher von den Steinbergen stammenden Resten <sup>1)</sup>, welche mir vorlagen, befinden sich nur solche, welche als Clymenien und solche, welche als Goniatiten bestimmt und gedeutet werden können, Orthocerendurchschnitte, und überdies das von TIETZE gesammelte Stück mit *Posidonomya venusta* MÜNST. Ein Theil der Clymenien zeigt nur durch die äussere Form den Wachsthumshabitus der bekannten evoluteren Formen (*Clymenia laevigata*, *undulata*, *flexuosa*, *angulosa*) im Querschnitt und Gewinde, aber keinerlei oder nur unvollkommene Spuren der Aussenschale, der Kammerwände und der Siphonalduten. Einige Exemplare haben nur an bestimmten Stellen des Gewindes noch deutlich erhaltene Kammerwände, während dieselben im grössten Theil und zwar sowohl bei dichter als bei krystallinisch-körniger Gesteinsausfüllung der Schalenkerne zerstört oder resorbirt wurden.

Das bezüglich des Fundortes unsichere Stück der Sammlung des Joanneum ist das besterhaltene bezüglich der Schale und der Deutlichkeit des Siphos, dagegen sind die Kammerwände fast vollständig resorbirt und der Verlauf der Lobenlinie schwer erkennbar. Die Zugehörigkeit zur Gruppe der *Clymenia undulata* MÜNST. ist trotzdem nicht zu verkennen. Das graue, gleichförmig dichte Kalkgestein stimmt ganz mit dem der *Posidonomya venusta* und mit einem Clymeniengestein der RUMPF'schen Sammlung. Mit letzterem stimmt auch die weisse, späthige Beschaffenheit der leicht vom Kern springenden, kalkigen Schaalreste. Die in diesem, sicher von den Steinbergen stammenden Gestein erhaltene *Clymenia* zeigt im Querschnitt die Spuren der internen Lage des Siphos und erinnert im Habitus an eine der kleinen, von GEINITZ <sup>2)</sup> als *Clymenia flexuosa* MÜNST. abgebildeten Formen.

Die Wahrscheinlichkeit der Abstammung auch der in Frage gestellten, wohl erhaltenen *Clymenia undulata* der Sammlung des Joanneum aus einem der älteren Brüche der Steinberge kann somit doch nicht so ganz in Abrede gestellt werden.

Unter den angeschliffenen Plattenstücken der Steinberger Clymenienkalk-Suite des Museums sind zwei Hauptvarietäten des Gesteins zu unterscheiden, die röthlichen bunten und die

<sup>1)</sup> Unter den in der Sammlung des Joanneum aufbewahrten, 9 älteren, Clymenienreste enthaltenden Stücken ist nur bei einem einzigen die allgemeine Fundortsangabe „Steinberge“ von Herrn Dir. AICHORN mit Fragezeichen versehen worden. Alle neueren Stücke (darunter 5 von Prof. RUMPF) sind zweifellos in den letztbetriebenen Steinbrüchen der Steinberge gesammelt worden.

<sup>2)</sup> Grauwacken-Geb. von Sachsen t. 9, f. 12.

schwarzen oder dunkelstreifigen. In diesen Stücken ist die Erhaltung der Kammerwände meist ganz vollständig, und selbst die Lage des Siphos in einigen Exemplaren erkennbar.

Aus den rötlichen Kalken sind zwei grosse Clymenien und eine mittlere, nahezu parallel zur Medianebene angeschliffen, zwei kleine Formen erscheinen nebenbei zufällig im Querschnitt. Von den grossen Formen gehört die eine sicher zu *Clymenia speciosa* MÜNST. (vergl. GÜMBEL<sup>1)</sup> Taf. XX. Fig. 3 a), die zweite mindestens in dieselbe Gruppe. Die kleineren Querschnitte lassen sich am besten auf *Clymenia laevigata* MÜNST. und *Cl. planorbiformis* MÜNST. beziehen. Die mittelgrosse Form gehört am wahrscheinlichsten zu *Clymenia laevigata* MÜNST. var. *elliptica*. Aus der gleichen Kalklage stammen wohl auch die roth- und gelbstreifigen Stücke mit Orthocerendurchschnitten. Unter diesen erinnert besonders der eine stark an die von GEINITZ<sup>2)</sup> zu *Orthoceras interruptum* MÜNST. gestellten Orthoceratiten des Clymenienkalkes von Gattendorf.

Ein schwarzer Kalk zeigt einen Horizontalschliff, welcher sehr gut zu dem von GÜMBEL (l. c. Taf. XVII, Fig. 1 g) wiedergegebenen Durchschnitt von *Clymenia undulata* MÜNST. passt.

In einem dunklen, fleckigen, schiefrigen Kalk sind 2 Median-schliffe und ein unregelmässiger Queranschliff der Convexseite zu sehen, von welchen der letztere namentlich ziemlich sicher zu *Goniatites* gehört und auf *Goniatites retrorsus* v. BUCH<sup>3)</sup> bezogen werden könnte.

Unter den von RUMPF aus den Brüchen bei Steinberg für die Sammlung der technischen Hochschule in Graz gewonnenen Clymenien ist besonders ein grosses, in dunklem Kalk erhaltenes Exemplar von Interesse. Dasselbe zeigt nur an einer Stelle auf kurze Distanz deutlich das Vorhandensein von Lobenlinien, nach welchen es in die Gruppe der *Clymenia speciosa* MÜNST. gehört. Im Uebrigen ist die Aussenschale und jede Spur der Kammerwände ebenso vollständig verschwunden, wie bei der Mehrzahl der aus ähnlichem Gestein stammenden Clymenienreste.

Endlich erwähne ich noch ein sicher von den Steinbergen stammendes Stück der Sammlung der Reichsanstalt aus gelbgrauem Kalk. Dasselbe stimmt im ganzen Habitus auffallend mit *Clymenia angulosa* MÜNST.<sup>4)</sup>, weicht jedoch durch die Form der an zwei Stellen freigelegten Lobenlinien (ein Laterallobus mehr) davon ab. Da die Lage des Siphos nicht constatirbar

1) Clymenien in den Uebergangsgebilden des Fichtelgebirges. Palaeontographica 1863.

2) Versteinerungen der Grauwacke von Sachsen (Taf. 4, Fig. 4 u 5).

3) Vergl. GEINITZ, l. c. Taf. 10, Fig. 2. Clymenienkalk v. Oettersdorf.

4) GÜMBEL, l. c. Taf. XIX., Fig. 3.

war, ist die Frage, ob man es mit einer neuartigen *Clymenia* oder einem neuen flachen und stark evoluten Goniatiten zu thun hat, nicht zu entscheiden. (Die Form der Loben erinnert an diejenige des in Gestalt und Gewinde ganz verschiedenen *Goniatites Becheri* D'ARCH. u. VERN.)

Aus den angeführten Thatsachen geht mit genügender Deutlichkeit hervor, dass die Clymenienstufe an der Zusammensetzung der seit langer Zeit durch Steinbrüche erschlossenen Kalkcomplexe von Steinberg und Plankenwart einen hervorragenden Antheil habe, wie dies schon früher allseitig angenommen wurde.

Als eine Erweiterung bezüglich dieser Vertretung des Oberdevon tritt die Wahrscheinlichkeit des Erscheinens von Goniatiten neben den vorherrschenden Clymenien innerhalb dieser Stufe und eventuell selbst einer Repräsentanz der Intumescens-Stufe und einer noch tieferen Abtheilung des Devon hinzu.

Unter den mit „Steinberge“ bezeichneten Stücken, welche mir aus der Sammlung des Joanneums vorlagen, befand sich auch ein dunkler Kalk mit Abdruck und Schaaalenresten einer grossen Schnabelklappe, welche, obwohl man zunächst an *Stringocephalus* denken möchte, doch zu stark an *Pentamerus* erinnert. Der flache, wahrscheinlich ganz glatte, sehr grosse Schaaalenrest dürfte eher einer neuen Form entsprechen, als etwa auf *Pentamerus oblongus* bezogen werden können. Daran lassen sich natürlich nur Vermuthungen knüpfen. Hat man es nicht mit einem eigenthümlichen *Stringocephalus* zu thun, sondern kämen unter dem Clymenienkalk von Steinbergen in der That Kalkcomplexe mit glatten *Pentamerus*-Formen vor, so muss zuerst entschieden werden, ob sie in engerer, ungestörter, stratigraphischer Verbindung zur oberen Devonstufe stehen, oder ob eine Discordanz der Auflagerung constatirt werden kann. Im ersteren Falle würde man auf eine Vertretung der oberen Abtheilung des Mitteldevon schliessen können, in welcher an Stelle oder neben *Megalodus*, *Stringocephalus* etc. etwa noch grosse, glatte *Pentamerus*-Formen erscheinen. Im zweiten Falle müsste man an das Fehlen des Mitteldevon und eine abweichende Ueberlagerung unterdevonischer oder silurischer Pentameruskalke durch Oberdevon denken.

## b. Unterdevon und Silur.

Einer der obersten Horizonte der Gaisberger Schichtenfolge, welche durch eine breite Zone von Schutt und tertiären Sand- und Schotter-Ablagerungen von dem Verbreitungsstrich der Clymenienkalke getrennt ist, ist derjenige, aus welchem

die von CLAR aufgefundenen Brachiopoden- und Trilobitenreste stammen.

Die mürben, gelben bis röthlichen, unvollkommen schieferigen Mergellagen, welche in dem obersten Bruch nördlich vom Strassensattel der Wetzelsdorf-Steinberger Strasse über Korallenknollen-Kalklagern liegen, gehören der obersten Abtheilung einer bedeutenden Schichtenfolge von dunklen Bank- und Plattenkalken an, in denen Steinbrüche betrieben werden; sie enthalten auf den günstiger sich ablösenden Schichtungs- und Schieferungs-Flächen stellenweise scharfe Abdrücke von flachen *Chonetes*-Arten und nebenbei Pygidien von *Dalmania*. *Chonetes* cf. *sarcinulata* DE KON. und *Ch. polytricha* A. RÖEM., vielleicht auch *Chonetes dilatata* DE KON., oder diesen Arten mindestens sehr nahe stehende Formen erscheinen besonders häufig. Auch die Gattungen *Orthis*, *Leptaena* (cf. *laticosta* CONR.) und *Athyris* sind in seltenen Resten vertreten.

*Chonetes* und *Strophomena* (cf. *pecten* PHIL.) erscheinen auch an der Grenze der weicheren, röthlichen Mergellagen mit Kalkplatten auf diesen, sowie innerhalb des Kalkes selbst in diesem oberen Complex der Gaisberger (Wetzelsdorfer) Steinbrüche.<sup>1)</sup>

In den Korallenknollenlagern sind die *Heliolites*-Formen von besonderer Wichtigkeit. Sie sind häufig und gehören sämmtlich oder mindestens ganz überwiegend zur Gruppe des devonischen *Heliolites porosa*. Zum Theil werden sie direct mit dieser Art zu vereinigen sein. Im Uebrigen besteht die Korallenfauna theils aus dem Silur und dem Devon gemeinsamen Arten wie *Stromatopora concentrica*, *Favosites fibrosa*, *cristata* (*cervicornis*), *alveolaris*, theils aus Silurformen wie *Favosites aspera*, *Forbesi*, *Cyathophyllum flexuosum*, theils endlich aus neuen mit Silur- oder Devonarten verwandten Korallen. Ueberdies findet man in den knolligen Grenzlagen der Kalkbänke ausser Crinoidenresten auch glatte verdrückte Schaalreste, welche theils zu Brachiopoden (*Pentamerus*, *Meganteris?* etc.), theils zu Bivalven gehören. Ein kleines *Conocardium* (cf. *clathratum* D'ORB.) aus der Nähe der gelben Chonetesschicht und ein Stück mit *Serpulites* cf. *longissimus*, welches ich zugleich mit den genannten Korallen in dem bezeichneten Complex selbst sammelte, mag noch erwähnt werden.

<sup>1)</sup> In der Sammlung des Joanneum befinden sich derartige Stücke mit *Chonetes* und *Strophomena* mit der Bezeichnung Gaisberg. Auch von HÖRNES am Gaisberg aufgefundenene graue Brachiopoden-Schiefer mit *Chonetes* sp. dürften zu diesem oberen Schichtencomplex gehören. — Die Brachiopodenkalle der Teichalpe enthalten neben ähnlichen *Chonetes*-formen solche, welche besser mit der obersilurischen Form *Chonetes striatella* DE KON. stimmen und haben vielleicht ein etwas tieferes Niveau.

Die Korallenfauna, sowie die *Chonetes*-Formen und das Auftreten von *Dalmania* weisen der Schichtengruppe, welche durch die oberen Wetzelsdorfer Steinbrüche am Gaisberg abgeschlossen ist, doch eher eine Stellung innerhalb des normalen Unterdevon, als in der Basis des Mitteldevon an. Man kann sowohl in der „oberen Helderberg-Gruppe“ (ohne den Oriskany-Sandstein) allein das beiläufige Aequivalent vermuthen, als in der Coblenzer Grauwanke mit dem Spiriferensandstein überhaupt. Die Auffindung von *Pleurodictyum* und *Spirifer macropterus* würde die in der Korallenfauna (durch *Heliolites porosa*) schon angedeuteten Beziehungen zum Mitteldevon noch weiter zurückstellen. (*Pleurodictyum* scheint übrigens vorhanden zu sein.) Es handelt sich somit hier nur um eine untere Abgrenzung der „dem normalen Unterdevon“ aequivalenten Schichtengruppe des ganzen Complexes der Pentamerus- und Korallenkalke. Diese Frage lässt sich aber wahrscheinlich erst nach sehr genauen Specialstudien über die Stratigraphie und Tektonik des ganzen von der Mur durchbrochenen Grazer Korallenkalk-Gebirges lösen, wenn nicht weitere entscheidende paläontologische Funde schon früher zu Hilfe kommen.

Mag man nun aber die obere Gaisberger Schichtenfolge mit dem *Dalmania*- und *Chonetes*horizont und der silurisch-devonischen Korallenfauna mit *Heliolites* aff. *porosa* schon als Aequivalent des normalen Unterdevon ansehen, oder mag man dessen Basis noch tiefer suchen, jedenfalls ist es sicher, dass die Hauptmasse der unter diesem Complex liegenden Kalke, Dolomite und Quarzite, also die untere Wetzelsdorfer und Baierdorfer Schichtenfolge, sowie diejenige des nordöstlichen Plawutsch-Abschnittes sammt derjenigen von Gösting und St. Gotthard jenseits der Mur entweder einer damit in engerer stratigraphischer Verbindung stehenden Repräsentanz des Uebergangs-Silur der Stockwerke F—G (der Bronteuskalke der nördlichen Silurzone) bis in's typische Obersilur des Stockwerkes E entspricht, oder dass eine Lücke besteht. Das normale Unterdevon (der Gaisberger Complex mit dem *Chonetes*horizont) müsste diesfalls den Aequivalenten des normalen Obersilur hier in nicht normaler Auflagerung folgen.

Die paläontologischen Anhaltspunkte für die Existenz des typischen Obersilur innerhalb der bezeichneten Complexe sind folgende:

In der Schichtenfolge bei Baierdorf treten schwarze, graphitisch abfärbende Schieferkalke und Kalklinsen im Schiefer als Zwischenzonen von stärkeren Kalkbänken auf. Von hier ist das Vorkommen von *Heliolites megastoma* MILNE EDW. (einer Wenlockform) constatirt. Aus einer ganz ähnlichen Gesteins-schicht dieser Fundgegend stammt ein von RUMPF aufgefun-

dener Cephalopodenrest, der höchstwahrscheinlich zu *Trochoceras* gehört. Ueberdies liegt von dort aus einer anderen Kalkschieferlage noch eine andere Wenlock-Koralle (*Alveolites repens* MILNE EDW.) vor.

Vom Plawutsch-Rücken (auch Plabutsch) kenne ich mehrere Exemplare von starkrippigen grossen Pentamerusformen. Das grösste und besterhaltene ist das von mir bereits mehrfach citirte<sup>1)</sup> Exemplar von *Pentamerus Knightii* Sow., welches dem englischen Original aus dem Aynestrykalk (Siluria t. XXI., f. 10) ganz nahe steht. Ein zweites Exemplar (von RUMPF aufgefunden) stimmt mit der von BARRANDE (aus Ee<sub>2</sub> Bd. V., t. 21, f. 21) abgebildeten mit ? zu *Pentamerus Knightii* Sow. gestellten Varietät auffallend nahe überein. Ein in die Gruppe gehörender, etwas stärker abweichender, sehr unvollkommen erhaltener Rest befindet sich in der Sammlung des Joanneum.

An den breitrippigen *Pentamerus firmus* BARR. (E) oder an den scharfrippigen *P. costatus* GIEB. (aus dem hercynischen Schiefergebirge) lässt sich keine dieser Formen etwa mit besserem Recht anschliessen. Ueberdies ist ein gleichfalls von RUMPF aufgefundener Rest zu erwähnen, der an *Pentamerus Sieberi* var. *anomala* BARR. (Bd. V., t. 78. II.) aus F erinnert.

Schliesslich ist hervorzuheben, dass im Korallenkalk bei St. Gotthard jenseits der Mur *Heliolites*-Formen auftreten, welche entschieden zu der silurischen Gruppe von *Heliolites interstincta* (etwa *H. Murchisoni* MILNE EDW.), wenn nicht zu dieser Art selbst gehören.

Einige Schwierigkeit macht nur der in der Nähe der Pentamerusfunde auf dem Plawutsch liegende Korallenkalk, denn hier erscheinen wieder silurische und devonische Korallenformen und unter letzteren besonders auch die Gruppe der *Heliolites porosa*. Wenn man nun auch nicht direct anzunehmen braucht, dass diese Korallenzone und jene der oberen Gaisbergschichten genaue Aequivalente sind, müssen sich dieselben doch nahe stehen, und ebenso wird man annehmen können, dass der silurische Baierdorfer Heliolitenhorizont demjenigen von St. Gotthard in der stratigraphischen Reihenfolge ziemlich nahe kommt.

Wenn sich erweisen liesse, dass die Schichtenfolge des Plawutsch von Gösting aufwärts und die Schichtenfolge des Gaisberges von Baierdorf aufwärts durch eine Verwerfungszone getrennt werden und sich im Wesentlichen parallelisiren lassen, würde man auch ohne die Annahme einer Discordanz zwischen der Repräsentanz des normalen Devon (mit dem

<sup>1)</sup> Verb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1879, No. 10, pag. 218.

oberen Korallenhorizont) gegen die Schichtenfolge der unteren Korallenhorizonte und des *Pentamerus Knightii* zu einer plausiblen Erklärung kommen können.

Unterdevon und Obersilur wären hier dann ähnlich eng mit einander stratigraphisch verbunden, wie es im hercynischen Schiefergebirge sein soll und wie es in der karnischen Riffkalkmasse und in der canadischen Entwicklungsform der Unter-Helderberg-Gruppe der Fall sein dürfte. Dass ein Horizont mit *Pentamerus Knightii* dann hier statt im obersten Grenzbande des typischen Obersilur ( $e_2$ ) in der Nähe der Basis des Normal-Devon im Obersilur (F—G) erscheint, wäre immerhin noch minder auffallend, als das Erscheinen des Graptolithenhorizontes an der Grenze des hercynischen Schiefergebirges gegen den Hauptquarzit des Harzer Normal-Devon.

Ueberdies will ich in Erinnerung bringen, dass auch aus dem karnischen Riffkalk-Complex neben silurischen Korallen (*Heliolites* aff. *interstincta*) auch eine grössere starkrippige, silurische Pentamerusform (*Pentamerus* cf. *conchidium* BROGN.) vorliegt.

Es besteht kein Zweifel, dass sowohl die Baierdorfer Schichtenfolge als der Korallenkalk von St. Gotthard bereits dem tieferen Complex, der durch den Grünsteinhorizont (Diabasstufe) CLAR'S von der oberen Schichtenfolge der Pentameruskalke, Korallenkalke und Brachiopodenschiefer getrennten Dolomitstufe CLAR'S (Quarzitstufe HÖRNES') angehört.

Die Entscheidung in der Frage aber, ob man auf Grund des unzweifelhaft echt silurischen Charakters der Faunenreste dieser Stufe in derselben die Repräsentanz des typischen Obersilur annehmen darf, oder ob dieselbe nur als die untere Abtheilung einer mächtigeren, den Riffkalkbildungen der Südzone parallelen Entwicklung der Stockwerke F—G bis in's normale Unterdevon (der oberen Gaisberg-Schichten) aufzufassen ist, dürfte zu Gunsten der ersteren Annahme neigen. Das Auftreten einer Grünsteinzone zwischen einer unteren und einer oberen Abtheilung Korallen-führender Schichten weist immerhin auf einen bemerkenswerthen Unterschied zwischen der Entwicklung der Schichtenfolge der Ostbucht und derjenigen der nördlichen und südlichen Silurcomplexe hin. Von Wichtigkeit wird die Constatirung des Verhaltens der Schichten des Plawutsch mit *Pentamerus Knightii* und Verwandtschaft zu dem Korallenkalk mit *Heliolites* aff. *porosa* sein, sowie der eventuelle Nachweis der ungestörten Aufeinanderfolge des oberen Gaisberger Schichtencomplexes auf den Complex der Dolomitstufe mit dem Baierdorfer Korallenhorizont.

Leider war ich nicht in der Lage, die tektonischen Verhältnisse des Grazer Grauwackengebietes näher zu studiren, und ich war um so weniger geneigt, die dazu erforderliche Zeit

anderen Untersuchungsgebieten zu entziehen, als ich voraussetzen durfte, dass es die Grazer Geologen selbst, als zur Hand liegend, schon zu einem specielleren Studienobject gewählt hatten.

Trotzdem wage ich die Meinung auszusprechen, dass, ganz abgesehen von der Steinberger Schichtenfolge mit der oberdevonischen Clymenienstufe, auch die von Prof. HÖRNES ausserdem noch für das Unterdevon in Anspruch genommenen Aequivalente zu allgemein gefasst sind, und dass sich seine Ansicht, es gäbe nur neue und unterdevonische, aber weder mitteldevonische noch obersilurische Arten in den Korallenkalken, Pentameruskalken und Brachiopodenschiefern des Grazer Grauwackengebirges, welche er zum Unterdevon rechnete, nicht werde halten lassen. Selbst in dem Fall, dass nur die sicher über dem obersten Grünsteinhorizont liegenden Schichten gemeint sind, und dass es erwiesen wäre, dass der Pentameruskalk des Plawutschrückens mit *Pentamerus Knightii* von dem unterdevonischen Korallenkalk durch einen Grünstein-Horizont getrennt ist, könnte ich nicht beistimmen. Die detaillirte Untersuchung der Korallenfauna der oberen Gaisbergstufe, in welcher das sicherste Aequivalent des Unterdevon enthalten ist, und der bisher als Mitteldevon aufgefassten Korallenfauna der obersten Plawutschkalke mit *Heliolites porosa* und *Favosites polymorpha*, sowie der über einem Grünsteinhorizont liegenden Korallenkalke des Hochlantsch und Zachenhochspitz (mit *Syringophyllum* und *Acervularia*) bezüglich ihrer speciellen stratigraphischen Position dürfte vielleicht doch ergeben, dass Grünsteinlager und Korallenkalklager von verschiedenem Alter im Grauwackengebirge der Ostbucht vorkommen, ganz abgesehen von den Korallenhorizonten der CLAR'schen Dolomitstufe, welche nicht nur quarzitische, sondern auch Kalk-Aequivalente umfasst. Uebereinstimmend wird von CLAR und HÖRNES die bisher nur durch Crinoidenstielglieder und die zum Theil zu *Bythotrephes* HALL<sup>1)</sup> gehörenden Fucoidenformen paläontologisch gekennzeichnete Schichtengruppe der schiefrigen Kalke und kalkigen Thonschiefer oder „Kalkthonschiefer“ als Basis der Quarzit- und Dolomitstufe angenommen. Der Umstand, dass derartige Schieferlagen auch innerhalb der Dolomitstufe als Zwischenzonen auftreten, verbindet diese beiden Gruppen enger. Da nun die durch das Fucoiden-Vorkommen gegebene Analogie

<sup>1)</sup> In dem Umstande, dass von STANDFEST (l. c. pag. 467) der vegetabilische Ursprung dieser Formen bezweifelt und denselben die Deutung als Thierspuren gegeben wird, finde ich keinen Grund, die von GÖPPERT (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1858, Verhandl. 77) hergestammende Beziehung eines Theiles dieser Reste auf das HALL'sche Fucoidengenus zu unterschätzen.

dieser Schichten mit dem nordamerikanischen Bythotrephishorizonten des Trentonkalkes und der Utica Slates dadurch unterstützt wird, dass ihre Hauptmasse unter Dolomiten und Kalken liegt, welche typische Wenlockkorallen enthalten und daher der nordamerikanischen Niagara-Gruppe parallel gestellt werden können, gewinnt in meinen Augen die Annahme, dass die Dolomitstufe und ihre Aequivalente in das typische Obersilur gehören und demnach die Kalkthonschiefer-Gruppe mit ihren Bythotrephishorizonten in das obere Untersilur noch hinabreicht, eine grössere Berechtigung.

Leider kann ich zur Unterstützung dieser Ansicht nicht auch das Vorkommen von *Halysites catenularia* im Kalkschiefer dieser fraglichen Stufe anführen. Der ungenügende Erhaltungszustand einer darin gefundenen Auswitterungsform, welcher an Reste einer Kettenkoralle erinnert, lässt nur eine subjective Vermuthung zu. Die grünen Chloritschiefer (Semriacher Schiefer) und der gebänderte Schöckelkalk, sowie die Grenzphyllite der CLAR'schen Stufenfolge würden dem entsprechend abwärts durch das Untersilur, eventuell in das Primordial-Silur reichen.<sup>3)</sup>

In dem Bereich des nach Ungarn (Eisenburger Comitát) reichenden, äusseren Nordflügels der internen Grazer Bucht ragt eine Reihe von Schiefergesteins-Inseln mit Kalkschollen und Kalk-einlagerungen aus den Congerien-Schichten. Dieselben verlaufen ziemlich parallel mit den grossen Bruchrändern der Wiener Bucht. Sowohl in Kalkglimmerschiefern, als in eingelagerten Kalken, sowie in einer kleinen Dolomitscholle fand K. HOFMANN<sup>1)</sup> (Buda-Pest) Crinoidenstielglieder und Korallenreste; derselbe weist bereits auf deren wahrscheinliche Altersübereinstimmung mit den alpinen Silur- und Devongesteinen hin. F. TOULA<sup>2)</sup> bestimmte aus dem von HOFMANN gesammelten Material eine Reihe von Korallen- und Crinoidenresten, und wies damit zugleich die Zugehörigkeit der betreffenden Schichten zu dem früheren Grazer Mitteldevon nach. TOULA bringt jedoch bereits Vergleiche bei, die auf Unterdevon hinweisen, wie *Spirifer cf. ostiolatus* (Unterdevon von Laubach bei Coblenz) aus dem Fundort am Ostende des Kienischberg-Rückens und citirt von ebenda *Heliolites porosa* und *Cyathocrinus pinnatus* (Schraubenstein). Es dürfte hier somit wahrscheinlich ein Aequivalent des oberen Gaisberger Korallenhorizontes vorliegen. Vom Hohensteinmaisberg bei Kirchfidisch werden neben *Favosites Goldfussi*

<sup>1)</sup> Verb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1877, pag. 16. Ueber ältere Sedimente in den östlichsten Ausläufern der cetischen Alpen.

<sup>2)</sup> Ibidem 1878, No. 3, pag. 47 ff. Ueber Devonfossilien aus dem Eisenberger Comitát.

<sup>3)</sup> Im Fall die Reihenfolge sich bestätigt und nicht zum Theil eine Faciesvertretung höherer Schichten vorliegt.

D'ORB. und *reticulata* BLAINV. sp. Entrochiten von *Cupressocrinus abbreviatus* GOLDF. und *Actinocrinus muricatus* GOLDF. aufgeführt, endlich aus dem Steinbruch im Harmischer Wald *Favosites reticulata*. Die Entscheidung darüber, ob alle diese Korallenkalke etwa einem unterdevonischen Horizont angehören, ist vorläufig nicht zu treffen. Obwohl TOULA (l. c.) es nicht für wahrscheinlich hält, dass eine Vertretung des Silur in veränderter Form in der Schieferhülle der Gegend zu suchen sei, welche zum Theil an die Schieferhülle der Tauernkette erinnert und in der Gebirgsinsel von Khofidisch von jenen Eisenburger Devonbildungen überlagert sei, muss ich nach den neueren Erfahrungen anderer Meinung sein. Ich bin überzeugt, dass es Siluraequivalente sind, auf welchen jene Korallenkalke liegen, so gut wie die Bythotrephisschiefer und Semriacher Grünschiefer und jene im Südflügel der Bucht gegen das Bachergebirge zu auftauchenden Schichten der Schiefer-Insel bei Leibnitz, welche schon ROLLE mit den vordevonischen Taunusquarziten vergleicht.

### 3. Südliche Grauwackenzone.

Ungleich grösser, als der bezüglich der Gliederung der paläozoischen Bildungen in den nördlichen und östlichen Randgebieten der krystallinischen Centralmasse gemachte Fortschritt, ist der Abstand des neuesten Standpunktes von den alten Anschauungen innerhalb der südlichen Verbreitzungszone. Die zum grösseren Theile von mir selbst erbrachten Nachweise Petrefacten-führender Silurhorizonte haben hier die in ihrer oberen, mit der Dyas verknüpften Abtheilung Petrefacten-reiche und mannichfaltiger gegliederte Carbonformation bedeutend beschränkt, während, abgesehen von den in der Kalkfacies des Obersilur fortentwickelten Bildungen, die Devonformation durch typisch charakterisirte Glieder bisher noch in keinem der untersuchten Abschnitte mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte.

Die Schwierigkeit der Verhältnisse ist hier in der That keine unbedeutende. Die streckenweise Maskirung der älteren Schichten durch zwischengeschobene und übergreifende Petrefacten-führende Carbon-, Perm- und Triasschichten, die Aehnlichkeit der Gesteinsbeschaffenheit höherer und tieferer Horizonte, die Seltenheit Petrefacten-reicher Stellen in den Hauptabschnitten der tieferen Complexe und verschiedene andere ungünstige Verhältnisse entschuldigen und erklären zum grossen Theil den Sieg der gestreiften Producten über vereinzelte fragliche Funde und die Niederstimmung der richtigeren Mino-

ritätsansicht LIPOLD's durch die irrige von FÖTTERLE<sup>1)</sup> und PETERS vertretene Majoritätsansicht. Während LIPOLD<sup>2)</sup> (1854 bis 1856) daran festhält, dass nur der obere Theil der FÖTTERLE'schen Gailthaler Schichten sicher die alpine Steinkohlenformation repräsentirt, die untere Abtheilung jedoch als älteres Glied der paläozoischen Schichtenreihe auszuschneiden sei, äussert sich PETERS<sup>3)</sup> (1855) im Sinne der anderen Auffassung dahin, dass „für die Existenz einer anderen paläozoischen Formation als der Steinkohlenformation im Gebiet der Drau und Save alle Wahrscheinlichkeit geschwunden sei — man müsste denn nur den Urthonschiefer sammt einem Theil des Glimmerschiefers dafür nehmen wollen.“

Die von STUR<sup>4)</sup> in der karnischen Alpenkette gemachten Petrefactenfunde mit älterem Habitus fanden nicht die genügende Beachtung und wurden zum Theil irrtümlich als carbonisch gedeutet. Ebenso ging der von ROSTHORN<sup>5)</sup> schon (früher) bekannt gemachte Fund von *Bronteus*-Resten aus dem Kalk der Gegend von Bad Vellach im Karawankengebiet verloren, obwohl J. BARRANDE dieselben bestimmt und für obersilurisch erklärt hatte. Ja dieser Fund büsste bei E. SUESS<sup>6)</sup> sogar gänzlich seinen Credit ein, nachdem LIPOLD und GOBANZ vergeblich nach der Fundstelle gesucht hatten.

Auf die historischen Daten greife ich hier nicht aus dem Grunde zurück, um die vielseitigen Verdienste der verstorbenen älteren Collegen, welche die Zusammensetzung und den Bau dieser Gebirge im ersten Anlauf nicht ausreichend zu ergründen vermochten und verkannten, zu schmälern. Es veranlasst mich dazu vielmehr, abgesehen von dem Hauptgesichtspunkt der Constatirung des als wahr und richtig Erkannten, die pietätvolle Erinnerung, welche ich dem verstorbenen M. V. LIPOLD bewahre, unter dessen Führung ich die praktische geologische Aufnahmsthätigkeit in den Jahren 1857 und 1858 begann. Der ehrliche und gewissenhafte Forschungstrieb und

<sup>1)</sup> Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1855, Bd. VI. Sitz.-Ber. pag. 414.

<sup>2)</sup> Ibidem 1854, Bd. V. Sitz.-Ber. pag. 882. — 1855, Bd. VI. Sitz.-Ber. pag. 194. — Bd. VII., Heft 2. — 1856, Erläuterung d. geolog. Durchschnitte aus dem östlichen Kärnten pag. 332–345.

<sup>3)</sup> Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1856, Bd. VII., pag. 67 und 629. Bericht über die geolog. Aufnahme in Kärnten, Krain und dem Görzer Gebiet.

<sup>4)</sup> Ibidem 1856, Bd. VII., pag. 405. Die geolog. Verhältnisse der Thäler der Drau, Isel, Möll und Gail in der Umgebung von Lienz, ferner der Carnia im Venetianischen Gebiet.

<sup>5)</sup> Jahrb. d. naturhist. Landes-Museums von Kärnten, 2. Jahrgang. Klagenfurt 1853.

<sup>6)</sup> Ueber die Aequivalente des Rothliegenden in den Südalpen. I., pag. 15.

der gesunde Blick, welcher diesen trefflichen Feldgeologen auszeichnete, hat sich in diesem Falle, wie bei manchen anderen Gelegenheiten, einer mehr speculativ vorgehenden und vorgreifenden Forschungsmethode gegenüber vollkommen bewährt.

Den Ansichten LIPOLD's und dem v. ROSTHORN'schen Funde hat schon v. HAUER insofern die verdiente Berücksichtigung zugesprochen, als er in seiner Begleitschrift zu Blatt VI. der geologischen Uebersichtskarte (1868, pag. 26) die Möglichkeit einer Vertretung älterer paläozoischer Horizonte innerhalb des südalpinen Sammel-Complexes der Gailthaler Schichten, insbesondere bezüglich der „unteren Kalke“, hervorhebt.

Während somit die Zeit zwischen dem Jahre 1856 und dem Erscheinen der Alpenblätter der Uebersichtskarte 1868, abgesehen von dem Berichte STUR's „über das Vorkommen obersilurischer Petrefacte am Erzberg, 1865“, ein Stagniren der Forschung auf dem Gebiete der alten Formationen bedeutet, ist mit dieser Bemerkung v. HAUER's gleichsam der Uebergang zu der neueren Forschungsperiode gegeben, welche durch die Arbeit von E. SUSS<sup>1)</sup> „Ueber die Aequivalente des Rothliegenden in den Südalpen“, die Mittheilung STUR's<sup>2)</sup> über „Fossile Pflanzenreste von Tergove in Croatien“ und E. TIETZE's<sup>3)</sup> „Beiträge zur Kenntniss der älteren Schichtgebilde Kärntens“ gleichsam eingeleitet wurde. Wenn diese Arbeiten auch nicht die directe Veranlassung dazu gaben, dass ich mich der schwierigen Aufgabe zuwandte, die alten Schichtencomplexe der Alpen aufwärts vom krystallinischen Grundgebirge bis zu den untertriadischen Grenzcomplexen etwas eingehender zu studiren, so habe ich denselben doch manche für die Sache erspriessliche und wichtige Anregung zu danken. Die Hauptveranlassung lag in den Verhältnissen des mir zur geologischen Kartirung zugewiesenen Alpengebietes, der grossen Centralmasse Tirols, d. i. desjenigen Abschnittes der Ostalpen, welcher für das Studium der Grauwackenbildungen in jeder Beziehung der denkbar ungünstigste ist. Um überhaupt hier über den Standpunkt rein petrographischer Ausscheidungen, localer Verlegenheitsbezeichnungen und allgemeiner Gruppenbegriffe hinauszukommen, ergab sich die Nothwendigkeit, Anhaltspunkte für die geologische Altersbestimmung in den aussertirolichen Grauwackengebieten zu suchen.

Dass dies gewissermaassen nur nebenbei als eine Art von

<sup>1)</sup> Kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Sitz.-Ber. Bd. LVII., I. Abth., Februar-Heft, pag. 1–48 und April-Heft pag. 49–92, Jahrg. 1868.

<sup>2)</sup> Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. XVIII., pag. 134, Jahrg. 1868.

<sup>3)</sup> Ibidem Bd. XX., Heft 2, Jahrg. 1870. — Verhandl. 1872, No. 7, pag. 142, und Verhandl. 1873, No. 10, pag. 182.

Hilfsaction für die an sich allein wenig dankbare, aber zeitraubende Hauptaufgabe statthaben konnte, ist allein schon eine genügende Erklärung für den verhältnissmässig langsamen Fortschritt. Derselbe dürfte aber immerhin demjenigen bedeutsam genug erscheinen, welcher das schliesslich durch eine kleine Reihe von Specialtouren vorzugsweise in der südlichen Grauwackenzone erreichte Resultat nicht nur an sich, sondern auch als Grundlage für ein weiter gestecktes Ziel und als Schlüssel zur Lösung einiger wichtigen Fragen der Alpengeologie zu würdigen geneigt ist.

Die überraschend hohe und eng umschriebene stratigraphische Stellung, welche SUSS<sup>1)</sup> in der oben bezeichneten Arbeit dem durch THEOBALD<sup>2)</sup> als ein allgemeineres Aequivalent der vorpermischen Formationsreihe der Schweiz eingeführten Complex der „Casannaschiefer“ zuspricht, legte es mir dabei in erster Linie nahe, mich in Bezug auf diese für Tirol so wichtige halbkrySTALLINISCHE Schiefer-Facies zunächst in Kärnten zu unterrichten. Der Umstand, dass es TIETZE gelungen war, am Seeberg bei Bad Vellach im Karawankengebiet Petrefacten-führende, eventuell dem v. ROSTHORN'schen Bronteuskalke entsprechende Kalke aufzuspüren und deren obersilurisches Alter durch entsprechende Petrefactenfunde als wahrscheinlich zu erweisen, berechtigte umsomehr zu der Hoffnung, gerade in den Südalpen die gewünschten Anhaltspunkte für eine Gliederung der paläozoischen Complexe zu finden.

In der That waren auch schon die ersten Touren in dem

---

<sup>1)</sup> Bekanntlich hat SUSS in der citirten Arbeit in den Schlusssätzen (pag. 91 u. 92) die als „Casannaschiefer“ bezeichneten Thonglimmerschiefer und Glimmerschiefer der Südalpen (speciell in Kärnten) für jünger als die Anthracit-führenden Schichten der Stangalpe und als Aequivalent der Schichtenreihe von Tergove in Croatien erklärt, in deren mittlerem Niveau eine den höchsten Horizont der Steinkohlenformation bezeichnende Flora durch STUR's Bestimmungen nachgewiesen wurde. Ueberdies werden daselbst die Granite der Cima d'Asta, von Brixen und von Kappel als Lager dieser Schiefermasse in die oberste Abtheilung der Steinkohlenformation z. Th. selbst in die untere Dyas versetzt. Der obere Kohlenkalk wird eventuell als Vertreter dieser „Casannaschiefer“ noch zugelassen.

<sup>2)</sup> Dass THEOBALD in den „Naturbildern aus den Rhätischen Alpen“ 1861, sowie in seiner „Geologischen Beschreibung von Graubünden“ 1864 und 1866 seinem „Casannaschiefer“ eine umfassendere, den Ansichten STUDER's und ESCHER's nahekommende Rolle zuerkennt, ist ausführlich in meiner Arbeit „Der Graptolithen-Schiefer am Osternig-Berge in Kärnten“ 1873 besprochen. In der Beschreibung von Graubünden heisst es: „Der Casannaschiefer ist eine Formation, welche zwischen Verrucano und Gneissgebirge schwankt.“ und „die Casannaschiefer seien Vertreter der Kohlenformation und zum Theil des Devon und Silur.“ — STUDER und ESCHER nahmen sie als Aequivalent des Uebergangsgebirges im Allgemeinen.

Gebiet der Karawanken und der Abzweigung des karnischen Hauptrückens zwischen dem Gailthal und Canalthal von Erfolg begleitet. Die Entdeckung eines Graptolithenschiefer-Horizontes eröffnete schon 1872 eine Reihe der paläontologischen Beweise für die Theilnahme vorcarbonischer und insbesondere silurischer Schichten an der Zusammensetzung der südlichen Grauwackenzone. Die bei diesen ersten Excursionen gemachten Funde und Beobachtungen haben überdies für die speciellere Gliederung der Carbonformation, für die Vertretung der Permformation, sowie bezüglich der als Aequivalente der „Casanna-schiefer“ angesprochenen Schichtencomplexe bereits wichtige Anhaltspunkte geliefert. Sowohl in diesen Richtungen als insbesondere bezüglich der Entwicklung und der Rolle der süd-alpinen Silurformation haben sich die Funde und Erfahrungen seitdem vermehrt, und es sind dabei besonders die Touren des Sommers 1883 in dem Grenzgebiet von Tirol und Kärnten wichtig geworden für die Beurtheilung der in vorwiegend oder vollständig epikrystallinischer Facies<sup>1)</sup> ausgebildeten Aequivalente der paläozoischen Reihe der Alpen überhaupt und des tirolischen Gebietes insbesondere.

Aus den von mir selbst veröffentlichten Notizen und ausführlicheren Publicationen<sup>2)</sup> lassen sich wohl einige Etappen des Fortschrittes innerhalb der hier gestellten Hauptaufgabe erkennen, aber es fehlt das Zusammenfassen der gewonnenen Thatsachen, die Präcisirung des erreichten Standpunktes und die Bezeichnung der noch zu lösenden Fragen für die Orientirung eines weiteren Kreises von Fachgenossen.<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Die Erläuterung der statt des in falschem Sinne praepredicirenden Ausdruckes „metamorphisch“ eingeführten Bezeichnung „epikrystallinisch“ wird an anderer Stelle gegeben werden.

<sup>2)</sup> 1872. Entdeckung von Graptolithen-Schiefern in den Südalpen; Verhandl. No. 11, pag. 283. — Ueber die Graptolithen der schwarzen Kieselschiefer am Osternig etc.; Verhandl. No. 16.

1873. Der Graptolithen-Schiefer am Osternig-Berge in Kärnten etc.; Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. XXIII., Heft 2, pag. 175–248.

<sup>3)</sup> In der nicht abgeschlossenen Arbeit „Die paläozoischen Gebiete der Ostalpen“ (Jahrb. 1874, Heft 2) ist nur der erste Versuch einer Zusammenfassung des Beobachtungsmaterials gemacht, doch hatte derselbe einen mehr internen, für weitere Kreise nicht berechneten Zweck.

Im Anhang will ich hier der Vollständigkeit wegen erwähnen, dass im Jahre 1874 eine „Stratigrafia della Serie Paleozoica delle Alpi Carniche“ von Prof. TORQUATO TARAMELLI (Reale Istit. Veneto Vol. XVIII.) erschien. Eine Benutzung von Resultaten dieser Arbeit liegt jedoch ebenso wie eine kritische Erörterung derselben soweit ausserhalb des hier gesteckten Zieles, dass davon gänzlich abgesehen werden muss. Der Standpunkt des Verfassers ist ein so eigenartiger, dass er ganz ausser Discussion bleiben muss, wo er nicht zum Object der besonderen Würdigung gemacht werden kann.

Die randliche Grauwackenzone der Südseite der Alpenkette zerfällt in zwei Hauptschnitte durch die grosse iudicarische Querbruchlinie und durch das in dem Winkel der alten Etschbucht zwischen den Granitmassen des Iffinger bei Meran und der Cima d'Asta sich ausbreitende Bozener Porphyrgebiet.

Der Westabschnitt, welcher im Süden des Valtliner Thales vom Adamellogebirge zum Comer-See zieht und den Hauptlängsgrat der Bergamasker-Alpen bildet, kommt hier vorläufig ebenso wenig in Betracht wie der westliche Theil des grossen Ostabschnittes im Rienz-Gebiet. Es sind bisher hier ebenso wenig wie dort paläontologische Anhaltspunkte für die Repräsentanz der Silurformation nachgewiesen. Während permische und obercarbonische Ablagerungen in engerer Verbindung miteinander und mit Porphyren und Porphyrtuffen in diesen Gebieten noch leichter erkennbar und fixirbar sind, fallen die tieferen Complexe schon ganz oder vorwiegend dem Typus der halbkrySTALLINISCHEN Faciesentwicklung zu, welcher dem THEOBALD'schen Casannaschiefer eigen ist.

Es kann daher erst in einer späteren Arbeit, welche die Frage der Faciesbildungen der Innengebiete in Bezug auf die Aequivalenz mit den typischen und paläontologisch fixirbaren Grauwackenbildungen der Randgebiete specieller erörtern soll, auch auf diese Gebiete ein Streiflicht fallen.

Das Gebiet, mit welchem wir es specieller zu thun haben, ist der vom Sextenthal in Tirol durch Kärnten und Krain nach der Steiermark austreichende Gebirgswall, welcher durch die Depression von Thörl-Tarvis mit der Gailitz-Spalte in zwei Hauptabschnitte zerfällt. Von diesen beiden Hauptsegmenten repräsentirt das westliche das Hauptstück der karnischen Alpenkette, während das östliche als das wesentlichste Verbindungsglied des karnischen mit dem iulischen Gebirgssystem erscheint. Der karnische wie der iulische Abschnitt des seinem Grundgerüst nach silurischen Gebirgswalles gliedert sich dreitheilig, und es bezeichnet bei beiden das Mittelstück die Hauptehebung.

Im karnischen Theil, das ist zwischen dem Sextener Grenzsattel und der Gailitz-Spalte erreicht die mittlere Hauptehebung zwischen dem Niedergailthaler Pass und dem Plöcken Pass in der Kellerspitze und dem Kollkofel 2799 respective 2810 Meter. Der westliche, den Hauptgrat fortsetzende Verbindungsrücken mit dem Sextener Kreuzberg-Pass hält sich in den aufgesetzten Hauptspitzen zwischen Steinwand (2514 m) und Cima Trugnoni (2564 m) (Hochalplspitze, Hochspitze, Reiterkaarl, Porze, Kinigat) durchweg zwischen 2400 und 2600 m. Nächst dem Monte

Trugnoni, wo sich der über Monte Quaterna zum Kreuzberg-Sattel abfallende Wasserscheide-Querriegel von der Haupt-rückenlinie trennt, übertreffen die letzten beiden Spitzen des Grates, der kleine Kinigat (2676 m) und die Pfannspitze (2677 m) sogar noch alle jene östlichen Kuppen und Spitzen. Die westnordwestlich gerichtete Fortsetzung des Hochrückens schliesst mit der als Aussichtspunkt bekannten Helmspitze zwischen Sexten und Sillian (bei 2430 m) und bildet geographisch und geologisch das Verbindungsglied mit der von Hochpusterthal, und zwar auf der Strecke Innichen-Brunneck diagonal durchschnittenen Zone von Grauwackenschiefern mit vorherrschendem Quarzphyllit-Typus, welche einerseits die permische Basis des südtiroler Dolomitgebirges unterteuft und andererseits die mit dem älteren, krystallinischen Schiefergebirge tektonisch und stratigraphisch enger verknüpfte Vorlage der Centrankette darstellt.

Die Ostfortsetzung der paläozoischen, karnischen Hauptgräte vom Plöckenpass bis zum Osternig-Berg (2035 m), genauer bis zum Achomitzer Berg (1816 m) oder Schönwipfel ist ein langer, in seiner Grätenlinie sehr unregelmässig auf- und absteigender und von der west-ostsüdöstlichen Hauptstreckung aus- und einspringend, vielfach abgelenkter Wasserscheiderücken. Seine tieferen Sattelpunkte halten sich zwischen 1300 und 1600 m (Plöckenpass 1360, Nassfeld 1525, Lomsattel am Osternig 1464 m), — die höheren Pässe zwischen 1600 und 2000 m, — die Gipfelpunkte zwischen 2000 u. 2300 m (Promos 2196, Hohe Trieb 2200, Trogkofel 2271, Rosskofel 2234, Poludnig 2002, Osternig 2035 m). Zahlreiche, tiefeingeschnittene Seitenthäler sondern auf der nördlichen, wie auf der Südseite sehr verschieden gebaute und contourirte steile Querrücken ab. Vom Schlusspunkt der Hauptgräte, dem Achomitzer Berg (1816 m) zweigt sich nach Süd, als die Wasserscheide fortsetzender Querriegel der Mulei-Rücken und nach Ost, als directer Ausläufer gegen die Gailitzschlucht bei Thörl der Göriacher Rücken ab.

Der im Canalthal gelegene Wasserscheidesattel von Saifnitz (797 m) markirt beiläufig den Uebertritt der Wasserscheide-strecke zwischen dem Adriagebiet und dem Donaugebiet (speziell zwischen Drau und Piave-Tagliamento) aus dem paläozoischen in das mesozoische Gebirge. Während die mit der Rückenlinie des karnischen Abschnittes zusammenfallende Wasserscheide in der Weststrecke bis zur Thörlhöhe die Grenzlinie des tirolisch-kärntnerischen gegen italienisches (venetianisches) Alpenland bildet, bleibt der ganze iulische Abschnitt unseres alten Längswalles ganz in österreichischem

Gebiet und bildet nur die Secundärwasserscheide zwischen dem Drau- und Savegebiet.

Der iulische oder Ostabschnitt des in Betracht genommenen Grauwackenzuges hat in den Steiner Alpen mit dem Grintouz (2559 m), dem Triplexconfinium zwischen Steiermark, Krain und Kärnten eine analoge Mittelerhebung, wie der karnische Theil desselben. Die lange, schmale Karawanken-Kette, die geologisch-geographische Fortsetzung des karnischen Schlusstückes mit dem Göriacher Rücken zeigt in ihrer Erstreckung von der in 650 bis 566 m Seehöhe eingeschnittenen Gailitzschlucht bis zum Seelander Sattel (1218 m) ein Ansteigen der tiefsten Sattelpunkte von 1071 m (Wurzen), zu 1370 m (Leobl-Pass) und der Gipfelaufsätze von 1511 m (Pjec), über Kamnatoch (1658 m), Vošca (1739 m) zum Koschutnik-Thurm des Koschutta-Kammes mit 2135 m.

Das Ostende des ganzen Gebirgswalles, zugleich das dritte Theilgebiet dieses Hauptabschnittes besteht aus dem tiefer abgesunkenen, von Tertiärschichten eingehüllten Sannthaler Klippengebirge in dem Winkel zwischen den Steiner Kalkalpen und dem krystallinischen, inselförmig von der Centralmasse durch Grauwackenbildungen abgesonderten Bachergebirge.

### Iulischer Abschnitt.

(Sannthaler Klippengebirge, Steiner Alpen, Karawankenkette.)

Die Verbreitung von Schichten vorcarbonischen Alters ist in dem ganzen Abschnitt eine sehr unregelmässige. Immerhin lässt sich, trotz des Mangels eingehender Untersuchungen nach der geringen Anzahl von Touren, welche ich in diesem Gebiete zu machen Gelegenheit hatte, annehmen, dass die drei verschiedenartig gebauten Theilgebiete auch Verschiedenheiten zeigen bezüglich des Hervortretens der ältesten Complexe. In der That bilden die Aequivalente der silurischen Schichten der Ostbucht und der nördlichen Grauwackenzone im östlichen Theil der schmalen Karawankenkette einen als Basis der Steinkohlenformation und der Perm- und Triasschichten erscheinenden Schichtencomplex, welcher mit vorwiegend südwärts geneigten bis steilgerichteten Schichtenstellungen den westöstlich streichenden, nördlichen Gehängzug zwischen der Gailitzpalte und dem Rosenbach zusammensetzt. In dem Gebiet zwischen dem die Karawankenkette abschliessenden Koschutta-Gebirge und der Kalkmasse der Steiner Alpen dagegen erscheinen Silur-Aequivalente als ein diese Abschnitte verbindender Hauptrücken und zugleich als Wasserscheide zwischen dem Vellach- und Kankerthalgebiet, überdies im

Norden als Aufbruchszone und im Süden noch in gewaltiger Kalkvorlage. In vereinzeltten Streifen und grösseren Partien endlich tauchen halbkrySTALLINISCHE Schiefer, Thonschiefer und Kalke in tektonisch wechselfoller, zum Theil räthselhafter, localer Verbindung mit den theils zur Steinkohlenformation, theils zur Trias gerechneten klippenartigen Gebirgszügen und Gebirgsinseln aus dem Sannthaler Tertiärgebirge hervor.

Im Bereich des Sannthaler Klippen-Gebirges sind Petrefacten-führende Silur-Schichten bisher allerdings noch nicht nachgewiesen. Ich betrachte es jedoch als ziemlich sicher, dass man ausser carbonischen Kalken, Schiefern und Sandsteinen auch silurische Schiefer und besonders die Kalke des Vellach-Seelander-Gebietes in einzelnen von der Tertiärdecke und Triashülle freien, klippenartig hervortretenden Kalkzügen werde nachweisen können. Wie die Nordwest-Basis des Grintouz zum wenigsten, wenn nicht ein grösserer Theil, nach den Funden im Kankerthal einem silurischen Klippengebirge angehörte, auf dessen Stufen und in dessen Fjord-artigen oder kesselartig erweiterten Zwischenräumen nach einer Erosionsperiode zunächst Schichten der Steinkohlenformation abgelagert wurden, ebenso dürften manche hier für Hallstätter und Esino-Schichten gehaltene Kalkzüge sich vielleicht zum Theil als Reste der ausgedehnten Korallenriffbildungen erweisen, welche aus der Zeit des Obersilur bis in die Zeit des Mitteldevon reichend, die Inselkerne der Alpenkette im Ganzen nicht nur im Norden, Osten und Süden umsäumten, sondern auch in eingreifenden Ausläufern trennten und überdeckten. Die Schichten der Steinkohlenformation erscheinen zum Theil wie eingeklemmt zwischen den angeblichen Triaskalken. Die Deutung ist zum Theil nur auf Grund von einzelnen Gastropoden gegeben, wie sie auch im silurisch-devonischen Korallenkalk vorkommen. ROLLE hat bereits einen Theil dieser Kalke als paläozoisch erklärt, worauf ich früher in der citirten Uebersicht über die paläozoischen Gebiete der Ostalpen hingewiesen habe. Es ist mithin die Vermuthung, dass man es in den mit den Schichten der Steinkohlenformation in so enger Verbindung erscheinenden Klippenzügen südlich vom Bachergebirge und ostwärts der Steiner Alpen mehrfach mit paläozoischen Kalken zu thun habe, nicht ohne Anhaltspunkte. Dass aber dabei neben carbonischen und permischen Kalken und Dolomiten, wie in dem Abschnitt der Steiner Alpen und der Karawankenkette, auch hier die silurisch-devonische Reihe mit in Betracht kommen könne, geht aus den im Nachbargebiet gemachten paläontologischen Funden hervor, wo man früher gleichfalls nur carbonische Reste kannte.

Im Bereich der Steiner Alpen und des Seeberg-Rückens ist eines Theils die tiefere, unter das Stockwerk E und weiter abwärts reichende Schichtenreihe vertreten, andererseits aber auch die durch das Stockwerk F aufwärts fortentwickelte Korallenkalkfacies.

Die tiefere Schichtenreihe, welche man beim Aufsteigen von Vellach auf den Seelander Sattel, entlang des ganzen Verbindungsrückens zwischen dem Koschutta-Gebirge und den Steiner Alpen und besonders an den verschiedenen Stellen des Abstieges von diesem Rücken in den Seelander Kessel kennen lernen kann, entspricht im Wesentlichen der Grauwackenschiefer - Facies mit Kalkeinlagerungen, welche in der nördlichen Zone und in der Ostbucht das Silur vertreten. Neben Schiefen von ausgesprochen sandigem und thonigem Grauwackenhäbitus, erscheinen Fleckschiefer, Chlorit- und Talkschiefer, Thonglimmerschiefer und verschiedene Quarzphyllite, Kalkschiefer und Bänderkalke von mehr oder minder halbkrySTALLINISCHEM Charakter. Eine leitende, Petrefacten-führende Zone wurde darin jedoch bisher noch nicht entdeckt.

Etwas abweichend sowohl von der nördlichen als von der östlichen Ausbildung ist die höhere Kalkfacies ausgebildet, welche durch ihre Fauna ebenso wie die über den Grünsteinhorizonten der Grazer Bucht folgenden Grazer Korallenkalk-Complexe und die Bronteus- und Korallenkalk der nördlichen Grauwackenzonen im Wesentlichen die Stockwerke F und G markiren und local oder regional darüber hinaus auch in's Devon reichen dürften. Es liegt nun Beweismaterial von zwei verschiedenen Stellen vor. Sowohl das Kalkgestein der beiden Fundgegenden als die darin enthaltene Fauna ist verschieden und dürfte etwas verschiedenen Horizonten der Obersilur-Reihe angehören.

Die von mir im Kankerthal, am Ostgehänge thalaufwärts von der Ortschaft Kanker, entdeckte kleine Fauna stammt aus Blöcken eines lichten, sehr reinen, dichten bis feinkrySTALLINISCHEN Kalkes. Es war nicht sicher nachweisbar, aus welchem Horizont der Kalkmasse des südwestlichen unteren Grintouzhanges dieser Kalk stammt. Die Ansicht, dass die Basis der Steiner Alpen einem nicht nur höher aufwärts, sondern auch tiefer abwärts in's Silur als der Seeberger Korallenkalk reichenden Kalkriff zugehörte, dem jüngere Kalke verschiedener Formationen auf- und angelagert sein mögen, wie z. B. der schon LIPOLD bekannte Nummulitenkalk des oberen Feistritzthales nordwärts von Stein, findet in dem Auftreten jenes durch eine unverkennbare Silurfauna ausgezeichneten Kalkes eine beachtenswerthe Stütze.

Diese Fauna besteht vorwiegend aus kleinen bis mittel-

grossen Brachiopodenformen. Vertreten sind die Gattungen *Leptaena*, *Chonetes*, *Orthis*, *Strophomena*, *Rhynchonella*, *Atrypa*, *Retzia*, *Pentamerus* und *Spirifer*. Ueberdies erscheinen kleine Bivalven, einzelne Gastropoden und Spuren von Trilobiten. Neben einzelnen schon im Stockwerk E auftretenden Arten, wie *Atrypa navicula* BARR. ( $e_2$ ) und *Pentamerus ambigena* BARR. ( $e_2$ ), *Posidonomya* cf. *eugyra* BARR. sind Formen des Stockwerkes F überwiegend: *Aviculopecten fossulosus* BARR., *Panenka* sp., *Rhynchonella Psyche*, *Latona*, *Henrici* (var. *excavata* und *laminaris*), *Spirifer* cf. *superstes*, *Retzia melonica* BARR. Seltener sind Reste, welche auf Arten des Stockwerkes G bezogen werden können, wie z. B. *Astarte* cf. *subrotunda* BARR.

Eine zweite Localität entdeckte im Gebiete des Seelander Kesselthales bei einer gemeinsam unternommenen Excursion F. TELLER. Das mehr graue, hartsplittrige Gestein enthält gleichfalls eine Brachiopodenfauna, jedoch von einförmigerem Charakter. Das Auftreten eines *Spirifer* aus der Gruppe des *Spirifer Nerei* BARR. weist gleichfalls auf die Zugehörigkeit zum Stockwerk F.

Der durch TIETZE zuerst bekannt gewordene Fundort am Seeberg bei Vellach zwischen dem Koschutta-Gebirge und der Grintouzkalkmasse lieferte mir durch weitere eigene Aufsammlung eine Fauna von 50 bis 60 Arten. Wie ich bereits 1874<sup>1)</sup> anführte, sind die Petrefacten-führenden Kalke der Localität nur bezüglich der Gesteinsbeschaffenheit verschieden. Dieselben gehören jedoch, wenngleich die Fauna kleine Unterschiede zeigt, jedenfalls nahezu dem gleichen Horizont des Stockwerkes F an und bekunden eine sehr nahe Analogie mit der Facies des Kalkes von Konjepsus.

Das Petrefacten-führende Gestein ist vorwiegend eine graue, stellenweise dunkler gefleckte Crinoidenbreccie von krystallinisch grobkörniger, mürber oder feinkörnig dichter Beschaffenheit, nächst dem ein gelblich-grauer, splittriger Kalkstein, endlich ein derartiger Kalkstein mit eingeschlossenen Partien von der Beschaffenheit des dunkleren körnigen Crinoidengesteins.

In der Fauna überwiegt das Korallen- und Crinoidenmaterial; jedoch steht letzteres bezüglich der Erhaltung und Bestimmbarkeit sehr zurück. Unter den Korallen überwiegen die Favositen. Nächst dem bestimmen die Brachiopoden (*Spirifer*, *Pentamerus*, *Orthis*, *Rhynchonella*, *Atrypa*), von Bivalven *Conocardium*-Arten den Charakter der Fauna. Die Gastropodengattungen *Natica*, *Euomphalus* und *Murchisonia*, ferner *Bellerophon* und Trilobitenreste sind bisher nur vereinzelt in

<sup>1)</sup> G. STACHE, Paläoz. Gebiete der Ostalpen. Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt, Bd. XXIV., pag. 269.

diesen Gesteinen erschienen. Zur specielleren Charakteristik dieser Fauna mag vorläufig die folgende kleine Liste genügen:

- Phacops fecundus* BARR., *Calymene* sp.,  
*Bellerophon* aff. *bohemicus* BARR.,  
*Euomphalus carinatus* SOW., *Murchisonia* cf. *fugitiva* BARR.,  
*Natica* cf. *gregaria* BARR., *Conocardium prunum*, *artifex*, *quadrans*, *abruptum* (F) und *ornatissimum* (G) BARR.,  
*Rhynchonella Nympha* BARR. und *Rh.* cf. *Wilsoni* DAVIDS,  
*Atrypa reticularis* DALM., *comata* BARR.,  
*Spirifer* cf. *expandens* BARR. (e<sub>2</sub>) und *Sp.* cf. *Jaschei* A. RCM.,  
*Pentamerus galeatus* DALM., *integer* BARR. cf. *Sieberi* BUCH (F),  
*Orthis distorta* BARR., E—F, cf. *hybrida* SOW.,  
*Crotalocrinus* cf. *rugosus* MILL., *Eucalyptocrinus* sp.,  
*Favosites Gothlandica* GOLDF., *polymorpha* GOLDF., *spongites* GOLDF., cf. *intricata* BARR., *cristata* (*cervicornis*) *fibrosa* MILNE EDW.,  
*Cyathophyllum articulatum* MILNE EDW. cf. *flexuosum* LONSD.,  
*Hemitrypa tenella* BARR.

Wie der Seeberg als ein durch Erosion isolirter Rest einer ausgedehnteren Riffkalkbildung erscheint, so ist dies der Fall auch mit einer Reihe von grösseren und kleineren z. Th. Korallen-führenden Kalkschollen, wie diejenigen des Christoph-felsen und des Haller Riegel bei Bad Vellach, welche überdies in eine tektonisch annormale, von jener des Seebergkalkes abweichende Position gebracht wurden. Der einstige Zusammenhang, der wie der Seeberg isolirt auf dem älteren Schiefer-rücken aufsitzenden Kalkinseln, sowie der klippenartig zwischen carbonischen und permischen Bildungen nordwärts und südwärts davon hervorstossenden Kalke der Seeberger und Kanker-thaler Ausbildungsform mit einem grösseren (in dem breiten Storžic-Rücken, der Grintouzbasis und in einzelnen Sannthaler Kalkgebirgsinseln repräsentirten) grossen Riffkalkgebiet, wird sich eventuell noch nachweisen lassen. Ueberhaupt, glaube ich, dass sich in diesem Gebiet noch ein grösserer Theil der bisher theils als triadisch, theils als rhätisch aufgefassten Kalkablagerungen als der paläozoischen Reihe zugehörig erweisen wird. Neben den Aequivalenten der Korallenkalk-Facies und der Brachiopodenkalke der obersilurischen Riffbildung, welche hier aus dem Stockwerk E durch F und G zu reichen scheint und das Stockwerk F jedenfalls am constantesten aufweisen dürfte, wird man es besonders auch mit obercarbonischen und eventuell mit permischen Fusulinidenkalken und Dolomiten zu thun haben. Eine typische Vertretung des Stockwerkes E fehlt bisher, da der gelbe Kalk mit *Atrypa navicula* als Grenzho-

zont von F gegen E aufgefasst werden könnte. Die Möglichkeit, dass die dunklen und die rothen Orthocerenkalke, welche wir als die constantesten Vertreter der typischen Obersilur in dem karnischen Hauptabschnitt kennen lernen werden, hier überhaupt fehlen, ist nicht ausgeschlossen. Ob aber eine tatsächliche Lücke besteht oder die Riffkalkfacies nur local in directer Auflagerung auf einer älteren Folge von Grauwackenschiefern sich befindet, wie am Seeberg, diese Frage kann nur durch detailirte Untersuchungen gelöst werden.

Soweit ich bisher die Schichtenfolge der Basis des Karawankenzuges und der Steiner-Alpen kennen gelernt habe, d. i. im Bereich des Wurzener Durchschnittes und des Vellach-Seelands Durchschnittes, habe ich nur solche Grauwackenschiefer und Sandsteinschichten, Quarzphyllite, Kalkschiefer, Talk- und Chloritschiefer und halkrystallinische Bänderkalke gefunden, wie sie im westlichen Abschnitt vorzugsweise nur in der über dem Glimmerschiefer der Gailthalbasis oder unter den Orthocerenkalcken des Stockwerkes E entwickelten Schichtenreihe zu finden sind oder wie sie in in den tieferen Stufen der Ostbucht und der nördlichen Grauwackenzone erscheinen.

Die Wahrscheinlichkeit einer Vertretung des Obersilur kann vorläufig nur im Wurzener Gebiet in Aussicht gestellt werden. Hier kommen nämlich Eisenkies-führende Graphitschiefer in Verbindung mit Kalklagern vor, welche an die Verhältnisse des nördlichen Cardiolahorizontes erinnern, und schwarze Kieselschiefer, welche dem Graptolithenschiefer des Osterniggebietes ähnlich sind.

Da jedoch paläontologische Anhaltspunkte fehlen, müssen wir uns vorläufig damit begnügen, in dem grossen Ostabschnitt der südlichen Grauwackenzone den Horizont der *Atrypa navicula* und den Horizont der *Rhynchonella Nympha* mit *Phacops fecundus* und mit den *Conocardium*-Arten des Stockwerkes F innerhalb einer jedenfalls mächtig und in grösserer Verbreitung entwickelten Riffkalk-Facies und daneben die Existenz einer tieferen, der nachweisbaren Analogie gemäss vorwiegend unter-silurischen Schichtenfolge constatirt zu haben.

### Karnischer Abschnitt.

(Osternig-Gruppe, Kellerspitz-Canale-Gruppe, Pfannspitz-Kinigat-Gruppe.

Der karnische Abschnitt des grossen südlichen Grauwackenwalles, d. i. die Gebirgskette, welche südwärts der Gailthal-Linie von der Gailitzspalte bis zum Sextenthale reicht, steht allen anderen Silurgebieten der Alpen in Bezug auf

Ausdehnung, Mächtigkeit und Petrefacten-Reichthum einzelner Horizonte der Silurformation weit voran. Dabei kommt die besondere Wichtigkeit dieses Gebirges in seinen drei Haupttheilen in verschiedener Weise zum Ausdruck. Nebst der Manichfaltigkeit der Gliederung und dem Petrefacten-Reichthum einzelner Horizonte des Silur ist das Uebergreifen der carbonischen, permischen und selbst triadischen Schichten von der Südflanke auf und über die Rückenlinie des erodirten und nach Längs- und Querbrüchen streckenweise abgesunkenen, älteren Grundgerippes bezeichnend für den langen östlichen Theil der Kette zwischen dem Osternig und dem Hohen Trieb mit der Nassfelddepression.

Das gewaltige Mittelstück mit der Kellerspitze und dem Monte Canale lässt die carbonische Reihe südwärts und besteht im Wesentlichen nur aus silurischen, in's Devon reichenden Schichten, unter welchen klippenartige Kalkmassen überwiegen. Ein mittlerer, neben Kalken und Kalkschiefern auch Thonschiefer, Sandsteine und Conglomerate und zum Theil halbkrySTALLINISCHE Schiefer und Phyllite enthaltender Complex bietet die wichtigsten paläontologischen Anhaltspunkte. Der mächtige, darüber liegende Kalkcomplex ist zum Theil reich an Fossilresten, jedoch wird hier die Gleichförmigkeit der Facies eine speciellere Gliederung sobald nicht zulassen. Die Kalke und Schiefergesteine der über dem Glimmerschiefer folgenden unteren Abtheilung haben bisher hier noch nichts Bestimmbares geliefert und sind zum Theil schon von halbkrySTALLINISCHEM Habitus.

Während in diesem mittleren Hauptgebiet die riffbildende Kalkfacies prävalirt und stratificirte Kalksedimente auch in der schiefrigen Zwischenzone (E) eine bedeutende Rolle spielen, tritt das umgekehrte Verhältniss westlich von den Kalkmassen des Wolayerthales sehr bald in auffallender Weise in Erscheinung.

Wir haben plötzlich statt des Kalkgebirges ein Schiefergebirge vor uns, welches den Uebergang des Grauwackenhabitus in den epikrySTALLINISCHEN Habitus der Thonglimmerschiefer, Quarzphyllite, Kalkthonschiefer und Chloritschiefer vermittelt. Die unteren Kalke erscheinen nur noch klippenförmig vorragend im erodirten Hintergrund des nächsten Thalgebietes, die Schiefer und Kalke des schiefrigen Zwischencomplexes lassen sich entlang einer Hauptfaltungszone, wengleich nur stellenweise mit Petrefactenspuren und petrographisch gleichartigem Habitus durch die einförmige Grauwackenschiefermasse verfolgen. Die Repräsentanten der mächtigen oberen Kalkfacies endlich bilden grössere und kleinere, dem Haupt Rücken des Schiefergebirges aufsitzende oder seitwärts auf tie-

ferer Stufe mit in die Einfaltung bezogene und durch Erosion freigelegte Kalkklippen.

Seit ich im Jahre 1872 durch die Entdeckung des Graptolithenschiefers auf der Südseite des Osterniggebirges das Vorhandensein eines typischen Grenzhorizontes zwischen Unter- und Obersilur nachgewiesen hatte, mehrten sich die Erfolge der diesbezüglichen Nachforschungen sowohl in diesem Gebirgsabschnitt wie auch im Bereich der karnischen Hauptkette.

Von allen früheren, sowie besonders auch von den im letzten Sommer gewonnenen Resultaten, sollen hier jedoch nur diejenigen zur Sprache kommen, welche durch paläontologisches Beweismaterial gestützt wurden.

Im Osternigabschnitt und zwar auf der Südseite der Wasserscheide zwischen Gailthal und Canalthal ist das Untersilur, ein Grenzniveau zwischen Unter- und Obersilur, das typische Obersilur des Stockwerkes (E) und ein Aequivalent des Seeberger Korallenkalkes nachgewiesen.

### Untersilur (Aequivalente der Caradoc-Balagruppe [D]).

#### 1. Strophomena-Horizont ( $d_4 - d_5$ ).

Im hinteren Uggwabach-Gebiete folgt unterhalb einer schmalen Zone von Knollenkalk nächst der den Graptolithenschiefer beherbergenden Zone ein grösserer Complex von Grauwackenschiefern und Sandstein, welcher durch eine ziemlich mächtige Kalkzone in zwei Verbreitungsstriche getrennt ist. Diese Kalke dürften jedoch eher einer steilen Einfaltung höherer Schichten als einer regulären Zwischenlagerung entsprechen.

Neben gelbgrauen, rostigen Thonschiefern mit sandigen und eisenspätigen Einlagerungen umfasst der Complex auch violette und grünliche Grauwackenschiefer und Kalklagen.

In dem sandig-ockerigen Gestein des Thonschiefers hatte ich unweit von dem Graptolithenschiefer-Horizont kleine Reste von *Orthis* cf. *hybrida* Sow. und Crinoiden aufgefunden und diese Schichten mit in das Silur<sup>1)</sup> einbezogen. Die Position innerhalb desselben wird dort zwar noch unentschieden belassen, jedoch die Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit zu einem unter dem Graptolithenschiefer liegenden Complex hervorgehoben.

Suess hat nun später in einem gelblichgrauen, rostigen Thonschiefer dieses Complexes im hinteren Uggwabach eine

<sup>1)</sup> G. STACHE, Ueber die Verbreitung silurischer Schichten in den Ostalpen. Verhandl. d. geol. Reichsanstalt 1879, No. 10, pag. 220.

reichere Brachiopodenfauna aufgefunden und mir dieses Material freundlichst zu genauerer Untersuchung anvertraut. Bereits der erste Eindruck überzeugte mich, dass diese Fauna keinerlei Vergleichungspunkte mit den mir bekannten Carbonfaunen des Gebietes habe. Obwohl ich meiner früheren Ansicht die grösste Wahrscheinlichkeit zusprach, war doch die Möglichkeit einer Vertretung unterdevonischer Schichten von vornherein nicht ganz ausgeschlossen. Nach genügender Präparation einiger Stücke habe ich nun die Ueberzeugung gewonnen, dass die Fauna untersilurisch sei und einem Horizont der Bala- oder Caradoc-Grube des englischen Silur entsprechen dürfte.

Neben grossen *Strophomena*-Formen (*Strophomena grandis* und *expansa* Sow.) spielen *Orthis*-Arten (*Orthis* cf. *solaris*, *Orthis calligramma* etc.) die Hauptrolle. Ueberdies gewann ich aus dem Material in ziemlich guter Erhaltung einen *Porambonites*, dessen Identificirung mit *Parambonites intercedens* PAND. kaum etwas im Wege steht. Auch *Leptaena* aff. *sericea* Sow. liegt vor.

Das Untersilur nimmt nun jedenfalls nicht allein in dem grossen Aufbruchgebiet des hinteren Uggwabaches, abgesehen von jüngeren Einschaltungen, den mächtigen Sandstein- und Schiefer-Complex für sich in Anspruch, welcher zwischen der Kalkmasse des Osternig-Schönspitz-Zuges und dem gegenüberliegenden Kokberg aufgeschlossen ist, sondern es ist in seinen tiefer reichenden und den tiefsten cambrischen Horizonten in der gewaltigen Schichtenfolge vertreten, welche aus dem Gailthal mit südlichem Hauptfallen gegen die breite Kalkmauer des Hauptrückens ansteigt. Die Möglichkeit zu entscheiden, was hier als eingefaltetes jüngeres Silur von der älteren Masse, die mit Thonglimmerschiefern und Bänderkalken beginnt, etwa zu trennen sei, ist vorläufig noch nicht gegeben.

Der Umstand, dass die steil gestellten Schichten der mittleren Kalkmasse auf der Südseite des Osternig eine den Seeburger Kalken aequivalente Korallenfacies beherbergen, weist auf eine steilgestellte Einfaltung des obersilurischen Kalkcomplexes zwischen die vorwiegend schiefrig-sandig und phyllitisch ausgebildete Reihe des Untersilur. Dass ausserhalb der mittleren Hauptmasse auch secundäre Einfaltungen höherer Kalkmassen im tieferen Schiefergebirge sowohl in der nördlichen als in der südlichen Schieferzone vorkommen können, ist dabei nicht in Abrede zu stellen.

Der untersilurische Charakter der Hauptmasse des südlichen Grauwackenschiefer-Complexes des Osternig-Gebirges ist aber nicht nur durch den Habitus der Fauna jener Schicht des Uggwabach-Grabens und die Beziehung derselben zu dem nahen Graptolithenschiefer wahrscheinlich gemacht; derselbe

wird vielmehr überdies auch durch die directe Auflagerung der typisch obersilurischen Orthoceren - Kalkreihe des Kokberges sicher gestellt.

Die Annahme, dass wir in jenem Complex nicht nur dem Alter nach, sondern auch bezüglich der Facies eine Vertretung der Caradoc oder Bala-Rocks vor uns haben, ist somit wohl eine berechnete.

## 2. Graptolithen-Zone (Climacograptus-Shales und Zone des *Diplograptus pristis* [Dd<sub>5</sub> — Ee<sub>1</sub>])

Der Graptolithenschiefer des Osternig-Gebirges, dessen Bedeutung für die richtigere Auffassung der Gliederung der südlichen Grauwackenzone und dessen Fauna bereits 1873<sup>1)</sup> kurz nach seiner Entdeckung ausführlicher besprochen wurde, behält seine Grenzstellung zwischen Obersilur und Untersilur demnach bei. Wiewohl es nicht ausgeschlossen erscheint, dass besonders in tieferen Horizonten Graptolithen-führende und zwar selbst petrographisch ähnliche, schwarze Kieselschiefer noch aufgefunden werden könnten, und wiewohl in einem höheren Kalkniveau dieses Gebietes Graptolithen in der That von mir bereits nachgewiesen sind, spricht doch sowohl die Fauna dieses Schiefers als auch die Position in der Grenzzone eines Facieswechsels für dessen speciellere stratigraphische Wichtigkeit. Eine absolute Gleichstellung ist zwar fast in keinem Falle bei engen stratigraphischen Aequivalenten weit auseinander liegender Verbreitungsbezirke am Platz; es unterliegt aber andererseits keinem Zweifel, dass wir hier einen bezüglich der Gleichwerthigkeit der Fauna wie bezüglich seiner Grenzposition scharf gekennzeichnete Graptolithen-Horizont vor uns haben.

Von den in den Grenzgruppen des Ober- und Untersilur erscheinenden Graptolithenschichten sind in erster Linie die Coniston Flags<sup>2)</sup> des englischen Silur, der Haupt-Graptolithenhorizont der thüringisch-sächsischen und Fichtelgebirgischen Grauwacken-Bildungen und der von BARRANDE als Basis des Stockwerkes E noch zum Obersilur einbezogene Graptolithenschiefer in Vergleich zu ziehen.

Schon in der oben citirten Publication über den Kärntner Graptolithenschiefer habe ich die Uebereinstimmung seiner Fauna einestheils mit der von HARKNESS und NICHOLSON beschriebenen Graptolithen-Fauna der Coniston-Flags anderentheils mit der ober-untersilurischen Fauna (b) der säch-

<sup>1)</sup> G. STACHE, Der Graptolithen-Schiefer am Osternig-Berge in Kärnten. Jahrb. d. geol. Reichsanst. XXIII., 2, pag. 176.

<sup>2)</sup> R. HARKNESS und H. A. NICHOLSON, On the Coniston Group. Quat. Journ. Vol. 24, pag. 296—303, Taf. XIX. u. XX.

sischen von GEINITZ beschriebenen Graptolithen - Horizonte hervorgehoben. Diese Uebereinstimmung tritt vorzugsweise durch das Ueberwiegen der Gruppe des von GEINITZ in seinen mannigfaltigen, zum Theil an *Rastrites* anschliessenden Varianten abgebildeten *Grapt. triangulatus* HARKN. und durch die Gleichartigkeit der mit demselben zugleich erscheinenden selteneren *Diplograptus*-Formen mit den dort zu *Diplograptus folium* und *pristis* HIS. und *Diplograptus acuminatus* NICH. gestellten Arten hervor. Daneben erscheinen in demselben Horizont, ja zumeist auf denselben Schieferflächen ausser einer grösseren Anzahl von *Monograptus*-Arten in selteneren, mehr vereinzelt Resten die Gattungen *Rastrites*, *Climacograptus* und vielleicht selbst *Cladograptus* und *Dendrograptus*. Es ist damit vom Standpunkt der paläontologischen Charakteristik aus in der Hauptsache die stratigraphische Position an der Basis der untersten Etage des Obersilur oder der Etage der Rastritenschiefer des Herrn SVEN AXEL TULLBERG <sup>1)</sup> in Stockholm, nebenbei aber eine stärkere Beziehung zu den tieferen schon das Untersilur bezeichnenden Graptolithenfaunen nicht zu verkennen.

Auffallender Weise übergeht der Verfasser dieser interessanten und für die Specialstratigraphie der Silurbildungen werthvollen Arbeit die Mittheilungen über den Kärntner Graptolithenschiefer <sup>2)</sup> vollständig. Aus den Worten: „Auch vom Ural und von Kärnten giebt man das Vorkommen von Graptolithenschiefern an“, ist eine entsprechende Würdigung des für die Alpen-Geologie so wichtigen Fundes schwer herauszufinden. Es ist dies jedoch immerhin noch weniger auffällig, als das gänzliche Uebergehen der Arbeit LIPOLD'S <sup>3)</sup> bei Gelegenheit der Schluss-Bemerkung über BARRANDE'S Colonien-Theorie. Das Schlussresultat, zu welchem Herr SVEN AXEL TULLBERG diesbezüglich (pag. 269) gelangt: „Die Colonien sind folglich in paläontologischer und petrographischer Beziehung dasselbe wie das Band  $Ee_1$ . Sie müssen als Trümmer dieses Bandes angesehen werden, welche durch Dislocationen einen Platz in dem zerspaltenen Bande  $Dd_5$  bekommen haben“, ist in der Arbeit des verstorbenen LIPOLD doch hinreichend deutlich zum Ausdruck <sup>4)</sup> gebracht.

1) Ueber die Schichtenfolge des Silur in Schonen nebst einem Vergleich mit anderen gleichaltrigen Bildungen. Diese Zeitschr. 1883, Heft 2.

2) Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1873, und Verhandl. 1879, pag. 259.

3) Ueber Herrn J. BARRANDE'S „Colonien“ in der Silurformation Böhmens mit 2 Tafeln und 3 Holzschnitten. Jahrb. d. geol. R.-A. 1862.

4) In LIPOLD'S vorcirtirter Arbeit (p. 40) heisst es: „Die Colonien an der Südseite des böhmischen Silurbeckens namentlich auch die Colonien „Haidinger“ und „Krejci“ bestehen aus und sind Ueberreste

Nach der von NICHOLSON <sup>1)</sup> gegebenen Uebersicht der geologischen Vertheilung der Graptolithen in den Silur-Gruppen Britanniens sind es die Caradoc-Schichten, in welchen eine der Fauna der schwarzen Kieselschiefer des Uggwa-Gebietes völlig analoge Vergesellschaftung der Genera *Graptolithus*, *Rastrites*, *Diplograptus* und *Climacograptus* das herrschende Hauptmerkmal ist. Hier fehlt auch nicht die Vertretung der wegen mangelhafter Erhaltung der betreffenden Reste für den Kärntner Graptolithenschiefer noch nicht vollkommen gesicherten Genera *Cladograptus*, *Dendrograptus* und *Dictyonema*.

Ueberdies ist auch die Uebereinstimmung der vertretenen Arten eine ziemlich vollständige.

Von allen zweireihigen Graptolithiden-Geschlechtern steigt nur *Climacograptus* im Bereich der britannischen Silur-Faunen-Entwicklung bis in die untere Llandovery-Stufe. NICHOLSON hebt besonders hervor, dass im amerikanischen wie im britanischen Silur neben *Climacograptus* auch *Diplograptus* sich als typisch untersilurische Genera erwiesen haben.

In Sachsen stimmt die Fauna des von GEINITZ <sup>2)</sup> als oberes Untersilur bezeichneten Graptolithenhorizontes (b) jedenfalls noch vollständiger als die seines paläontologisch davon kaum trennbaren unteren Obersilur (c), welche fast nur Gemeinsames mit jener tieferen Fauna hat und neben gleichen Graptolithen- und Rastritenformen auch noch *Diplograptus* enthält, mit der Kärntner Hauptfauna im Uggwathal, welche einem ganz engen Schieferhorizont angehört. Hier sind es besonders die variablen Neben- und Zwischenformen der Hauptform von *Graptolithus triangulatus*

---

von wahren, normalen Littener Schichten (d. i. Ee<sub>1</sub>), welche in Folge von Hebungen, Faltungen und Ueberschiebungen der Gebirgsschichten zwischen die tieferen Kossower und Königshofer Schichten (d. i. Dd<sub>2</sub>) eingeklemt wurden“, und weiterhin (pag. 55): „Durch den Nachweis, dass man es an der Südseite des böhmischen Silurbeckens sicher mit keinen ursprünglichen Einlagerungen, mit keinen Colonien, sondern mit Schichtenstörungen zu thun habe, ist wohl die Frage auch für die anderen Punkte — an der Nordseite des böhmischen Silurbeckens — gelöst.“ Nachdem LIPOLD jedoch auch für die nichtzugängliche nördliche „Colonie Zippe“ mit Wahrscheinlichkeit und für die Jedermann zugängliche „Colonie Motol“ mit Sicherheit den Nachweis zu liefern vermochte, „dass dieselbe eine durch Dislocation bewirkte Einkeilung von echten Littener Schichten (Ee<sub>1</sub>) zwischen untersilurische Schichten zu betrachten sei“ (vergl. pag. 60–64), hat er das auf die Südseite zunächst gegründete Beweisverfahren auch für die Nordseite des Silurbeckens thatsächlich durchgeführt.

<sup>1)</sup> Monograph of the British Graptolitidae 1875, Part I., pag. 97.

<sup>2)</sup> Die Graptolithen, ein monographischer Versuch zur Beurtheilung der Grauwackenformation in Sachsen etc. Leipzig 1852, Tabelle, pag. 53 u. 54.

HARKN. (welche NICHOLSON von der Stammform *Graptolithus Sedgwicki* nur als Varietät abtrennt) und von *Rastrites peregrinus* BARR., deren Uebereinstimmung mit den von GEINITZ abgebildeten Varianten in's Auge fällt. Gewisse Beziehungen dieser Gruppe zu *Rastrites* hat schon GEINITZ hervorgehoben.

Wenn wir nun auch den Umstand berücksichtigen, dass die von BARRANDE als Basis der Etage E noch zum Obersilur einbezogenen unteren böhmischen Graptolithenschiefer-Zonen der Rastritenschiefer mit *Diplograptus* eine Reihe von Graptolithiden enthält, welche dem Kärntner Horizont fremd sind, ergibt sich für den Kärntner Horizont des Uggwagraben südlich vom Osternig, dass derselbe eher dem Untersilur als dem Obersilur anzuschliessen ist. Wenn man dabei die von SVEN AXEL TULLBERG gegebene Uebersicht der silurischen Graptolithiden-Zonen in Schonen in Betracht zieht, hat die Kärntner Zone beiläufig eine mittlere Stellung zwischen der tiefsten Obersilurzone des *Diplograptus acuminatus* (Schonen-Britannien) und der Zone des *Diplograptus pristis* (Schonen und Böhmen Dd<sub>5</sub>), sie würde sich also der obersten Zone des Untersilur mit *Climacograptus scalaris* (Schonen), das ist den „Shales mit *Climacograptus*“ Britanniens gleich oder zunächst abwärts in die Reihe der Graptolithenhorizonte einstellen lassen. Der Fauna nach umfasst sie jedoch in der gleichen schmalen Schicht die ganze Reihe von der Zone des *Diplograptus pristis* bis zur Zone des *Rastrites maximus*. Eine genauere Untersuchung über das eventuelle Auftreten von höheren oder tieferen Parallelzonen im Bereich der Strophomenaschichten (Dd<sub>5</sub>) und des Haupt-Orthocerenkalkes (Ee<sub>1</sub>) wird vielleicht späterhin im Verein mit einer detaillirteren Beschreibung der Fauna zu einer Bestätigung dieser schärferen Horizontirung führen können.

### Ober-Silur (Aequivalente der Wenlock-Ludlow-Gruppe E).

#### 1. Dunkle Orthocerenkalke und Schiefer (Llandovery-Wenlock e<sub>1</sub>). Trilobiten-Fauna. Cardiola-Horizont.

West-südwestwärts vom Osternig-Gipfel, nahezu westwärts von dem unter der Kalkwand des nördlichen Pletscha-Thalgehänges durchstreichenden Graptolithen-Horizont lagert ein ansehnlicher Complex verschiedenfarbiger Kalkschichten auf der mächtigen untersilurischen Schichtenfolge von Schiefeln, Sandsteinplatten und Quarzitbänken, welche der obere Uggwagbach durchschneidet. Die westwärts vom erweiterten Thal in die almenreiche Gehängzone tief einschneidenden Seitengraben

zeigen bedeutende Aufschlüsse bis nahe zu dem Sattel, welcher aus dem Uggwa-Gebiet in das lange schluchtartige Thal des Malborgether Grabens führt. Hier setzen die untersilurischen Schichten anscheinend verengt durch die sich direct in Nord und Süd gegenüberstehenden Kalkaufsätze des 1905 m hohen Schönwipfel und des 1946 m hohen Kock (Gock) nach Westen fort.

Der südliche Kalkaufsatz des Kockberges nun zeigt eine von der Sattलगrenze zur Kuppe flacher gelagerte Folge von theils schiefrig-knotig, theils bankförmig abgesonderten Kalcken, welche in bestimmten Horizonten streckenweise reich sind an Petrefacten. Unter diesen sind Orthoceratiten sowohl bezüglich der verticalen als der horizontalen Verbreitung am häufigsten. Nach Farbe und Beschaffenheit des Gesteins lassen sich in dem Complex 3 Hauptglieder unterscheiden, von denen das tiefste bei geringerer Mächtigkeit doch der reichhaltigen Fauna wegen das vorwiegende Interesse in Anspruch nimmt und die oberen mächtigeren Glieder an Wichtigkeit zum mindesten vorläufig übertrifft.

Es ist nicht mit Sicherheit festgestellt, dass die Gruppe gleichförmig der unteren Silurgruppe aufgelagert ist. Die Möglichkeit, dass eine Lücke vorhanden ist, darf nicht als ausgeschlossen betrachtet werden. Der schroffe Facieswechsel am Kockberg selbst und das Verhältniss der Kalkgruppe des Obersilur zu dem Graptolithenschiefer auf der Ostseite des Uggwathales führen zu dieser Vermuthung. Hier sind sowohl dunkle Orthocerenkalke als lichtgraue, gefleckte und rothe Schiefer und Knotenkalke sowie Graptolithenschiefer auf dem vom Osternig abzweigenden Achomitzer Rücken vertreten. Das gegenseitige Verhalten dieser Glieder ist jedoch hier noch nicht hinreichend sicher gestellt.

Das untere Orthocerenkalk-Band ist im Kockgebiet durch dunkle (schwarze, blaugraue, violette, röthliche und braune) Farbentöne des Kalkgesteins ausgezeichnet. Die thonig-schiefrigen Zwischenmittel der linsenförmig und bankig abgesonderten Kalcke, sowie derartige Zwischenfasern im Gestein selbst sind gleichfalls dunkel. Braune Verwitterungsrinden herrschen vor und hängen mit der Erzföhrung zusammen. An einzelnen Punkten ist die Zone durch neue und verlassene Versuchsbaue auf Manganerze aufgeschlossen. Unter den Petrefactenreichen Gesteinen dieses unteren Hauptbandes spielen solche von feinkörnigem Habitus eine erste Rolle, jedoch zeigen auch dichte Kalcke und schiefrige Zwischenmittel zum Theil eine bemerkenswerthe und nicht ungünstige Petrefactenföhrung.

Was ich bisher aus diesen Kalcken durch Bearbeitung der

bei zweimaligem Besuche gesammelten Stücke gewann, stellt bereits eine Fauna von mehr als 100 Arten dar.

Die Aequivalenz dieses Gliedes mit der unteren Abtheilung des Stockwerkes E in Böhmen, und sein Hinaufreichen bis an die obere Grenze der unteren Ludlowschichten gegen die Aymestry-Kalke wird paläontologisch durch das Erscheinen einzelner D-Formen innerhalb einer reichen Trilobiten- und Orthoceren-Fauna von typisch obersilurischem Habitus im Verein mit einer ansehnlichen *Cardiola*-Fauna und dem Auftreten von *Retiolites* sp. und *Graptolithus Priodon* (*Ludensis*) hinreichend scharf markirt. Allerdings ist es wahrscheinlich, dass der *Cardiola*-Horizont hier eine tiefere Position einnimmt, als der Grenzhorizont mit *Cardiola* und *Graptolithus Colonus* in Böhmen und selbst der des Unter-Ludlow in England. Er ist sammt dem Orthocerenkalklager mit *Retiolites* und *Graptolithus Priodon* zu nahe mit dem Kalk der Trilobiten-Fauna verknüpft.

Eine specielle Gliederung innerhalb dieser unteren Abtheilung ist vorläufig gar nicht und überhaupt nur im Falle der Auffindung noch günstigerer Aufschlüsse möglich.

Unter den Trilobiten herrschen die Gattungen *Cromus*, *Bronteus* und *Cyphaspis* vor. Wenige oder vereinzeltete Reste fand ich überdies von den Gattungen: *Cheirurus*, *Acidaspis*, *Sphaerexochus*, *Arethusina*, *Iliaenus*, *Proëtus*, *Phacops* und *Ampyx*. Eine speciellere Bestimmung bleibt vorbehalten, bis noch reicheres Material zur Verfügung steht, um die Abweichungen neuartiger oder nur stellvertretender Formen gegeneinander richtiger verwerthen zu können. Die *Cromus*-Reste (Pygidien und Glabellen) gehören überwiegend zur näheren Verwandtschaft von *Cromus Beaumonti* (E) BARR., eine *Cheirurus*-Glabella sicher zu *Cheirurus Quenstedti* BARR. (E), eine kleine *Ampyx*-Glabella steht *Ampyx Portlocki* (D) sehr nahe.

Von Cephalopoden ist ausser dem durch Häufigkeit der Individuen und Anzahl der Arten, die ganze Fauna beherrschenden Genus *Orthoceras* auch die Gattung *Trochoceras* vorhanden. Vorläufig wurden bestimmt: *Orthoceras truncatum* (D—E), *capax*, *littorale*, *timidum*, *zonatum*, *currens*, *Michelini*, *eximium* BARR. und *subannulare* MÜNST. (E).

Die Gastropoden erscheinen, abgesehen von einer kleinen Zahl von Bellerophoniten, besonders durch kleine *Pleurotomaria*-Formen und demnächst auch durch *Murchisonia*, *Holopella*, *Loxonema*, *Natica*, vertreten.

Unter den Bivalven nehmen die *Cardiola*-Formen den wichtigsten Antheil an der Zusammensetzung der ganzen Fauna. Sie treten in verschiedenen Gesteinen auf. Ob die verschie-

denen Arten zu einer specielleren Gliederung verwendbar sein werden, ist ziemlich fraglich. Neben grossen Exemplaren der typischen *Cardiola interrupta* Sow. und der *Cardiola fortis* BARR. sind eine ganze Reihe BARRANDE'scher Arten, wie besonders *Cardiola gibbosa*, *fluctuans*, *contrastans*, *coma* u. s. w. nachgewiesen. Sparsamer zeigen sich die Gattungen *Slava* (darunter *Slava decurtata* [e<sub>1</sub>]), *Hemicardium* und *Lunulicardium*.

Eine verhältnissmässig äusserst untergeordnete Rolle kommt den Brachiopoden zu. Bisher wurden nur ganz kleine Formen aufgefunden, im Ganzen vereinzelt, nur in einigen Gesteinstücken etwas häufiger. Vorwiegend sind es *Atrypa*-Formen (darunter *Atrypa canaliculata* BARR. [E—F] und *Strophomena*-Reste (*Strophomena fugax* BARR. [E]).

Das sparsame Erscheinen einiger Einzelkorallen (*Petraia* sp.) und einiger neuartiger, noch unbestimmter Reste, das reichliche Vorkommen kleiner Ostracoden und das wichtigere Auftreten der Graptolithen-Genera *Retiolites* und *Graptolithus* vervollständigen das der Kalk-Facies der unteren Hauptstufe des böhmischen Stockwerkes E so analoge Bild der wichtigsten Silur-Fauna Kärntens.

Die beiden Graptolithenformen (*Graptolithus Priodon* [Ludensis] und *Retiolites* sp. erscheinen gemeinschaftlich in einem dunklen Kalk, welcher Orthoceren, *Cromus*-Reste, Gastropoden und *Cardiola* sp. enthält. Dass diese Kalke sowie diejenigen mit den grossen *Cardiola*-Formen (*Cardiola interrupta* und *fortis*) ein relativ höheres Niveau in dem unteren, nur mässig mächtigen Hauptbände des ganzen Complexes einnehmen, als der an Trilobiten reichste Horizont, ist kaum zu bezweifeln. Leider ist die Grenze nach abwärts verdeckt, so dass über das Fehlen oder Vorhandensein der Graptolithenschieferzonen nichts eruiert werden konnte. Die schon entfernteren nächsten Aufschlüsse im Liegenden zeigen Petrefacten-leere Thonschiefer von z. Th. schon halbkrySTALLINISCHEM Habitus und quarzitisches Sandsteine der untersilurischen Hauptfacies. Auch nach aufwärts ist eine schärfere Grenzziehung schwer. Die Petrefacten-reichen Stücke stammen vorwiegend aus dem vor den alten Stollen-Mundlöchern aufgehäuften Material.

## 2. Lichte, gefleckte und rothe Orthocerenkalke (Ee<sub>2</sub>).

a. Der Uebergang in die zweite Stufe wird durch lichtere und compactere, bräunliche bis weissgraue Kalksteinbänke vermittelt. Dieselben haben zum Theil eine gleichförmig dichte Beschaffenheit, zum grösseren Theil sind es schon Netz- und Knotenkalke, wie sie weiter aufwärts im Wechsel mit Flaser-

und Schieferkalken herrschen. An die Basis dieser Zone gehören die lichtbraunen Orthocerenkalke mit *Cardiola interrupta*.

b. Die mächtige zweite Abtheilung des Kok-Kalk-complexes besteht nämlich zunächst vorherrschend aus lichten (weisslich-grauen und gelblichen), roth und grünlich gefleckten und nach oben aus überwiegend rothen Schiefer- und Flaserkalken mit Zwischenlagerung festerer Netz- und Knotenkalkbänke. Dieselbe hat sich vorläufig als Petrefacten-arm erwiesen. Ausser unbestimmbaren Orthoceratiten und Crinoiden-Resten liegt bisher nichts vor.

c. Als dritte Stufe lassen sich eventuell davon die obersten, gleichförmig dichteren, überwiegend gellrothen, zum Theil auch lichtröthlich-grauen Kalkbänke des Kokrückens abscheiden, welche stellenweise an Orthoceratiten reicher sind und nebstdem auch einzelne sparsame andere Petrefactenreste geliefert haben. Es sind durchweg noch mit Arten des Stockwerkes E verwandte Formen: *Harpes* sp., *Orthoceras timidum* BARR., *Cyrtoceras* aff. *cycloideum*, *Slava* cf. *bohemica* BARR. und *Petraia* sp., welche aus diesem Horizont vorliegen.

Die Einstellung des ganzen Complexes des Kokberges in das Stockwerk E ist demnach berechtigt, die Analogie der Fauna und der Gesteinsfacies ist aber nur in der untersten Stufe eine durchgreifende. Da Anhaltspunkte vorhanden sind dafür, dass im karnischen Silur sowohl die Entwicklung der unteren dunklen Orthocerashorizonte als auch diejenige der oberen lichten und rothen Schichtenfolge von Orthoceratiten-führenden Schiefer- und Netzkalken nicht nur bezüglich des relativen Mächtigkeits-Verhältnisses, sondern auch hinsichtlich des petrographischen und paläontologischen Facieswechsels bemerkenswerthen Schwankungen und Veränderungen unterworfen ist, werden zunächst locale Specialgliederungen angestrebt werden. Die weitere Parallelisirung mit dem böhmischen typischen Obersilur und insbesondere die Bestimmung eines hier dem Grenzhorizont der Abtheilungen  $e_1$  und  $e_2$  genauer entsprechenden Schichtenbandes wird dann erst überhaupt versucht werden können.

### Weisse und graue Korallenkalke (F—G—H).

Sowohl vom Südgehänge des Osternigrückens als von der Hauptmasse der lichten Kalke dieses Gebietes westlich vom Lomsattel liegen Korallen-führende Schichten vor, deren Aequivalenz mit dem Seeberger Korallenkalk des iulischen Verbreitungsgebietes ausser Zweifel steht. Die paläontologischen Anhaltspunkte sind vorläufig noch sparsam und beschränken sich auf eine Anzahl gleichartiger Korallenformen (besonders Favositen und *Stromatopora*). Der zum Theil völlig mit dem Seebergkalk des Ostabschnittes

übereinstimmende Gesteinshabitus bestätigt diese Annahme gleichfalls. Neben dem Hauptvorkommen ist ein durch SÜSS vom Schönwipfel mitgebrachter, grauer Korallenkalk durch den abweichenden Erhaltungszustand der Korallen in Form von halbverkieselten Auswitterungen bemerkenswerth. Die bedeutende Mächtigkeit, welche die Korallenkalkfacies der Schichten F—G im karnischen Mittelgebiet des Hauptrückens erreicht, würde die Zugehörigkeit der ganzen Hauptmasse der Osternigkalke zu dieser Reihe ganz wahrscheinlich erscheinen lassen. Da jedoch die schwierigen tektonischen Verhältnisse des ganzen Osternig-Abschnittes bisher weder die Bestimmung einer unteren Grenze dieses Korallenkalk-Complexes und ihres Verhaltens zu der bunten Kalkreihe des Stockwerkes E, noch auch einer oberen Abgrenzung gegen bestimmbare Horizonte einer anderen Facies ermöglicht haben, muss die Lösung dieser Frage erst von weiteren (mit grösserem Zeitaufwande gemachten) Untersuchungen erwartet werden. Wir müssen uns vorläufig damit begnügen, die Repräsentanz von Aequivalenten des Stockwerkes F—G in einer dem Seeberger Vorkommen ähnlichen Korallenkalk-Facies auch hier überhaupt constatirt zu haben.

#### Nassfelder Depressionsgebiet.

Schwieriger noch wird sich die Abgrenzung der bisher constatirten Glieder der silurischen Reihe untereinander, sowie gegen die möglicherweise vorhandenen Vertreter des Devon und gegen die sicher nachgewiesenen Glieder der Carbon- und Permformation in dem langen Abschnitt der karnischen Kette herstellen lassen, welcher von dem eben besprochenen Gebirgsthail sich bis zur Thörlhöhe erstreckt und durch das weite nördliche Uebergreifen der carbonisch-permischen Schichtenreihe gegen Nord und damit zugleich durch die ausgedehntere Ueberdeckung der Silurbasis gekennzeichnet ist. Westwärts von diesem, etwa durch den Straninger Alpsattel und den Tiefenbach markirbaren Abschnitt, steigen Silurschichten bereits an den Hauptkamm, während dieselben östlich vorwiegend nur als schmalere oder breitere Thalgehängezone gegen das Gailthal die nördlichen Längsrücken und Gehängstufen der ganzen Gebirgskette bilden und z. Th. wohl auch in untergeordneteren Aufbrüchen und Einschnitten innerhalb der Hauptmasse des jüngeren Grauwackengebirges zum Vorschein kommen.

Die paläontologisch fixirten Silurhorizonte des Osternig-Abschnittes werden zum Theil wohl auch hier nachgewiesen werden können. Bereits von STUR in der Gegend der Oharnach-Alpe und von mir selbst im Straninger Thalgebiete ge-

machte Funde von Orthoceren-führenden rothen Schieferthonen und dunklen, bräunlichen Orthocerenkalken lassen darauf schliessen, dass die typisch obersilurische Schichtenfolge mindestens deutlich vertreten sei. Ueberdies aber lässt sich in dem die nördliche Gehängvorlage des Osternig-Rückens gegen West fortsetzenden Unterndorfer und Schwarzwipfel-Berg-rücken und auch weiterhin noch die mächtige Zone von halbkrySTALLINISCHEN BÄNDERKALKEN, Kalkphylliten und Quarzphylliten in ihrer Verbindung mit den Gesteinsschichten der untersilurischen Schiefer und Sandstein-Facies verfolgen.

Im Kellerspitz-Abschnitt, dem Hauptverbreitungsgebiet silurischer Schichten im ganzen Verlauf der karnischen Gebirgskette sind folgende Verhältnisse constatirt worden.

#### Aequivalente der untersilurischen Reihe.

Die beiden tieferen, Petrefacten-führenden Horizonte des Osternig-Abschnittes, Strophomenaschiefer und Graptolithenschiefer liessen sich direct bisher nicht nachweisen. Stellvertretende Aequivalente von petrographisch sehr ähnlicher Ausbildung sind jedoch vorhanden, und ist die sichere paläontologische Fixirung des oberen Untersilur auch in diesem Abschnitt wohl nur eine Frage der Zeit. Nicht minder hat auch die tiefere als Repräsentanz des tieferen Untersilur und der cambrischen Stufe aufgefasste Schichtenfolge des Osternig-Abschnittes hier eine analoge Vertretung, wie dort.

Neben den bedeutendsten Schwankungen im relativen Mächtigkeitsverhältnisse der Kalk-Facies und der schiefrigen Grauwacken-Facies beginnt hier auch schon der Uebergang in den epikrySTALLINISCHEN Habitus sich in ausgedehnter und mannichfacherer Weise geltend zu machen. Nimmt man hinzu, dass das Auftreten einiger petrographisch leichter erkennbarer Horizonte, wie der dunklen und der rothgefärbten Orthoceratenkalke des Obersilur, in sehr verschiedenen Höhenstufen des Gebirges auf bedeutende Verwerfungen nach Längs- und Querbrüchen schliessen lässt, so ist zu begreifen, dass die Durchführung einer Specialgliederung des Silur selbst in diesem durch Petrefactenführung stellenweise günstigen Terrain, eine schwierige und zeitraubende Aufgabe sein wird.

Speciell für die Abgrenzung von Untersilur und Obersilur ist es störend, dass schwarze Kieselschiefer vom petrographischen Habitus des Uggwathaler Graptolithenschiefers zwar mehrfach erscheinen, aber in ungleicher Position und ohne Spuren einer Fauna. An dieser Stelle müssen wir uns daher auf die Erörterung der obersilurischen Aequivalente des Gebietes beschränken.

## Orthocerenkalke und Schiefer des typischen Obersilur (E).

Die durch Orthocerenkalke markirte Schichtenfolge des Stockwerkes E hat ihre Hauptverbreitung in einem Zuge, welcher sich entlang der Hauptrückenlinie — aber auf tieferen Höhenstufen — der ganzen Kette aus der Gegend der Thörl-Höhe, durch das höhere Plöckner und obere Valentinier Gebiet in das obere Wolayer Gebiet verfolgen lässt. Ein zweiter, stärker unterbrochener und minder stark markirter Verbreitungsstrich ist der, welcher nördlich vom ersten über dem Schiefer und Sandstein der unteren Wurmlacher Alpe durchgeht. Endlich ist ein drittes, in seinem Lagerungsverhältniss und seinen Beziehungen zu diesen beiden Hauptzonen noch unklares Vorkommen unterhalb der Plöckner Alpe durch den Plöckner Bach in der Nähe seiner Vereinigung mit dem Valentinbach aufgeschlossen.

### 1. Dunkle Orthocerenkalke ( $e_1$ ).

Die Uebereinstimmung der dunklen, meist eisenfesten und braun verwitternden Orthoceratitenkalke dieser Complexe mit dem unteren Bande der Kokbergkalke ist, abgesehen von der Analogie des petrographischen Habitus und der allgemeinen Constatirung von *Orthoceras*-Formen des Stockwerkes E, speciell in den Fundpunkten des Plöckengebietes auch durch den Nachweis von *Cromus*- und *Bronteus*-Formen festgestellt, welche mit den Hauptarten der dunklen Kokbergkalke übereinstimmen. Eine Abweichung besteht wohl bezüglich der Mächtigkeit und der engeren Verbindung mit dunklen Thonschiefen und in der Entwicklung der oberen lichten und rothen Kalke und Schiefer; jedoch bietet die Erörterung dieser Verhältnisse wegen des Mangels anderer Petrefacten-führender oder vielmehr durch sicher bestimmbare Reste ausgezeichnete Horizonte vorläufig nur ein untergeordnetes Interesse.

Ein specielleres Eingehen auf die Stratigraphie des das Stockwerk E repräsentirenden Schichtencomplexes nach localen oder regionalen Ausbildungsformen und die Feststellung eines Normalschemas kann erst nach Maassgabe des Fortschrittes und Erfolges weiterer Detailstudien in den beiden günstigsten Verbreitungsgebieten des karnischen Obersilur das Thema einer besonderen Publication bilden.

### 2. Bunte obere Schichtenfolge des Wolayer Gebietes ( $e_2$ ).

Wegen ihres besonderen paläontologischen Interesses und ihrer stratigraphischen Wichtigkeit behandeln wir nur die

obere Abtheilung dieser Schichtenfolge auf Grund ihrer regionalen Ausbildung im Wolayer Grenzgebiet des Keller- spitz-Abschnittes gegen den westlichen kärntnerisch-tirolischen oder Steinkaar-Pfannspitz-Abschnitt etwas specieller.

Hier liegt nämlich der gewaltige, 1000 bis 1500 Fuss mächtige Complex der weissen und grauen Korallen-führenden Kalke auf einer bunten Schichtengruppe von etwa 500 Fuss, welche die Schichtenfolge des Kokberges zum Theil in petrographisch analoger Ausbildung ersetzt, zum Theil in völlig veränderter Facies nach aufwärts ergänzt. Es sind in dieser Schichtenfolge 4 petrographisch verschiedene und paläontologisch besonders gekennzeichnete Hauptbänder zu unterscheiden. Die beiden unteren sind ohne Zwang der über dem sicher an die Basis des Stockwerkes E gehörenden Trilobiten-führenden Orthocerenkalk folgenden Hauptmasse der lichtereren und rothen Orthocerenkalke und Schiefer des Kokgebietes parallel zu stellen.

In dieser oberen Entwicklung des Stockwerkes E lassen sich folgende Glieder unterscheiden:

α. Stufe der weissen und grauen Kalke. Aus der vorwiegend bankförmig mit dünneren, plattig-schiefrigen oder krustenartigen Zwischenlagen abgesonderten Folge ist eine weisse Kalklage mit *Cheirurus Sternbergi* (E—G), — *Rhynchonella princeps* (E—G), *cuneata* (E), *Spirifer secans* (E—F) und *viator* (E), und insbesondere eine höhere dünne Zwischenkruste von dunklerer, gelbgrauer bis bräunlicher Färbung mit zahlreichen Orthoceratiten, *Cyphaspis*-Glabellen und sparsamen Brachiopoden hervorzuheben: *Cyphaspis* cf. *Halli* (E), *Cyphaspis* aff. *Beaumonti* (D—G), *Pentamerus* cf. *pelagicus* BARR., *Rhynchonella Niobe*, *Atrypa obolina* (e<sub>2</sub>) und *Orthoceras* sp. — Man darf diese Stufe wohl als Grenzglied zwischen den Abtheilungen e<sub>1</sub> und e<sub>2</sub> in Betracht ziehen und den lichtereren, über dem dunkleren *Cardiola*-Horizont des unteren Kokberg-Bandes folgenden Kalksteinbänken gleichstellen.

β. Stufe der gefleckten rothen Schiefer- und Netzkalke. Eine ziemlich mächtig entwickelte Folge von besonders im mittleren Theil intensiv roth gefärbten Schichten. Die Analogie der petrographischen Ausbildung dieser Gruppe mit der Hauptentwicklung der rothen Kalkschichten des Uggwa-Gebietes und besonders des Kokberges, ihre gleichfalls nur auf unbestimmbare Crinoiden- und Orthoceratiten-Reste beschränkte paläontologische Charakteristik und ihr directer stratigraphischer Zusammenhang mit dem paläontologisch zu der unteren Stufe von E noch in Beziehung stehenden *Cyphaspis*-Horizont widersprechen nicht einer noch mittleren Stellung innerhalb des Stockwerkes E.

γ. Stufe der dunklen Thonschiefer und Sandsteine. Die mehr als den dritten Theil der Totalmächtigkeit der ganzen Reihe in Anspruch nehmende Gruppe wird durch eine conglomeratisch ausgebildete schmale Mittelzone in zwei Abschnitte getheilt.

Eine auffallende ungleichartige Ausbildung der beiden vorwiegend aus Thonschiefern und Sandsteinlagen zusammengesetzten Theile ist nicht zu bemerken. Von besonderem Interesse ist nur der Umstand, dass Pflanzenreste-führende Horizonte innerhalb dieser Facies vorhanden sind. Obwohl der Gesteinshabitus und Erhaltungszustand sehr an das von STUR beschriebene Pflanzenvorkommen der Etage H der böhmischen Schichtenfolge erinnert, kann der stratigraphischen Position wegen an eine Altersäquivalenz nicht gedacht werden. Ob im Osternig-Abschnitt die schwarzen Schiefer und Sandsteine der Südseite des Pletscha-Thales, welche gegen Süd von der den Graptolithenhorizont überlagernden Kalkstufe abfallen, als ein dieser Stufe paralleles Glied der dort entwickelten Silurreihe sich erweisen lassen werden, ist vorläufig nicht zu entscheiden. Es wäre dazu der Nachweis der folgenden paläontologisch sehr auffallend charakterisirten Stufe über jener schwarzen Sandstein- und Schieferstufe des Uggwa-Gebietes erforderlich. Die rothen Schieferkalke, welche dort thalabwärts folgen, können fast leichter Aequivalente der am gegenüberliegenden Kokberg so stark vertretenen Hauptstufe der rothen schiefrigen Orthocerenkalke sein.

Jedenfalls dürfte diese Facies des Obersilur wegen ihres dem Habitus von Pflanzen-führendem Devon und besonders auch von Culmschichten so verwandten Aussehens bei complicirt tektonischer Gestaltung des betreffenden Verbreitungsgebietes nur dort mit grösserer Sicherheit fixirbar sein, wo sie in ähnlich normal stratigraphischer Verbindung mit einer die Schichtenfolge markant abschliessenden oberen Stufe steht, wie im Wolayer Gebiet.

δ. Die oberste oder die Grenzstufe des ganzen, im Wesentlichen wohl der oberen Abtheilung des Stockwerkes E entsprechenden Schichtenfolge ist wegen ihrer bunten Zusammensetzung, der Einschaltung einer grösseren Zahl von Petrefacten-führenden Schichten und besonders durch das Auftreten von an untersilurische Crinoiden-Typen erinnernden Resten von hervorragendem Interesse. Man unterscheidet, abgesehen von vermittelnden Zwischenschieferlagen drei auffallendere Horizonte. Zunächst der Thonschieferstufe folgt

- 1) Der Horizont der braunen, eisenschüssigen Sandsteine und blaugrauen Kalkbänder. Diese Kalke sind zum Theil

dicht mit dünnen Schalen von Brachiopoden und Bivalven erfüllt. Der Erhaltungszustand lässt nicht leicht eine Bestimmung zu.

- 2) Der Horizont der grünlichen und gelben kalkigen Schiefer mit festeren Lagen von gelben Crinoidenkalk. In den schiefrigen Schichten findet man *Strophomena* sp. und *Orthis* sp., in einer der Kalkplatten und in begleitenden mürberen Kalkmergeln Reste, welche an *Echinosphaerites* und *Cryptocrinus* erinnern.
- 3) Der Horizont der rothen kalkigen Crinoidenschiefer, ausgezeichnet durch das Vorkommen von mit *Echinosphaerites* vergleichbaren und verschiedenen, minder deutlich erhaltenen Crinoidenresten.

Man könnte durch das angedeutete Wiedererscheinen einzelner anderwärts nur aus dem Untersilur bekannten Cystideen zu der Annahme einer überkippten Lagerungsform verleitet werden, wenn nicht über der ganzen steil südwärts geneigten Schichtenfolge unmittelbar mit gleicher Fallrichtung der ganze Riesencomplex der lichten Kalke des Pigen-Gebirges mit dem Monte Canale (Seekopf) und der Kellerspitze läge, dessen theilweise Aequivalenz mit den Stockwerken F—G auch paläontologisch sichergestellt erscheint. Die ganze, das Stockwerk E repräsentirende und vielleicht selbst tiefer reichende Schichtenfolge, welche das obere Wolayer Alpengebiet einnimmt, erscheint zwischen den südwärts geneigten Kalkschichten der mächtigen, unteren Klippenstufe des Wolayer-Thales und dem grossen Kalkcomplex des karnischen Hauptrückens eingeschaltet, und zeigt, abgesehen von mittleren localen Störungen, sowohl entlang der Grenzzone gegen jene Kalkbasis wie innerhalb seiner Grenzzone gegen die Hangendmasse gleichfalls entsprechend südlich geneigte Schichtenstellung.

### Riffkalk-Facies der Stockwerke H—G—H.

Die Riffkalkmasse des karnischen Haupt-Abchnittes erreicht innerhalb ihrer zusammenhängenden Erstreckung als Hauptgrat zwischen dem in das Degano-Gebiet führenden Niedergail-Joch und dem Sattel von Promos oberhalb Timau (dem alten Tischlwang) die bedeutendste Mächtigkeit in dem durch den niederen Plöcken-Pass markirten Westabschnitt. Die tief eingeschnittene Querspalte, in der man mitten durch die riesige Masse südwärts geneigter Schichten vom Wolayer Seepass in das Sandstein- und Schiefergebiet des Follinbaches

und nach Collina absteigt, giebt den besten Einblick in die Grossartigkeit und scheinbar trostlose Einförmigkeit des weisssgrauen Complexes, der in zahllosen Schichtenstufen im Westen zum Seekopf (Monte Coglians 2799 m) steilwandig ansteigt.

Eine genauere Prüfung des von den Steilwänden abgestürzten Materials überzeugt mehr noch als die Untersuchung der zugänglichen Punkte der über der Schuttvorlage aufragenden Felsmauern oder die bedeutenden Felsenstrecken, auf welchen der Weg direct verläuft, dass die Einförmigkeit des allgemeinen petrographischen Habitus doch durch einen reichen Nüancenwechsel der Gesteinsbildung und das Auftreten Petrefactenführender Schichten einigermaassen abgeschwächt wird. Im oberen Theil der Schlucht sind es vorzugsweise weisse und graue mürbere Crinoidenbreccien, welche durch Petrefactenführung das Interesse erregen; im unteren Theil, also in den Hangend-Complexen, sind es Korallen-reiche Bänke von dichterem grauen Kalkstein, welche eine speciellere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen.

Die Anhaltspunkte für eine paläontologische Charakteristik des ganzen gewaltigen Schichtensystems beschränken sich bisher auf die vorzugsweise im oberen und unteren Abschnitt der Schichtenfolge selbst gemachten Funde und auf eine von STUR'S Aufsamlungen stammende, interessante Suite mit der Fundortsangabe: Monte Canale, Deganotal.

α. In den charakteristischen weissen, durch frischere graue, späthige Brocken und Körner gefleckten, breccienartigen Crinoiden - Kalklagen eines mittleren Horizontes der unteren Abtheilung finden sich vorwiegend kleine Brachiopoden eingeschlossen, welche vorzugsweise mit Formen der Etage F stimmen, theilweise jedoch noch auf Arten aus der oberen Abtheilung von E bezogen werden können. Es sind folgende: *Atrypa reticularis* LINN. (E u. F), *lacerata* BARR. (f<sub>2</sub>), *Atrypa* cf. *Dormitzeri* BARR. (e<sub>2</sub>), *comata* BARR. (F), *Rhynchonella Latona* BARR. var. *emaciata* (F), *princeps* var. *gibba* (e<sub>2</sub> — g<sub>1</sub>), *cuneata* BARR. (e<sub>2</sub>), *Spirifer digitatus* BARR. (F), cf. *Peleus* BARR. (F), *Strophomena Verneuli* BARR. (F), *Orthis* sp. u. a.

β. Aus einem der folgenden tieferen Korallenkalle des Durchschnittes stammt ein Stück mit *Heliolites* aff. *interstincta* MILNE EDW. u. HAIME und *Aceroularia* sp.

Es lässt sich vorläufig jedoch die speciellere Position dieses Horizontes zwischen den Brachiopoden-führenden Crinoiden-Breccien und der oberen Kalkmasse, in welcher zwei verschiedenartige Petrefacten-führende Gesteinsformen sich bemerkbar machen, nicht genauer fixiren. Wahrscheinlich wird man bei Specialstudien in der ganzen riesigen Schichtenmasse auf eine mehrfache Wiederholung von Korallenkalk - Horizonten mit

typischen Silur-Formen sowohl über als unter dem Hauptverbreitungsbande der eben hervorgehobenen Brachiopoden-Facies stossen.

Die beiden erwähnten Gesteinsformen der oberen bankförmig geschichteten Kalkstein-Gruppe sind durch das Auftreten von Gastropoden und Korallen ausgezeichnet.

γ. Das eine dieser Gesteine fällt durch mehr oder minder kräftige, gelblich-graue bis braune Farbennüancen in's Auge, welche von dem kalkig-sandigen, eisenhaltigen Bindemittel eines feinen oder gröberen zoogenen, grauen Kalkdetritus herrührt. Stellenweise sind grössere, vollkommener erhaltene Bryozoen, Korallen und Schalthier-Reste zu bemerken. Ausser grösseren Gastropoden (*Murchisonia* sp.) wurde das Vorkommen von *Battersbya* sp. und *Favosites cervicornis* MILNE EDW., somit eine Beziehung zum Devon constatirt.

Derartige Gesteine scheinen in mehrfacher Wiederholung nicht als constantes Material einer Reihe von Bänken, sondern in streifenförmiger, lagerartiger oder zu irregulären Linsen ausgebildeter Form innerhalb oder an den Grenzen der gleichförmig ausgebildeten grauen Kalkbänke vertheilt.

δ. Das Hauptgestein der zweiten Ausbildungsform ist ein theils dunkelgrauer, theils lichtgrauer, splittrig oder muschlig scharfbrüchiger Kalkstein, wie er in den Bänken des unter die Culmschichten von Collina-Morereto einfallenden Hangend-Complexes überwiegt.

Aus Korallen-reichen Blöcken dieser Kalkgruppe stammen auch verschiedene Gastropoden und vereinzelt Bivalven und Brachiopoden: *Murchisonia*, *Euomphalus*, *Scoliostoma*, *Conocardium* und *Pentamerus* sp. Unter den Korallen lassen sich neben siluro-devonischen Formen, wie *Stromatopora concentrica*, auch solche erkennen; welche sich als identificirbare oder stellvertretende Varianten devonischer Arten (*Cystiphyllum vesiculosum*) erweisen dürften.

Der lichtgelblichgraue Kalkstein der dem Deganothalgebiet zugekehrten Steilabfälle des Monte Canale, aus welchem STUR eine kleine (früher auf Kohlenkalk bezogene) Fauna mitbrachte, kann vorläufig noch nicht mit Sicherheit in der ganzen Schichtenmasse relativ richtig placirt werden. Wahrscheinlich jedoch ist es, dass er beiläufig zwischen den Korallenkalk mit *Heliolites* aff. *interstincta* und die Gastropoden-führenden Korallenschichten gehört.

Neben Brachiopoden (*Streptorhynchus*, *Strophomena*, *Spirifer*, *Pentamerus*) liegen einige grosse Gastropoden, einzelne Bivalven und Korallen vor. *Spirifer robustus* (F), *Pentamerus integer* BARR. (F), *Pentamerus* aff. *conchidium* BROGN. (Obersilur) und *Conocardium prunum* BARR. weisen auf den Zusammenhang

mit der im Seeberger Kalk vertretenen, ersten Hauptentwicklung der dritten Silur-Fauna BARRANDE's, während die Korallen (*Favosites Goldfussi* und *Cystiphyllum*-Arten) fast allein als Vorläufer einer noch jüngeren Fauna erscheinen, ähnlich wie dies ja auch mit den Favositen der Aequivalente der Stockwerke F und G im Gebiete der Ostbucht und der Karawankenkette der Südzone der Fall ist.

Die paläontologischen Anhaltspunkte sind noch nicht ausreichend, um in dieser mächtigen Schichtenfolge die Fortentwicklung der Aequivalente der dritten Silur-Fauna BARRANDE's und deren allmählichen, durch keinen Facieswechsel gestörten Uebergang in eine bereits das normale Devon vertretende Korallenkalk-Bildung mit Schärfe und Sicherheit festzustellen. Ebenso wenig kann vor Bewältigung einer stratigraphischen und paläontologischen, die Entwicklung der Korallen- und Brachiopoden-Faunen aufklärenden Arbeit von einer Verfolgung des Parallelismus mit den Entwicklungsstufen der im Grossen der Facies nach analogen und gleichalterigen 500 bis 2000 Meter mächtigen unteren Helderberg-Gruppe die Rede sein.

Als discutirbare Hypothese darf jedoch immerhin die Ansicht ausgesprochen werden, dass derartige Kalkbildungen, dort wo sie eine so colossale Mächtigkeit erreichen, nicht als vollkommen gleichwerthig betrachtet werden können mit den in gleicher Haupt-Facies entwickelten Schichtcomplexen derselben physicalisch-geographischen Hauptregion von drei bis viermal geringerer Mächtigkeit, sondern dass dieselben eine grössere Anzahl von Altersstufen umfassen müssen. Ob der frühere Beginn oder das weitere Hinaufreichen einer solchen Bildung zu constatiren ist, lehrt eventuell der Grenzhorizont der abweichenden Basis oder des Hangendcomplexes. In unserem Falle haben wir es deutlich mit einer Fortentwicklung in höhere Absatzstufen zu thun und die Hauptfragen gelten der Auffindung einer plausiblen Grenze gegen das normale Unterdevon und der Feststellung der Grösse der Lücke zwischen Riffkalkbildung und Culm-Facies.

Es ist mir nicht möglich, an dieser Stelle die Gründe, welche Dr. E. KAYSER in seiner wichtigen Arbeit: „Die Fauna der ältesten Devon-Ablagerungen des Harzes“ (1878) für die Zustellung der unter dem Hauptquarzit des normalen Unterdevon (mit *Spirifer macropterus* und *Chonetes sarcinulata*) liegenden zweigliedrigen „hercynischen Schiefergebirges“ zum Devon geltend macht, jenen Gründen gegenüber abzuwägen, welche von E. TIETZE<sup>1)</sup>, FERDINAND RÖMER<sup>2)</sup> und Dr.

<sup>1)</sup> Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1878, Heft 4. (Die Ansichten E. KAYSER's über die hercynische Fauna und die Grenze zwischen Silur und Devon.)

<sup>2)</sup> Lethaea paläozoica I., pag. 43.

O. NOVAK<sup>1)</sup> theils vom Standpunkt der historischen Consequenz, theils vom Standpunkt der paläontologischen Charakteristik gegen eine Verlegung der alten unteren Devongrenze und gegen das zu starke Betonen des devonischen Charakters der Fauna der „Unteren Wieder Schiefer“ hervorgehoben wurden. Wenn es fest steht, dass der über dem Graptolithenhorizont der oberen Diabas-Thonschiefer-Stufe folgende Hauptquarzit ein Aequivalent der „Coblenzer Grauwacke“ ist, so ist die Berechtigung, jene durch so typische Silurformen wie Graptolithen gekennzeichnete Schicht als einen willkommenen Grenzhorizont anzusehen, nicht leicht auszuschliessen, mag auch die Continuität und Concordanz der Schichtenfolge durchgehend gesichert sein und in tiefer liegenden Horizonten eine Mischfauna von silurischen und devonischen Formen erscheinen. Immerhin darf, auch wenn ein annormales Lagerungsverhältniss nicht nachweisbar ist, doch auch der Facies-Wechsel, mag er auch minder auffällig sein, in Anschlag gebracht werden.

Ueberdies ist aber doch, abgesehen von den Goniatitenformen aus F—G—H, die Fauna der Kalksteineinlagerungen der unteren Stufe der Unter-Wieder Schiefer nicht ärmer an aufsteigenden Formen des typischen Obersilur als an Vorläufern typischer Devonarten. Das Auftreten der *Cardiola interrupta* Sow., welche im Verein mit *Monograptus*-Formen vorwiegend als eine leitende Form der mittleren Stufen des typischen Obersilur (z. B. des oberen Grenzhorizontes von  $Ee_1$  und der Unter-Ludlow-Gruppe) angeführt wird, darf dabei wohl auch nicht unterschätzt werden.

Dass die unteren Wieder Schiefer und die Tanner Grauwacke des hercynischen Schiefergebirges beiläufig Aequivalente der böhmischen Stockwerke F—G—H vorstellen, müsste wohl Geltung behalten, auch wenn die directen Beziehungen der hercynischen Fauna und der dritten Silurfauna Böhmens noch geringer wären, als es Dr. NOVAK zulassen will. Selbst bei Feststellung einer discordanten Ueberlagerung durch den Spiriferensandstein wäre ja doch ein vollständiges Herabsetzen bis in das Stockwerk E erst noch ausreichender zu begründen. Die spätere Ansicht<sup>2)</sup> KAYSER's, die ganze hercynische Schichtenfolge sei eine besondere Facies des gesammten Unterdevon und zugleich das Aequivalent der böhmischen Stockwerke (F—G—H), weil es hercynische Mischfaunen nicht nur unter dem Spiriferensandstein gäbe, wie im Harz, sondern auch über dem typischen Spiriferensandstein, wie bei Nehou

<sup>1)</sup> Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1880, No. 1, pag. 75. (Bemerkungen zu KAYSER's Fauna der älteren Devon-Ablagerungen des Harzes.)

<sup>2)</sup> l. c. pag. 288.

und über dem gleichwerthigen Oriskany-Sandstein der oberen Helderberg-Gruppe Nord-Amerika's kann, so interessant und bedeutsam der zu Grunde liegende Gedanke BEYRICH's ist, doch vorläufig noch nicht als ausreichend begründet angesehen werden. Eine voreilige und über das Ziel gehende Propagierung dieser erweiterten, auch von C. KOCH gestützten Ansicht KAYSER's, wie sie von R. HÖRNES durch Uebertragung auf die Grazer Korallenkalk-Complexe unter Einbeziehung der zu unterdevonischen Goniatitenkalken erklärten Clymenienkalke von Steinberg versucht wurde, wird von KAYSER selbst wohl kaum als eine wünschenswerthe Form der Zustimmung angesehen werden. Dass das Studium der Entwicklung der Korallenkalk-Faunen und der Brachiopoden-führenden Zwischenzonen für die Erkenntniss des Uebergangs vorwiegend silurischer Faunen in solche mit deutlich devonischem Habitus und speciell für eine genauere Fixirung der die unterste Stufe des normalen Devon vertretende Korallen- und Brachiopoden-Zone gerade im silurisch-devonischen Grauwackengebiet der Ostbucht Aussicht auf Erfolg habe, hatte ich bereits früher<sup>1)</sup> und in dieser Arbeit (pag. 296) angedeutet. Indem Prof. HÖRNES selbst die Einbeziehung der gesammten Korallenkalk, Pentamerusbänke und Brachiopodenschiefer in das Unterdevon nicht dadurch zu begründen sucht, dass er das Vorhandensein unterdevonischer Arten constatirt, sondern dass er behauptet, es kämen weder bekannte silurische, noch devonische, sondern nur neuartige Formen vor, unterstützt er, wengleich von seinem besonderen, etwas zu sehr zu Extremen geneigten Standpunkt aus, die Ansicht, dass man es hier vorzugsweise mit Uebergangsfauunen zu thun habe.

Wie in der silurisch-devonischen Schichtenreihe der Umgebung von Graz wird es in jedem analogen Falle eine erste Aufgabe sein, nach einem paläontologisch-fixirbaren Horizont des normalen Unterdevon zu suchen. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein dem Spiriferensandstein beiläufig paralleler Horizont in dem Chonetesschiefer mit *Dalmania* gefunden sei, oder mindestens nicht weit abwärts davon liegen müsse, giebt Anlass, auch in dem silurisch-devonischen Hauptcomplex der karischen Alpen die Auffindung von Anhaltspunkten für die Parallelisirung einer bestimmten Stufe mit dem normalen Unterdevon zu erhoffen.

Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass die erörterten Verhältnisse des alpinen Silur und insbesondere die des karischen Hauptabschnittes für den Gedanken BEYRICH's in gewisser Beschränkung zu sprechen scheinen.

<sup>1)</sup> Verhandl. d. geol. Reichsanst. 1879, No. 10, pag. 218.

Die in kalkiger Facies ausgebildeten Aequivalente der Stockwerke (F—G—H) sind hier von dem typischen Obersilur durch scharfen Facieswechsel noch augenfälliger getrennt als das Stockwerk F von dem Stockwerk E im böhmischen Silurbecken und die Korallenkalkstufe von ihrer durch Grünstein-einlagerungen markirten Quarzit-Dolomit-Basis in der alpinen Ostbucht. Ueberdies repräsentirt die der stärksten Entwicklung der Unter-Helderberg-Gruppe an Mächtigkeit nahe kommende karnische Riffkalkmasse eine nach Mächtigkeit und Faunenentwicklung über die Aequivalenz mit den böhmischen Stufen hinausreichende Schichtenfolge. Ich schlage der Kürze wegen für diesen mächtig entwickelten Uebergangcomplex die Bezeichnung „Ueber-Silur“ vor.

Es ist somit wohl erweisbar, dass das normale Unterdevon im karnischen Riffkalk, sowie im oberen Abschnitt der Helderbergkalkgruppe mit vertreten sein könne, aber nicht, dass es der ganzen Masse gleichwerthig sei und das Stockwerk F mit umfassend, auf den Aequivalenten des typischen Obersilur (E) ruhe. Insolange hier der Schnitt zwischen Normal-Devon und silurischer Uebergangs-Gruppe der dritten Fauna nicht schärfer paläontologisch horizontirbar ist, muss das supponirte Devon sammt der Zwischengruppe, mag sie F allein oder F, G und H umfassen, thatsächlich noch vereinigt bleiben.

Im kärntnerisch-tirolischen Westabschnitt oder im Gebiet des Paralba- und Pfannspitz-Kinigat-Rückens stehen wir plötzlich einem anscheinend fast unvermittelten Facieswechsel gegenüber. Es herrschen schwarze, graue und grüne Schiefer und Sandstein-artige Bildungen im Verein mit Quarzphylliten, und der halbkrySTALLINISCHE Habitus gewinnt die Oberhand über den Grauwacken-artigen Charakter der Gesteinsbildung. Die Art des Auftretens von grossen und kleinen, klippenartig aufragenden Kalkmassen und von kalkigen Längseinschaltungen gestaltet sich zu einer Reihe von tektonischen Räthseln. Dass man es hier mit der Vertretung nicht nur eines, sondern aller drei Hauptglieder der Silurformation zu thun hat, würde man schwerlich zu erweisen vermögen, wenn es mir im verflossenen Herbst nicht gelungen wäre, paläontologische Anhaltspunkte für die Repräsentanz der oberen Korallenkalkfacies und des mittleren Horizontes der Orthocerenkalk zu gewinnen. Nur durch diese Nachweise erst konnte das silurische Alter dieses ganzen Grauwackenschiefer- und Phyllit-Gebirges mit grösserer Sicherheit festgestellt und zugleich eine festere Basis für die Parallelisirung mit jenen noch ausgesprochenen subkrySTALLINISCH und Petrefacten-leer entwickelten Complexen der Alpen gewonnen werden, welche

ohne directen Zusammenhang mit einer paläontologisch charakterisirten Schichtenreihe auf altkrystallinischer Basis ruhen.

Wir können hier nicht in jenes Detail der Tektonik eingehen, welches zum Verständniss des Verhaltens der Kalkfacies der drei Altersstufen zu einander und zu der sie verbindenden, zwischengreifenden und ebensowohl in der verticalen als horizontalen Verbreitung zum Theil oder fast vollständig ersetzenden einförmigen Schieferfacies erforderlich wäre. Dazu kann nur die Specialbeschreibung dieses ebenso schwierigen als wichtigen Gebirgsabschnittes führen.

Wir müssen uns begnügen, hervorzuheben, dass das Untersilur — ganz vorwiegend in der Thonschiefer-Facies — in nur streckenweise normal erscheinender Auflagerung auf dem Glimmerschiefer des Lessachthales ruhe, dass die Repräsentanz des Stockwerkes E in einer Zone von ungleichartig ausgebildeten Schiefen und dünneren Kalkbändern oder Kalklinsen paläontologisch und petrographisch kenntlich bleibt, und dass drittens unter den der Hauptmasse des ganzen Grauwackenschiefer-Gebirges aufsitzenden Kalkschollen, welche die durch tektonische Störungen und Erosion zerstückte und ausser Zusammenhang gebrachte, westliche Fortsetzung des grossen karnischen Haupttriffes bilden, solche mit Crinoiden und Korallentypen des Devon und Silur entdeckt wurden.

Die untersilurische Schichtengruppe zeigt hier nicht die Einschaltung jener grossen Complexe der Bänder- und Streifenkalke, durch welche im Osternig-Abschnitt und in dem benachbarten karnischen Hauptabschnitt ihre Schiefercomplexe entlang der steilen unteren Nord-Gehängseite in schärfer markirten, durch Schichtköpfe gebildeten Absätzen unterbrochen werden.

Während im unteren Wolayerthal-Gebiet sich die zwischen der Glimmerschiefer-Basis bei Wetzmann und der bei Würmlach in den Thalboden austreichenden Streifenkalk-Stufe entwickelte, unterste Thonschieferzone, welche im Sittmoser Thal in ihrer Auflagerung über dem südlich einfallenden Glimmerschiefer bereits eine ansehnliche Mächtigkeit gewinnt, schon ganz bedeutend verbreitert, nimmt dieselbe im Verein mit der gleichsam zu einem untrennbaren Complex verfliessenden, oberen Grauwackenschiefer-Reihe das ganze Nieder-Gailthal bis zum hintersten Abschluss ein. Hier erst stehen klippenartig Kalke, welche möglicherweise einem tieferen als dem Horizont der Orthocerenkalke angehören, aus der Schiefermasse heraus. Auf der Jochhöhe jedoch und südwärts wie ostwärts davon sitzen kleinere und grössere Kalkschollen auf und erscheinen wie Reste einer oberen Kalkbrücke, welche die Kalkriffmasse des Monte Canale mit dem inselartig aus der Schieferumwallung

ragenden Kalkrücken des Monte Avanza und des 2690 Meter hohen Monte Paralba verband. Im hinteren Bordaglia-Gebiet erscheinen die lichten und rothen Schieferkalke und die schwarzen Schiefer und Sandsteine des über dem Cyphasphorizont der Wolayer Schichtenfolge entwickelten Obersilur noch einmal in stark gestörter Lagerung zwischen den westlichen Abstürzen des karnischen Haupttriffs und der grössten jener Verbindungsschollen. Westwärts von dieser Scholle jedoch gegen den Ostflügel der Avanza-Kalkmasse ist das die Kalke unterteufende Schiefer-Material bereits verändert und schliesst sich vollständig dem Habitus der grünen und grauen, schon zum halbkrySTALLINISCHEN Habitus neigenden Grauwackenschiefer an.

Man wird durch die Verhältnisse, welche zwischen der Kalkmasse des Avanza-Paralba-Rückens und dem silurisch-devonischen Kalkriff des Monte Canale einerseits und den demselben nördlich gegenüberstehenden Abschnitten der Fortsetzung des karnischen Hauptkammes andererseits bestehen, fast mehr noch als durch die grossen Kalkmassen der Osternig-Gruppe und des Gebietes zwischen dem Valentiner und Wolayerthal gezwungen, sich selbst eine Reihe von wichtigen Fragen zu stellen, deren Beantwortung vom aprioristischen Standpunkt leichter ist als die Lösung im Wege der Beobachtung. Wir können diese Fragen hier nur kurz andeuten, ohne zugleich mit Bezug auf die innerkrySTALLINISCHEN Grauwackengebiete darauf näher einzugehen. Dieselben betreffen das Faciesverhältniss zwischen den Kalk- und den Grauwackenschiefer-Bildungen.

Es kann nicht in Abrede gestellt werden, dass die mächtige, in's Devon reichende Korallenkalk-Facies eine äquivalente Schiefer- und Sandstein-Facies haben müsse, und dass dieselbe streckenweise in einem Wechsel von Kalk- und Schiefer-schichten vermittelt sein könne. Andererseits ist die Wirkung der Erosion, welcher Kalk wie Schiefer wahrscheinlich schon vor Ablagerung der Culm-Bildungen und jedenfalls in höherem Grade noch vor der Ablagerung des Rothliegenden ausgesetzt waren, eine ungleiche gewesen. Es ist somit eine bei complicirter Tektonik und Gleichförmigkeit der petrographischen Ausbildung tieferer Schichtenfolgen fast unlösbare Aufgabe, die Reste einer derartigen Vertretung der oberen Kalk-Facies nachzuweisen und von der tieferen analogen Schichtenfolge ebenso zu trennen, wie die theils durch Erosion, theils ursprünglich ungleich mächtigen Kalkinseln.

Nicht minder schwierig ist es, praktisch die Altersbestimmung und die Parallelisirung der Horizonte mit der ungleichartigen Mächtigkeit der Faciesentwicklung in Einklang zu bringen. Da das durch den Wechsel von Kalk- und Schiefer-

lagen kenntliche und paläontologisch bestcharakterisirte Stockwerk, das typische Obersilur, im karnischen Hauptgebiet selbst sehr ungleich mächtig erscheint, so lässt sich dort, wo dasselbe zwischen einer stärker entwickelten oberen, analogen Kalkfacies gleichsam reducirt erscheint, doch meist nur paläontologisch feststellen, ob der Liegend- oder Hangendcomplex seine fehlenden Zonen ersetzte. Wenn auch vorläufig nicht mit Sicherheit und Schärfe nachweisbar, so ist es doch wahrscheinlich, dass auch das Untersilur seine Korallenkalk-Facies habe. Es ist demnach auch die Möglichkeit vorhanden, dass sich dieselbe local weiter entwickelt habe während des Absatzes der Orthocerenkalke des Obersilur und es ist andererseits nicht ausgeschlossen, dass beispielsweise in dem Avanza-Paralba-Stock, im Osternig-Abschnitt und im Gebiet der Karawanken der Beginn des Absatzes der weissen und grauen Kalkfacies ein verschiedener war und mit dem Grenzhorizont der Wolayer Riffkalkmasse gegen die obersten rothen Schieferkalke nicht zusammenfällt. Die Anhaltspunkte dafür sind im Wolayer Complex dadurch gegeben, dass bereits an der Basis der bunten Schichtenfolge eine den Brachiopoden-führenden Horizonten der von F über G hinaus reichenden lichten Korallenriffkalke analoge Brachiopoden-führende Crinoidenbreccie in einer Stufe von weissen und grauen Kalken entwickelt ist. Im Gebiet der Steiner Alpen wird der frühere Beginn einer zur oberen Korallenkalkbildung gehörigen, davon nicht schärfer getrennten Kalkablagerung auch paläontologisch durch das Auftreten der auch tiefere Formen enthaltenden Brachiopodenfaunen der lichten Kalke des Seebergs und Kanerthales gestützt.

Im Avanza-Paralba-Stock nun unterliegt es zwar kaum einem Zweifel, dass die Hauptmasse der Kalkschichten ein Aequivalent des oberen Korallenkalk-Complexes des karnischen Hauptückens bildet, aber es ist nebenbei sehr wahrscheinlich, dass die dem hinteren Deganothal zugekehrte Basis tiefer reicht und bereits eine Repräsentation des Stockwerkes E mitumfasst. Es fehlen zwar bisher paläontologische Nachweise, aber der Umstand, dass im Gebiet des Erosionssattels, welcher die Paralbamasse von der aus der Tiefe des Deganothales bis fast zur gleichen Höhe mit dem Paralbakopf ansteigenden Kalkreihe des Avanza-Rückens trennt, eine Zone von dunklen Schiefen mit Kalkeinlagerungen unter dem lichten Kalkcomplex der Paralba erscheint, spricht hinreichend dafür, wenn man folgende Thatsachen damit in Beziehung bringt:

Erstens kann der Paralba-Aufsatz bezüglich der Mächtigkeit zwar der ganzen vorderen Hauptmasse des Avanza-Rückens als gleichwerthiges Aequivalent parallel gestellt werden,

nicht aber auch der bis in's Deganothal reichenden, nördlichen Basis derselben. Zweitens lässt sich innerhalb der Schieferzone noch der petrographische Habitus von Gesteinen des unteren Orthoceren - Horizontes erkennen. Drittens endlich erscheint eben diese Zone in petrographisch und paläontologisch deutlich erkennbarer Ausbildung nordwärts vom Paralbastock nochmals mitten im Gebiet der silurischen Grauwackenschiefer.

Während man also im Wolayer Gebiet die Schichtenfolge des Stockwerkes E zwischen zwei grossen Complexen lichter Kalke in sehr typischer und reichgegliederter Ausbildung vorfindet, sieht man deutlich erkennbare Theile ihrer unteren Abtheilung mitten im Gebiet der halbkristallinen Grauwackenschiefer - Facies als untergeordnete Bestandtheile einer von dem Gesamtcomplex nicht trennbaren, sondern dem Haupttypus der Facies nach sowie tektonisch eng verbundenen mittleren Verbreitungszone.

Als Vermittelungsglieder zwischen diesen beiden so verschiedenen Entwicklungsformen gleichaltriger Schichten lassen sich einerseits die schon erwähnten Schichten der Bordaglia-Gräben zwischen der grossen Verbindungsscholle der oberen Avanza- und der Canale - Kalkmasse und andererseits die Schichtenfolge der Joch-Basis des Paralbalkes selbst und der damit in Verbindung stehenden Hochalpl- und Hartkaarspitz-Gruppe in Rechnung bringen. Dort hat man noch deutlich die rothen und weissen Schieferkalke in Verbindung mit den schwarzen Schiefen und grünlichen Quarzphylliten, — hier erscheint nur die dunkle Schieferzone in noch erkennbarer Weise, während die bunten Schieferkalke ein von der oberen Kalkmasse deutlicher getrenntes Glied nicht mehr repräsentiren.

Die wichtigsten Aufschlüsse in der aus dem Kärntner Obergailthal über die hohen Querrücken des Genskofels, des Sonnsteins und der Schulternköpfe über die Tiroler Grenze gegen das Winkler Thal ausstreichenden Aufbruchzone der Aequivalente des unteren Obersilur befinden sich im hinteren Mooserthal zwischen Sonnstein und Hochspitz, auf den Schulternköpfen und im hinteren Raabthal.

Neben Kalkthonschiefern, Grünschiefern, Thonschiefern mit Kalklinsen, verschiedenen Grauwackenschiefern und Phylliten erscheinen in dieser von einer grösseren Quarzphyllitfolge überlagerten, steilgestellten Zone zwei ziemlich mächtige Lager eines schwarzen Kieselschiefers, welcher ganz auffallend an die Graptolithenschiefer des Osternig - Gebirges erinnert, sowie untergeordnete dünnere Lagen eines harten, braun verwitternden, dunklen, kiesligen Kalksteins, welcher den unteren Orthocerenkalken des Plöckengebietes sehr ähnlich sieht und im

hinteren Moosthal südlich vom Sonnstein in der That auch zuweilen Orthoceren-Durchschnitte und sparsame andere Petrefactenreste erkennen lässt.

Wenden wir uns dem westlichen Theile des ganzen Gebirgsrückens zu, in welchem Kinigat und Pfannspitze die dominierenden Gipfelpunkte sind, wie in dem eben besprochenen der aus der Rückenlinie etwas gegen Süd gerückte Monte Paralba, so finden wir daselbst den zweiten paläontologischen Beweis für die Aequivalenz der Hauptmasse dieses ganzen Schiefergebirges mit der silurischen Reihe sammt dem in's Devon reichenden Uebergangcomplex der karnischen Hauptentwicklung.

Auf der gegen Nord fallenden Schiefermasse der Pfannspitze liegt ein ziemlich mächtiger Kalkzug, der, einerseits unter dem Obstanzer See durchstreichend, sich gegen den Eisenreich-Rücken zu gegen Ost auskeilt, andererseits dem Nordsaum der Kalkmasse des kleinen Kinigat zugeht und nur durch Erosion ausser Zusammenhang damit gebracht ist.

In diesem Kalkcomplex nun findet sich eine Bank, welche Petrefacten-führend ist und insbesondere Korallen und Crinoiden enthält. Besonders deutlich erhalten sind Favositen, welche mit den an *Favosites polymorpha* (*Goldfussi*) zunächst anschliessenden Formen der Korallenkalke des Monte Canale übereinstimmen.

Es unterliegt keinerlei Zweifel, dass diese Korallenbänke enthaltende Kalkzone der nördlichen Pfannspitzvorlage gleichsam den westlichsten Ausläufer der oberen Korallen-führenden Abtheilung des mächtigen karnischen Kalkcomplexes vorstellt, welcher im Wolayer Gebiet zwischen dem typischen Obersilur des Stockwerkes E und den Culmschichten liegt. Schon die der Pfannspitze an Höhe fast gleiche Kalkgruppe des grossen und kleinen Kinigat, welche dem Hauptrücken in unmittelbarer Nachbarschaft dieser Schieferkuppe aufsitzt, sowie das langgestreckte, von der Rückenlinie des Hauptkammes statt nach Nord nach Süd herabhängende Kalkriff des Porzeberges haben eine weit geringere Mächtigkeit als die durch eine weite Erosionsstrecke davon getrennte Paralba-Masse, und repräsentiren somit auch nur einen Theil jener mächtigen Schichtenfolge des Wolayer Durchschnittes.

Es bleibt somit hier die Frage offen, ob die fehlende tiefere Abtheilung des weissen Kalkcomplexes, welche die Stockwerke F bis G repräsentirt, in der Schiefer-Facies ersetzt ist oder hier überhaupt kein Aequivalent aufzuweisen hat. Wiewohl es nicht an Stellen fehlt, welche man als Beweis für die Discordanz der Auflagerung dieser Kalkinseln auf dem Schiefergebirge herbeiziehen könnte, sind doch andererseits wiederum eine Reihe von Thatsachen vorhanden, welche die Ansicht

stützen, dass der Ersatz jener continuirlichen Kalkfacies zum Theil durch eine Uebergangsbildung von Schiefer- Intercalationen im Kalk und von Kalklagen im Schiefer, zum Theil aber durch eine reine Schiefer-Facies wie in den noch tieferen, so auch in diesem Stockwerk der ganzen Schichtenreihe nachweisbar sei. Unter solchen Verhältnissen wird in tektonisch stark gestörten und durch Erosion zerfressenen Gebirgen die unmittelbare Grenzzone zwischen freigelegten, gleichsam schwebenden, grossen Kalkschollen und einer Schieferunterlage in der Regel auch annormale Druckerscheinungen secundärer Entstehung aufzuweisen haben, und nicht minder werden wohl auch die eine eingefaltete, linsenförmige Kalkmasse begleitenden, schiefrigen Hüllschichten um so leichter secundäre Unregelmässigkeiten in ihrem tektonischen Verhalten zeigen, je stärker die ungleichartige Wirkung der Erosion und secundärer Druckverhältnisse auf das ungleich widerstandsfähige Stratificationsmaterial sich bethätigen konnte.

Eine solche eingefaltete, langgestreckte, mächtige Kalkzone finden wir abwärts von der Favositenkalkzone der Pfannspitzvorlage, beiderseits von dünnere Kalklagen enthaltenden Schiefen begleitet. Wie die obere Kalkwand die mittlere und obere kesselartige Thalstufe trennt, so schneidet die viel mächtigere untere Kalkmasse in steil aufsteigender Wand das gegen Kartitsch auslaufende untere Winkler-Thal von dem weiten Mittelkessel. In diesem Kalkcomplex nun finden sich knollige, auch Brachiopodenreste einschliessende Korallenkalklager sowie Crinoidenkalk, deren Fauna auf ein höheres Alter deutet. Besonders häufig ist die silurische Gattung *Labecheia* in dem Korallenkalk vertreten. Die Schiefermasse zwischen den beiden Korallenkalkzügen zeigt eine auffallende Ungleichheit auf der Ost- und Westseite des mittleren Thalkessels. Auf dem Ostrücken zwischen der Maurerspitze und Pfannspitze sieht man eine Anzahl von stärkeren, mittleren Kalkzügen eingeschaltet, welche auf dem Westrücken zwischen der Gatterspitze und dem Eisenreich fehlen.

Die Ansicht, dass die Altersaequivalente der vom Silur in's Devon reichenden, oberen, durch Brachiopoden-führende Crinoiden- und Korallenhorizonte charakterisirten Kalkfacies des karnischen Hauptrückens in dem kärntnerisch-tirolischen Abschnitt der südlichen Grauwackenzone ein Zwischengreifen der Schiefer-Facies und somit den Uebergang zu einer vollständigen Repräsentation durch die allgemeine Phyllit- und Grauwackenschiefer-Facies erkennen lasse, findet in diesem Gebiet eine sichere Stütze.

## Schlussbemerkungen über die Hauptglieder der paläozoischen Schichtenreihe in den Ostalpen.

Die Uebersicht der paläontologischen Nachweise, welche für die Feststellung der Verbreitung silurischer Schichten im Gebiete der Ostalpen gewonnen wurden, lassen sich bereits als Grundzüge einer Gliederung verwerthen, welche einen bedeutsamen Fortschritt in der Erkenntniss der vortriadischen Entwicklungs-Geschichte des Alpensystems markirt. Innerhalb der festgestellten Hauptabtheilungen wird nun nach und nach eine detaillirtere Untergliederung angestrebt werden können. Die bei Gelegenheit der Aufnahmsarbeiten in dem Centralgebiete Tirols nebenbei erwachsene Aufgabe, zunächst in den über dem krystallinischen Grundgebirge lagernden Schichtcomplexen der umrandenden Grauwackenzone Anhaltspunkte für deren genauere Altersbestimmung und Gliederung zu suchen, um sie für eine Orientirung und eventuelle Parallelisirung der Petrefacten-leeren internen Faciesentwickelungen der paläozoischen Reihe benutzen zu können, umfasst jedoch nicht allein die Silurformation, obwohl naturgemäss derselben in erster Linie wegen ihrer engeren Verknüpfung mit den altkrystallinischen Bildungen die Aufmerksamkeit zugewandt werden musste.

Bei verschiedenen Gelegenheiten habe ich es ausgesprochen, dass nicht so sehr carbonische und permische Schichten als vielmehr auch tiefere und besonders silurische Aequivalente eine Rolle in den dem Casanna-Schiefer THEOBALD's analogen, epikrystallinischen Facies-Complexen der Alpen spielen.

Schon aus den im Silur der randlichen Grauwackenzone erreichten positiven Resultaten ergeben sich so zahlreiche neue Fragen und Specialaufgaben, dass nur ein geringer Theil derselben in den vorangegangenen Erörterungen berührt werden konnte.

Auch in diesem Schlusskapitel muss ich mich darauf beschränken, neben den Hauptresultaten nur einige der wichtigsten und nächstliegenden Fragen hervorzuheben.

Umsomehr scheint eine solche Beschränkung geboten, weil diese Gelegenheit nur benutzt werden soll, um den den alpinen Verhältnissen ferner stehenden Fachgenossen zugleich ein beiläufiges Urtheil und den Ueberblick über den Stand der hinsichtlich der paläozoischen Formationen der Ostalpen überhaupt gewonnenen Forschungsbasis zu ermöglichen. Ist schon das über das Silur handelnde Hauptstück dieser Arbeit nur als erster, lückenhafter Grundriss anzusehen, so darf die folgende Skizzirung der für Devon-, Carbon- und Permformation vorhandenen

Gliederungselemente höchstens den Anspruch machen, ein orientirender Prospect, eine Art Inhaltsverzeichnis für eine in Angriff genommene Arbeit zu sein.

Bezüglich der Silurformation lassen sich die positiven Hauptresultate, welche zum Theil schon aus dem beigegebenen Orientirungs-Schema über die paläontologisch-fixirbaren Silur-Horizonte der Ostalpen herauszulesen sind, in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Die Silurformation ist im ganzen paläozoischen Randgebirge der centralen Ostalpen in Bezug auf constante Verbreitung und Mächtigkeit das hervorragendste Hauptglied der paläozoischen Formations-Reihe.

2. Im Grossen ist das geschichtete Material dieser Zeitperiode in zwei Haupt-Entwicklungsformen (Facies) vertreten, nämlich: a. in der Normal-Facies der älteren Grauwacken-Bildungen, b. in der Uebergangs-Facies der krystallinischen Gesteinsbildungen oder in Kürze als „Grauwacken-Facies“ und als „epikrystallinische Facies“. (In jedem Falle tritt der besondere Gesteinshabitus sowohl in den Schiefer- als in den Kalk-Gruppen hervor.)

3. Diese Verschiedenheit kommt sowohl regional in der horizontalen Verbreitung als auch stufenweise in der verticalen Aufeinanderfolge altersverschiedener Hauptglieder zum Ausdruck. Sowohl in der nördlichen wie in der südlichen Silur-Zone ist die Ostregion durch das Ueberwiegen der Grauwacken-Facies mit Petrefacten-führenden Horizonten, die Westregion durch die Herrschaft der epikrystallinischen Facies ausgezeichnet. Ueberdies aber zeigt sich die Verbreitung typischer Grauwackengesteine und Petrefacten-führender Gesteinschichten in dem unteren Hauptcomplex noch weit weniger constant und deutlich ausgesprochen als in den beiden oberen Hauptgliedern.

4. Sowohl in den Nordalpen als in den Südalpen und in der Ostbucht ist die Existenz von Schichten, welche dem typischen Obersilur entsprechen, paläontologisch direct nachgewiesen. Ebenso ist diejenige Abtheilung der Silurformation, deren Fauna bereits Beziehungen zu den Faunen des Normal-Devon erkennen lässt und welche wir als Uebergangs- oder Ueber-Silur bezeichnet haben, in jedem der drei Hauptgebiete, wenngleich in verschiedener Ausbildung und Begrenzung nach unten und oben, sicher und zwar

vorwiegend als eine an Korallen, Crinoiden und Brachiopoden reiche Riffkalkbildung repräsentirt. Das Unter-Silur ist direct durch Petrefacten-führende Schichten seiner oberen Hauptstufe bisher nur in den Südalpen sicher gestellt, jedoch genügt das Vorhandensein von mächtigen Schichtenfolgen zwischen dem Obersilur und dem krystallinischen Grundgebirge, um indirect die Annahme einer constanteren Verbreitung seiner Aequivalente im Norden, Osten und Süden der mittleren Hauptkette zu stützen.

5. Wenngleich das bisher gesammelte paläontologische Material viel zu gering ist, um eingehende Vergleiche mit den Silurfaunen anderer Regionen mit Aussicht auf ein nennenswerthes Resultat anzustellen, so lässt sich doch nicht verkennen, dass nähere Beziehungen zur zweiten Fauna der böhmischen Silurbucht in der Fauna der alpinen Cardiola- und Orthoceren-schichten und zur dritten Fauna in den Resten besonders der südlichen Riffkalk-Gruppen immerhin deutlich ausgesprochen sind. Dagegen dürfte das Untersilur wohl eher schon auf andere mehr westliche Beziehungen für einen Vergleich seiner Faunen und seiner ganzen Entwicklung hindeuten.

6. Die Verhältnisse des westlichsten Abschnittes der karnischen Kette erweisen, dass nicht nur das Untersilur, sondern auch das Obersilur und das Ubersilur in der epikrystallinischen Facies-Entwicklung der West-Region der Südzone vertreten sein müsse.

Abgesehen von den Resultaten, welche sich auf paläontologische Anhaltspunkte stützen, ergaben sich naturgemäss bei den Untersuchungen in Tirol und Kärnten eine Reihe von Fragen, welche über das in dieser Arbeit gesteckte Ziel hinausführen. Eine eingehende Erörterung derselben kann nur Aufgabe besonderer Abhandlungen sein. Das zu einer befriedigenden Antwort erforderliche Beweismaterial bedarf, um damit über das Gebiet der Hypothese hinauszukommen, nicht minder einer weiteren Vervollständigung als der Durcharbeitung nach verschiedenen Richtungen. Um eine noch hypothetische Anschauung annehmbar erscheinen zu lassen, ist eben zumeist doch eine umständlichere, Gründe und Gegengründe erwägende Auseinandersetzung nothwendig, als zu einer Schlussfolgerung aus festgestellten Thatsachen.

Dass ich an dieser Stelle dennoch einzelne dieser Fragen hervorhebe, geschieht, um für gewisse in dieser sowie in einigen früheren Publicationen angedeutete Anschauungen und gebrauchte Ausdrücke eine vorläufige Erklärung zu geben, vorzugsweise aber auch, um meinen Standpunkt anzudeuten bezüglich des Umfangs und der Richtung jener Vorarbeiten,

welche zur Erreichung des in Aussicht genommenen Hauptzieles — innerhalb des grossen Themas „die Entstehung der Alpen“ zum Verständniss der vortriadischen Entwicklungsperiode der Ostalpen einen Beitrag zu liefern — sich als nothwendig herausstellen.

Unter diesen Fragen nehmen, wenn wir von der gewonnenen Thatsache der Existenz des oberen Untersilur in der Facies normaler Grauwackengesteine ausgehend, nach abwärts in das Verbreitungsgebiet der tieferen Complexe vordringen, in welchen bezeichnende, paläontologische Anhaltspunkte fehlen und ganz überwiegend solche stratificirte Gesteinsbildungen herrschen, welche den Habitus altkrystallinischer Schiefer- und Flaser-Sedimente nachahmen und in verschiedenen Abstufungen mit dem Habitus der Grauwackenbildungen verbinden, diejenigen, welche den Altersumfang dieser Schichtenreihen und ihre Entstehung betreffen, den ersten Platz ein.

Es handelt sich darum zu ergründen, inwieweit neben Untersilur auch Primordial-Silur und BARRANDE'S Stockwerk B (Pribramer Grauwacke) in den epikrystallinischen Complexen der Ostalpen vertreten sei. Dazu gesellt sich die Aufgabe, für diese und analoge jüngere Ablagerungen den Nachweis zu liefern, dass sie die Bezeichnung metamorphische Bildungen nicht verdienen. Die aus dem Studium der stratigraphischen Verhältnisse im Grossen und der Uebergänge einerseits in krystallinische Bildungen, andererseits in Grauwacken-Sedimente gewonnene Anschauung über die ursprünglichen, den besonderen Gesteinscharakter der epikrystallinischen Schichten bereits bedingenden Absatzverhältnisse, bedarf gewiss noch der Unterstützung durch mikroskopische und chemische Specialuntersuchungen.

Für die grosse Wahrscheinlichkeit jedoch, dass in der Uebergangsperiode zwischen der Urzeit der Gesteinsbildung durch krystallinische Ausscheidung aus zähflüssigen Magmen und übersättigten Lösungen und der Primordialzeit der zoogenen und mechanischen Gesteinsbildung besondere, variablere Verhältnisse den Absatz und die Verbindung chemischer Mineralausscheidungen mit mechanischen Mineralablösungen zu eigenartigen Schichtengesteinen beeinflussten, spricht schon die logische Anwendung des für die Entstehung und Entwicklung des Erdkörpers nothwendigen Gesetzes der Stetigkeit und Allmählichkeit aller generellen Veränderungen durch successiven Umsatz und Ausgleich der mitwirkenden Kräfte. Ein unvermittelter Uebergang aus der in der Urzeit allein herrschenden krystallinischen Gesteinsbildung in die erste grosse Periode der vorwiegend mechanischen Sedimentbildung der Silurformation ist ebensowenig denkbar, als ein

sprungweiser Wechsel in der Abkühlung der alten Lithosphäre und Hydrosphäre oder eine plötzliche Abänderung im Wesen des Urreliefs der Erde nach dem Muster der erodirten Gebirgszüge der Neuzeit.

Ebenso wie wir in den eruptiven Gesteinen der Tertiärzeit und der Neuzeit petrographisch und genetisch analoge, aber den altkrystallinischen Massengesteinen nicht vollkommen gleichwerthige Bildungen vor uns haben, ebenso lassen sich auch in verschiedenen jüngeren Formationen den epikrystallinischen Sedimenten der alten Zeit analoge, geschichtete Absätze nachweisen, weil in gewisser Beschränkung den alten analoge Bedingungen der Gesteinsbildung fortwirken und local in Erscheinung treten können. Umgekehrt aber können wir nicht voraussetzen, dass es während der altkrystallinischen Gesteinsbildungsperiode irgendwo zur Bildung und Ablagerung von Erosionsedimenten gekommen sein könne, weil alle erst später, sich allmählich und stetig entwickelnden, physikalischen Bedingungen dazu fehlten.

Das Wesen der als „epikrystallinische Schichten oder Sedimente“ bezeichneten Gesteinsbildungen finde ich darin, dass dieselben ihre besonderen, dem krystallinischen Schiefergesteins - Typus analogen sowie die von diesem und vom Erosionsgesteins - Charakter abweichenden Eigenschaften und Merkmale nicht einer nachträglichen, regionalen Umbildung normal-krystallinischer oder gleichaltriger, klastisch-pelitischer Gesteinsformen auf chemisch-physikalischem oder mechanischem Wege verdanken, sondern der Einwirkung ihrer ursprünglichen Absatz- und Festigungs - Verhältnisse. Diese Verhältnisse waren verschieden von jenen der normal-krystallinischen Bildungszeit in Bezug auf Temperatur und chemische Zusammensetzung des Absatzmediums und in Bezug auf Bildung und Abstammung des Absatzmaterials; sie waren aber auch abweichend von jenen Umständen, welche in den Absatzperioden der durch mechanische Zerstörung und Umlagerung zunehmend verschiedenartiger, älterer Gesteinsbildungen geschaffenen Sedimente vorzugsweise wirksam waren.

In Bezug auf das Absatzmaterial ist bei epikrystallinischen Bildungen die Vermischung von krystallinischem Ausscheidungsmaterial und von frischem Abschuppungsmaterial normal-krystallinischer Gesteine, — in Bezug auf das Absatzmedium, dessen grössere Ungleichförmigkeit hinsichtlich der Temperatur, der latent gelösten Mineralbestandtheile und der jenes Material umlagernden Strömungen für die Ausbildung besonderer Eigenthümlichkeiten und einer grösseren Reihe von Varietäten und Uebergangsformen zwischen Hauptgesteinstypen von Einfluss gewesen.

Die Verschiedenheit der Gesteinsbildung führt auf die Verschiedenheit der Gebirgsbildungs-Stadien. Diese können für die Ostalpen nur in Verbindung mit der Ergründung ihres ursprünglichen Zusammenhanges mit der baierisch-böhmischen Urgebirgs-Masse sowie der Verhältnisse ihrer ersten Abtrennung in vorsilurischer Zeit und der Umstände ihrer Wiedervereinigung als Festland der Carbonperiode studirt und festgestellt werden.

Nächst der Entscheidung über Fehlen oder Vertretung des böhmischen Primordial-Silur und der Präbramer Grauwacke (B), besonders innerhalb der nördlichen, epikrystallinischen Schiefer- und Grauwacken-Vorlagen der mittleren Haupthebung des Gneissgebirges ist es BARRANDE'S Stockwerk (A) der krystallinischen Schiefer und das böhmische und sächsische Granulitgebirge, nach deren Repräsentanz im centralen Gneissgebirge der Ostalpen wir zu suchen haben. Ist die Absenkung der altkrystallinischen Grundschollenzone, welche das Urgebirgs-Segment der Alpenkette von dem böhmischen Grundmassiv trennte, beispielsweise während der Bildungszeit der Präbramer Grauwacke erfolgt, so würde man auf ein Vorherrschen von Aequivalenten jener jünger altkrystallinischen Decken über das ältere Gneissgebirge schliessen können. Eine regionale Ueberdeckung der — correspondirend mit der Abwärtsbewegung und der Belastung der Trennungszone durch dem Stockwerk B zukommende Absätze — aufsteigenden alpinen Grundgebirgszone durch eigenartige Gneiss- und Schieferbildungen dieser Zeitperiode dürfte sich nachweisen lassen.

Jedenfalls hat man in den Centralalpen bereits in vorsilurischer Zeit verschiedene Perioden eruptiver Gneiss- und Granitbildung mit zwischengreifenden und aequivalenten, krystallinischen Schieferabsätzen vor sich, welche Anhaltspunkte geben für die erste Haupt-Epoche der Gebirgsbildung und deren Uebergang in die zweite.

Weder für das erste noch für das zweite Hauptstadium wird sich jedoch eine unbestimmte, nach einer bestimmten Hauptrichtung Gebirg-schiebend, Schichten-faltend, überschiebend und rückstauend wirkende und aus der fortdauernden Contraction der Lithosphäre allein abzuleitende Kraft als Gebirg-bildendes und veränderndes Hauptagens ergeben.

Ich glaube vielmehr, es wird sich erweisen lassen, dass in der Urperiode der Reliefveränderungen die Bildung grosser Contractionsspalten, die grössere Beweglichkeit der dadurch entstandenen Erdschollen-Segmente und die häufig wechselnde Störung ihres Gleichgewichts durch ungleichförmige Belastung mit den aus den Spalten übertretenden, vorwiegend Gneiss- und Granit-bildenden Magmen den wesentlichsten Antheil an

Absonderung und Gestaltung von Hochgebiet und Senkungsfeld hatten. Noch näherliegend und unabweislich erscheint mir die Annahme, dass neben der regional und periodisch in ungleichem Grade sich abschwächenden Wirksamkeit dieser Ursachen, in der grossen zweiten Hauptepoche der Gebirgsbildung die entlastende Erosion im Verein mit der vorzugweisen Ueberlastung der Küstenregionen der Meere durch Sedimentanhäufung und Korallenriffbildung nach und nach intensiveren Einfluss auf die Bewegungen der Grundsegmente der Gebirge und der Meer-bedeckten Senkungsfelder nahmen, als die Nachwirkungen der Contraction.

Die Devon-Formation bietet zunächst Anlass zu einigen Hauptfragen, deren Lösung nur von dem weiteren Fortschritt der Specialuntersuchung und der Unterstützung desselben durch glückliche paläontologische Funde abhängt.

Die sicheren, paläontologischen Anhaltspunkte für die Repräsentanz dieser Formation in den randlichen Grauwackengebieten der krystallinischen Centralmasse sind ungleich beschränkter, als diejenigen, welche für das Silur und Carbon vorliegen, insbesondere dann, wenn man nur das historische, normale Devon und nicht zugleich auch die Aequivalente der Uebergangsstufen des hercynischen Schiefergebirges in der böhmischen Kalk-Facies der Stockwerke F und G in Betracht zieht.

Wir können bis jetzt nur die oberste und die unterste Stufe des normalen Devon als direct nachgewiesen betrachten. Dagegen ist das Mitteldevon, welches früher als das am ausgiebigsten entwickelte Glied der Grazer Devonbildungen galt, paläontologisch zwar bereits durch Korallenformen des Eiffer Kalkes in tieferen Horizonten angedeutet, jedoch stratigraphisch minder scharf hervortretend.

Es wurde bei Gelegenheit der Constatirung der Clymenien-Stufe in dem Plattenkalk-Complex von Steinberg-Plankenwart der Ostbucht die Wahrscheinlichkeit der Vertretung auch der obersten Stufe des Mitteldevon (Stringocephalen- und Megalodonten-Horizont) innerhalb der ganzen Schichtenfolge dieses räumlich und tektonisch vom silur-devonischen Korallenkalkzuge des Plawutsch getrennten, westlichen Kalkterrains angedeutet und die Möglichkeit der Verbreitung der Reste einer die unterdevonische Grenzbasis (der Gaisberger Knollenkalklager und des durch Dalmaniareste ausgezeichneten oberen, mergeligschiefrigen Chonetes-Horizontes) fortsetzenden Schichtenfolge unter der Decke von Tertiär und jüngeren Bildungen hervorgehoben. Die damit gemachte Supposition der localen Fortentwicklung des Unterdevon in einer der Erosion gegenüber

minder widerstandsfähigen Schiefer- und Sandsteinfacies zwischen zwei im Wesentlichen kalkigen Schichtenfolgen, führt für das untere Mitteldevon somit auf ein Ueberwiegen leichter zerstörbarer, merglig-sandiger Schichten über kalkige Einlagerungen, eine Facies-Entwicklung, welche auch anderwärts in dieser Abtheilung des Devon nichts Ungewöhnliches ist.

Abgesehen von dem Nachweis der Berechtigung dieser Annahme und der Existenz von Aequivalenten des Mitteldevon im Bereich der obersten Korallenkalk-Horizonte des einzig sicheren Verbreitungsgebietes typischer Devonschichten überhaupt wird sich die Aufgabe der Feststellung des Antheils, welchen Aequivalente der normalen Devon-Reihe an der Zusammensetzung der alpinen Grauwackengebiete genommen haben, vorzugsweise zunächst mit Fragen zu beschäftigen haben, welche, wenn überhaupt, nur durch das Specialstudium der mächtigen und constant entwickelten, karnischen Riffkalk-Facies zu lösen sind.

Bei dem Specialstudium der Schichtenfolgen der Ostbucht ist die stratigraphische Fixirung der Basis der mit den Clymenienkalken verbundenen Kalk-Complexe einerseits und des höchsten Brachiopoden-führenden Horizontes der oberen Korallenkalkstufe des Plawutschzuges andererseits die wichtigste Vorarbeit. Die beiden das Devon speciell berührenden Fragen in präciserer Fassung sind daher: 1. Folgen die Clymenienkalke in concordanter Lagerung auf nachweisbaren Aequivalenten der Intumescensstufe und Cuboidesschichten oder ist eine Lücke zu constatiren? und 2. Ist der über dem Korallenkalklager des oberen Steinbruches am Gaisbergsattel mit *Heliolites* aff. *porosa* folgende Choneteshorizont mit *Dalmania* als Basis des Mitteldevon, als ein etwa dem Corniferous limestone der oberen Helderberggruppe entsprechender Horizont oder als ein schon tieferes Niveau des Unterdevon zu betrachten?

In der karnischen Riffkalkmasse, deren Analogie mit der unteren Helderberggruppe erörtert wurde und evident ist, drängen sich folgende Fragen in den Vordergrund: 1. Lassen sich die oberen Korallenkalken als Aequivalente des Mitteldevon betrachten? und 2. Einem wie grossen Abschnitt der devonischen Schichtenreihe entspricht die zwischen der venetischen Culmentwicklung und dem obersten Riffkalk-Horizont angenommene Lücke?

Für die Beantwortung dieser Fragen sind, abgesehen von dem Nachweis einer noch grösseren Reihe typischer Devon-Versteinerungen in der oberen Abtheilung des karnischen Kalk-Complexes, zweierlei Nachforschungen von Wichtigkeit. Erstlich müsste man in den karnischen oder iulischen siluro-devonischen Riffkalkgebieten Reste von in anderer Facies ent-

wickelten Unter- und Mitteldevon-Schichten aufzufinden trachten. Die Aussicht ist zwar gering, weil dieselben erstens der Erosion und Zerstörung in der Uebergangszeit zur Culmentwicklung am ausgiebigsten anheimfallen mussten, und weil zweitens an tieferen, geschützten Stellen zwischen den älteren Kalkklippen auch ihre spätere Ueberdeckung durch Carbonablagerungen um so vollständiger war. Immerhin ist die Möglichkeit, dass man Stellen findet, wo innerhalb der oberen Riffkalkschichten selbst locale Zwischenzonen erscheinen, welche mit einer anderen zerstörten und verdeckten Faciesentwicklung des Devon in Beziehung standen, nicht ausgeschlossen.

Die Auffassung, — „die Lücke zwischen Culm und dem silurisch-devonischen Riffkalk-Complex der karnischen Kette sei nicht der ganzen Schichtenfolge des normalen Devon entsprechend, sondern geringer“, — würde natürlich eine der wesentlichsten Stützen auch dadurch gewinnen, wenn es sich nachweisen liesse, dass in Amerika, wo die kalkige Entwicklung der Unterhelderberg-Gruppe zwischen 400 und 2000 Fuss Mächtigkeit schwankt, die Oriskany Sandstone-Stufe und die obere Helderberg-Gruppe nicht mehr über den mächtigsten Complexen Canada's, sondern nur auf minder mächtigen Verbreitungsregionen dieser Kalkgruppe in vollständiger Ausbildung zu finden sei. Dann wäre der Schluss wohl berechtigt, dass die im Verhältniss zur karnischen Hauptentwicklung minder mächtigen Klippen - Aequivalente der Etagen F — G (Seeberger Kalk) nur dem unteren Theile jener Complexe entsprächen, und der obere verschwundene Theil sammt dem Zusammenhang mit den mächtigeren Hauptmassen in einer leichter zerstörbaren Facies wie H entwickelt gewesen sei und bereits normal devonische Schichten repräsentirt habe.

Die Carbon-Formation hat in den Südalpen eine reichgegliederte und besonders in ihrer oberen Abtheilung durch Petrefacten-reiche Horizonte ausgezeichnete Vertretung. Hier ist bereits ein reiches Material aus den Pflanzen-führenden sowie aus den an Molluskenresten, Fusuliniden und Korallen reichen Schichten der unteren wie der oberen Abtheilung gesammelt.

Es ist sicher, dass wir in den Haupt-Verbreitungsgebieten der Südzone zwei abweichende Entwicklungsformen der Carbon-Reihe vor uns haben, und dass diese wiederum von der Ausbildung der inneralpinen und nordalpinen Aequivalente der Steinkohlenformation verschieden sind. Die nächstliegende Aufgabe wird demnach hier nächst der speciellen Durchführung einer Gliederung der am vollkommensten vertretenen Facies, die Parallelisirung dieser mit den einförmiger ent-

wickelten und an paläontologischen Anhaltspunkten ärmeren Complexen sein.

Die Facies der südalpinen Klippenbuchten ist im Nassfelder Senkungsgebiet zwischen dem Silur des karnischen Hauptschnittes und des Osternigabschnitts bei Pontafel, in dem Gebiet westwärts und nordwärts vom Kalkgebirge der Steiner Alpen, im Vellach-Gebiet, südwärts und nordwärts vom Koschutta-Abschnitt und im Asslinger Gebiet des Karawankenzuges, sowie im Bereich des Nötschgrabens und von Bleiberg im Westen der Villacher Alpe am besten vertreten.

Hier sind Pflanzen-Horizonte und innerhalb der Schiefer- und Sandsteinreihe an Fusuliniden reiche, kalkige, Petrefactenreiche Horizonte als Vetreteung der „Coal measures“ mehrfach durch eine dem „Millstone grit“ vergleichbare Folge von Sandstein- und Conglomerat-Bänken von dem an Producten des Kohlenkalkes reichen, durch Schieferthon und Sandstein und zum Theil durch Kalkbänke vertretenen oberen Complex der unteren Steinkohlenformation getrennt. Auch in dieser Abtheilung erscheinen Pflanzen-führende Zonen. Wie weit diese Entwicklung nach abwärts reicht und ob man auch Vertreter der Culm beds mit *Posidonomya Becheri* oder der schottischen Calciferous sandstone-Gruppe hier noch zu erwarten habe, muss vorläufig als unentschieden bezeichnet werden.

Von Wichtigkeit sind überdies zwei Fragen innerhalb dieser Hauptentwicklungsform des alpinen Carbon. Es tritt neben der vorwiegenden Schiefer- und Sandstein-Facies mit dunkleren, kalkigen Einlagerungen eine mächtige Fusuliniden-führende, lichte Kalk- und Dolomit-Facies auf. Diese Facies vertritt im Wesentlichen jedenfalls auch das Obercarbon, reicht jedoch in die Permformation.

Nun ist einerseits in lichten, röthlich gefleckten Kalken vom Habitus einer Hauptform des karnischen Fusulinidenkalkes noch *Spirifer Mosquensis* aufgefunden worden. Ueberdies liegen local bunte Breccienkalk-Bänke unter einem lichten, zum Theil durch Dolomit ersetzten Fusuliniden-führenden Kalk, der von Buntsandstein (Werfener Schichten) überlagert wird.

Rothe Quarzite und Rothliegend-Breccien folgen streckenweise (Karawankengebiet) auch über schwarzen Fusulinidenkalken (mit *Schwagerina*), welche von einem Sandstein-Complex durch Aequivalente der „Coal-measures“ getrennt werden. Andererseits erscheinen mehrere dunkle Fusulinidenkalk-Horizonte (Krone bei Pontafel) noch über Pflanzen-führenden Horizonten, denen schon der Charakter einer obersten, carbonischen Grenzfauna zugesprochen werden könnte.

Die beiden Hauptfragen, welche sich bezüglich dieser südalpinen Hauptentwicklung der Carbonformation ergeben, greifen

demnach schon in das Gebiet der die Entwicklung der Permformation betreffenden Fragen über.

Einerseits ist nämlich die Frage zu lösen, inwieweit die Schiefer- und Sandstein-Facies der oberen „Coal-Measures“ analog der amerikanischen (Nebraska-) Entwicklung schon unterpermische Aequivalente repräsentirt. Andererseits ist die untere sowie die obere Grenze der sicher aus dem Carbon in die Permformation hinaufreichenden Fusuliniden-führenden, lichten Dolomitmalk-Facies zu bestimmen. Bei dem Umstand, dass *Spirifer Mosquensis* für sehr ungleiche Horizonte als bezeichnend gilt (vergl. belgisches Carbon nach GOSSELET und russisches Carbon nach MOELLER) wird die untere Grenze nicht leichter zu bestimmen sein als die obere, bezüglich welcher der, wie ich glaube, mögliche Nachweis einer nur regional durchgreifenden Discordanz des Buntsandsteins zu liefern wäre, um die Aequivalenz dieser Kalk-Facies auf die engere Verbindung des Obercarbon mit der unterpermischen Reihe zu beschränken.

Gegenüber dieser Entwicklung erscheint der mächtige Complex von Thonschiefern, Schieferthonen, Sandstein- und Conglomerat-Bildungen, welcher auf der venetianischen Seite über der silurisch-devonischen Riffkalkmasse der karnischen Hauptkette folgt, ausserordentlich einförmig. Hier finden sich in der Grenzzone des der Culm-Facies analogen, mächtigen Complexes Kalkeinlagerungen. Da der Kalk dünnplattig, von dunkler Farbe und von Kalkspathadern durchzogen ist, könnte man versucht sein, an den oberen Horizont der unteren Culmgruppe mit *Posidonomya Becheri* zu denken. Dieser Annahme steht jedoch entgegen, dass die Hauptentwicklung mit Pflanzenresten des unteren Culm (*Calamites transitionis* etc.) darüber folgt. Es steht demnach hier immerhin selbst die Frage offen, ob in der kalkigen Grenzzone nicht ein mit dem Culm enger verbundenes Niveau des Ober-Devon zu suchen sei. Die Auffindung eines Horizontes mit *Posidonomya Becheri* und die Feststellung des Umfangs der stratigraphischen Lücke zwischen den obersten Bänken des silurisch-devonischen Korallenkalk-Complexes und der unteren Culm-Gruppe der Carnia ist die erste der sich hierbei ergebenden Aufgaben. Daran schliesst sich die Aufsuchung der dem Kohlenkalk entsprechenden, oberen Abtheilung dieser venetischen Ausbildungsform sowie der Glieder des Ober-Carbon. Endlich stellt sich uns als eine sehr wichtige und schwierige dritte Aufgabe bei Verfolgung des Culm-Complexes gegen West die Lösung der Frage entgegen, inwieweit dieselben analog den silurischen Grauwacken-Complexen einen Uebergang in die epikrystallinische Facies zeigen. Der Umstand, dass westlich von der Linie Monte Canale-Forni

Gesteine dieser Facies nicht mehr erscheinen, zwischen den silurisch-devonischen Kalkmassen des Avanza-Paralba- und Porze-Rückens und den discordanten Resten des Rothliegenden jedoch steil auferichtete Schichtencomplexe mit dem Habitus der halbkrySTALLINISCHEN Phyllite und schiefrigen Grauwacken des Silur durchziehen, giebt der Möglichkeit Spielraum, dass das Untercarbon in analoger Ausbildung wie die silurisch-devonische Schichtenreihe im Westabschnitt der karnischen Hauptkette vertreten sein könne. Die Erklärung, dass man es nur mit einem steilen Faltenflügel der silurischen Reihe zu thun habe, ist jedoch vorläufig noch nicht als ausgeschlossen zu betrachten.

Eine dritte Haupt-Facies des Carbon ist die des inneren Festland- oder Inselgebietes, welche nur durch Pflanzenreste charakterisirt erscheint und limnischen, z. Th. fluvialen Ursprung verräth.

Hierher gehören die Ablagerungen des gegen Gries, Nösslach und Steinach abfallenden Hochrückens zwischen dem unteren Gschnitzthal und dem Oberbergthal in Tirol mit verschiedenen Fundstellen von Pflanzenresten und jene der Stangalpe im steyrisch-kärntnerischen Grenzgebiet. Daran anzuschliessen, als besondere Ausbildungsformen sind die südwärts der Raxalpe und des Schneebergs im steyrisch-österreichischen Abschnitt der nördlichen Grauwackenzone erscheinenden Ablagerungen von Klamm-Breitenau am Semmering und der Verbreitungsstrich, welcher von Payerbach durch das Prein-Gebiet gegen Neuberg zieht, mit dem Conglomerat von Kapellen, — endlich der neuerdings von STUR <sup>1)</sup> bekannt gemachte, von F. JENULL aufgefundene Zug des zwischen phyllitischem Gneiss und dem quarzreichen Glimmerschiefer der Wurmalpe eingeschalteten Pflanzen-führenden Graphitschiefers im südlichen Arm des Pressnitzthales zwischen Liesingthal und Kraubath-Eck.

Ein Unterschied zwischen der inneralpinen und der nördlichen Pflanzen-führenden Vertretung der Steinkohlenformation besteht nicht nur bezüglich der petrographischen Ausbildung, sondern auch bezüglich des Alters. STUR erklärt die Floren des Steinacher Joches <sup>2)</sup> und der Stangalpe für obercarbonisch, während er in dem Vorkommen von Klamm-Breitenau am Semmering und in dem des Liesingthal-Gebietes oder der Zone

<sup>1)</sup> Funde von untercarbonischen Pflanzen der Schatzlarer Schichten am Nordrande der Centalkette in den nordöstlichen Alpen. Jahrbuch d. geol. Reichsanst. 1883, Heft 1.

<sup>2)</sup> Die erste von ADOLF PICHLER entdeckte Fundstelle befindet sich in der Nähe des Eggerjoch der neuen Generalstabskarte zwischen Gries und Trins südwärts von dem ebenda als „Nösslachjoch“ bezeichneten „Steinacher Joch“ der älteren Karte.

Bruck-St. Michael-Mautern eine Vertretung seines Unter-Carbon und speciell des Schatzlarer Horizontes nachweist.

Während nun die mit dem normalen Typus von Grauwackengesteinen (Quarzconglomerat, Sandstein und Pflanzenführende Thonschiefer) ausgebildete Facies ganz vorherrschend dem Obercarbon der Stangalpe und des Steinacher Gebietes eigen ist, tritt in Stur's Untercarbon der nördlichen Grauwackenzone die epikrystallinische Ausbildungsform hinzu, minder auffallend noch im Semmeringer Verbreitungsgebiet als in demjenigen des Liesingthales mit den Pflanzen-führenden Graphit-schiefer-Einschaltungen der Wurmalpe. Wie hier, so haben wir es in der ganzen nördlichen Längsbruchzone, welche vom Brenner her gegen Ost, nordwärts entlang der altkrystallinischen Hauptkette durch das Duxer-, Gerlos-, Salza-, Oberenns-, Liesing- und Mur-Mürz-Gebiet über den Semmering hinaus zu verfolgen ist, mit auf grosse Strecken halbkrySTALLINISCH ausgebildeten Schichtenfolgen zu thun, welche nur selten und in geringerer Ausdehnung Einschaltungen typisch grauwackenartig ausgebildeter Gesteine zeigen. Im Wesentlichen sind es paläozoische Bildungen, welche im Westabschnitt zwischen der Hauptgneissmasse der Zillerthaler Kette und der parallelen Steilwelle des Patscher Kofels und Glungezer erscheinen. Statt Granitgneiss und Flasergneiss haben wir in dieser Zone vorwiegend Phyllit und Knoten-Gneiss nebst Glimmerschiefer vor uns. Gegen Ost in Nord verliert sich diese Gneissaufstauung ganz unter die Quarzphyllithülle und die damit enger verbundene Silur-Reihe. Wir haben es in der ganzen nördlichen Grauwackenzone mit verschiedenartig weit über die phyllitische Gneissfacies und die massigen Gneissinseln übergreifenden und in deren Bruch- und Faltenmulden nachgesunkenen Schichten der paläozoischen Reihe und nur zum kleineren Theil auch mit Schollen von jüngerem Alter zu thun.

Die genannten Vorkommen der unteren Steinkohlenformation — sowie ein Theil der in der Unterlage des Steinacher Obercarbon entwickelten und der im Duxer und Gerlosabschnitt gleichfalls mit Partien von Grauwacken-Sandstein zusammen abgesunkenen und eingefalteten Schiefer — gehören nun zwar im Allgemeinen derselben Hauptverbreitungszone an, welche der Vertheilung jener (den Verlauf der combinirten langen, nördlichen Bruch- und Erosionslinie beeinflussenden) festeren Gneissinseln conform verläuft, aber sie liegen in verschiedenen Faltenzügen. Keines der genannten Vorkommen von Carbon-schichten hat somit eine ganz analoge oder correspondirende tektonische Position.

Von Wichtigkeit wird daher die Lösung der Frage sein, ob der Anschauung Stur's entsprechend die ganze zwischen dem

Gneiss des Kraubath-Eck und dem anscheinend überschobenen Silur auftretende Schichtenfolge dem Carbon<sup>1)</sup> entspricht oder ob dieselbe nur Einfaltungen der über das Silur einst auf das altkrystallinische Gebirge von Nord her übergreifenden Schichten jenes Untercarbon enthält. Darauf hin erst wird sich die Verbreitung der epikrystallinischen Entwicklungsformen der Carbonformation gegenüber denjenigen der tieferen paläozoischen Reihe und insbesondere des Silur annäherungsweise feststellen lassen. Der Umstand, dass in den Südalpen der Uebergang der typischen Silurreihe in die epikrystallinische Facies nicht nur in der verticalen Entwicklung, sondern auch in der horizontalen Verbreitung nachgewiesen ist, und dass andererseits die Kalk- und Schiefer-Unterlage der wahrscheinlich neben Obercarbon auch untercarbonische Schichten umfassenden Grauwacken-Gruppe des Steinacher Gebietes neben vorherrschend epikrystallinischer Ausbildung auch Gesteine aufweist, welche theils petrographische Analogie mit Silurschichten der Südalpen verrathen, theils Petrefacten-Reste (Korallen von älter-paläozoischem Charakter) enthalten, macht mir die Ablagerung des Carbon auf schon erodirten Silur-Devon-Gebieten, das Fehlen des oberen Devon und das Ueberwiegen silurischer Aequivalente auch unter den epikrystallinischen Schichtengruppen der inneren und randlichen Verbreitungs-Gebiete der Nordseite sehr wahrscheinlich.

Die Ansicht von der Entwicklungs-Geschichte der Alpenkette während der paläozoischen Periode würde eine bedeutende Modification erfahren, wenn die Kalkunterlage des Steinacher Joches und der Stangalpe sich als Untercarbon und die ganze Schichtenfolge der Wurm-alpe mit den vier Graphit-schieferzonen als ein der Gneissmasse des Kraubath-Eck direct aufgelagerter, zusammengehöriger Complex einer besonderen Facies des Untercarbon allein oder von dem ganzen alpinen Carbon äquivalenten Bildungen erweisen sollte. Wir würden dann das alpine Festland verlieren, dessen wir bedürfen, um die Entwicklung der obercarbonischen Binnenablagerungen sowie der paralischen Bildungen (Coal measures) seiner Südküste zu erklären und besonders auch, um den

---

<sup>1)</sup> Siehe den Durchschnitt der citirten Arbeit pag. 191 und den Absatz 193, in dem es heisst: „Wir sehen zwischen dem Gneissgebirge des Zinkenkogels im Süden und dem unzweifelhaft silurischen Kalk- und Schiefergebirge von Eisenerz im Norden, einen am Nordende der Centalkette der Alpen in Steiermark westöstlich verlaufenden, an Chloritschiefern, Graphitschiefern, Thonglimmerschiefern, körnigen Kalken und Phyllitgneissen reichen Gebirgszug eingeschaltet, den wir nach den in ihm vorgefundenen Pflanzenresten für Schatzlarer Schichten erklären, also für die älteste Schichtenreihe des Carbons ansehen müssen.“

Transport ihrer Quarzgeröllmassen aus einem krystallinischen Hinterlande in das Gebiet der siluro-devonischen Klippen auf Flussläufe zurückführen zu können.

Man müsste sich unter jener Voraussetzung einer allgemeineren Meeresbedeckung während der Kohlenkalk-Absätze auch mit dem Gedanken befreunden, die ganze Kalkphyllit-Gruppe mit ihren Grünschiefern sammt der unmittelbaren Schieferhülle der Ankogl und Tauern-Gneissmasse nicht als epikrystallinische Facies der silurisch-cambrischen Reihe, sondern als Aequivalente des Untercarbon anzusprechen.

Als eine nothwendige Ergänzung für die richtige Auffassung der Entwicklung der südalpinen Steinkohlenformation und der Configuration des Festlandgebietes während dieser Periode erscheint endlich auch die Berücksichtigung der Verhältnisse der in den südlich und östlich von dem iulischen Ostabschnitt des südlichen Grauwacken-Walles durch die Wirkungen der tektonischen Gestaltung und die Erosion freigelegten zahlreichen, isolirten Verbreitungsgebiete des Carbon geboten. Wenn auch hier die paläontologischen Anhaltspunkte noch sparsam sind und besonders in den krainischen Terrains versteinungslose und selbst an Pflanzenresten sehr arme Schiefer, Sandsteine und Conglomerate fast allein herrschen, welche nach Facies und Alter theils den oberen Culmbeds und theils dem Millstone grit sehr nahe stehen, so giebt es doch andererseits auch Punkte, welche sich durch Petrefactenführung auszeichnen und den Anhalt zu einer genaueren Horizontirung bieten.

Der oberen Steinkohlenformation gehört nach einem Funde v. MORLOT's der Sandstein des Schlossberges bei Laibach an. Sicherer ist der durch STUR erbrachte Nachweis des jungen, obercarbonischen Alters der Pflanzen-führenden, glimmerigen Schiefer von Tergove in Croatien.

Bezüglich des von FOETTERLE schon 1855 erwähnten Vorkommens von *Productus* und *Orthis* in den auch schmale Kalksteinzüge enthaltenden Carbonschichten von Mrzla Vodice östlich von Fiume und von Pflanzenresten im Sandstein von Fučine im kroatischen Küstenland lässt sich eine speciellere Altersangabe nicht machen. Die Möglichkeit einer Repräsentanz von Aequivalenten obercarbonischer Schichten neben Kohlenkalk ist nicht ausgeschlossen, zumal mir aus einem südlicher gelegenen Aufbruchgebiet (Ričice i. der Lika östlich von Mali Hallan) Schieferthone und Kalke vorliegen, welche zum Theil dem Grenzhorizont zwischen Kohlenkalk und Coal measures, zum Theil aber auch einem sehr hohen, schon der Permformation nächstliegenden Horizonte ihrem paläontologischen Charakter nach entsprechen. Eines der Kalkstücke, ein ausgezeichnetes, an

Crinoidenstielen reiches Gestein enthält Kronenreste von *Granatocrinus* und *Pentatremites* und Stacheln von *Archaeocidaris* (*Cidaris* cf. *Urii* Mc Coy), entspricht demnach etwa der Facies des amerikanischen Kaskaskia limestone. Aus den Schiefern, welche petrographisch nicht ganz gleichartig sind, wurde eine kleine Fauna gewonnen, in welcher neben kleinen Producten- und *Chonetes*-Arten die Gattungen *Bellerophon* (*reticularis* Mc Coy und *decussatus* FLEM.), *Pleurotomaria*, *Edmondia*, *Nucula*, *Aviculopecten*, *Gervillia*, *Athyris*, *Spirifer*, *Strophosia*, *Fusulina*, *Synocladia*, *Fenestella*, *Acanthocladia* vertreten sind. Vereinzelt eingestreut sind auch Pflanzenreste (*Neuropteris* cf. *angustifolia* BROGN.). Für das hohe Niveau eines Theiles dieser Schiefer spricht auch die nahe Verwandtschaft der einen *Chonetes*-Form mit *Chonetes mucronata* MEEK u. HAYDEN und einer *Pecten*-art mit *Pecten Hawni* GEIN. aus der Nebraska-Fauna.

Endlich ist noch die überwiegend in der Culm-Facies entwickelte, durch A. BITTNER bekannt gemachte, bosnische Carbon-Entwicklung in Betracht zu ziehen. Die in den schwarzen Schiefern von Prača, nördlich von dem Hauptverbreitungsgebiet von Foča-Gorazda eingelagerten Kalklinsen enthalten stellenweise Crinoidenbreccien mit *Productus*, *Spirifer*, *Strophomena* etc., welche die Repräsentanz von Aequivalenten des Kohlenkalkes erweisen. Aus einer Zwischenschieferlage dieses Horizontes von Prača stammt auch eine *Phillipsia*. Die Wahrscheinlichkeit der Vertretung von Ober-Carbon neben Culm- und Bergkalk ist auch hier naheliegend.

Die flüchtigen Andeutungen über das alpine Carbon zeigen, dass bereits ein reichliches Material für die Feststellung einer specielleren Gliederung dieser Formation vorliegt, und dass wichtige Fragen über die Rolle, die diesen Bildungen in der Entwicklungsgeschichte der Alpen zukommen, erkannt sind; jedoch muss andererseits zugestanden werden, dass die Reihe der sich ergebenden Fragen erst begonnen hat und das Beobachtungsmaterial zu einer befriedigenden Darstellung der in Betracht kommenden, stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse immerhin noch einer ansehnlichen Erweiterung und Vermehrung bedarf.

Die Permformation finden wir auf der geologischen Uebersichtskarte der österreichisch-ungarischen Monarchie nicht in besonderer Ausscheidung vor. Der grössere Theil der sie vertretenden Schichten ist als Verrucano mit den Werfener Schichten zusammen als unterste Gruppe der Trias behandelt. Es ist damit die richtige Thatsache zum Ausdruck gebracht, dass die stratigraphische Verknüpfung der in den Alpen erscheinenden Aequivalente dieser Formation mit der alpinen Werfener Facies des Buntsandsteins eine constante und regel-

mässige ist, während das Gleiche von den Beziehungen zur Unterlage nicht gesagt werden kann.

Der Beginn der Ablagerung der Permformation fällt in die Periode der stärksten Schwankungen der Festlandküsten der jüngeren Carbonzeit. Diese Schwankungen stehen in genetischer Relation mit den Eruptionen vorwiegend porphyrischer und porphyritischer Magmen, und sie nahmen wie diese ihren Anfang bereits während der Bildung obercarbonischer Ablagerungen. Nach den bereits (pag. 357) bezüglich der eruptiven Granitgneiss-Facies und deren krystallinischen Phyllitgneiss- und Glimmerschiefer-Aequivalenten gemachten Andeutungen ist das allmähliche Absinken einer Erdkrustenscholle, mag dieselbe Meeresboden sein oder Küstengebiet, das Product der ungleichen Belastung gegenüber einer durch alte oder neuere Bruchspalten davon tektonisch getrennten Nachbarscholle. Da offene und verdeckte Bruchlinien mit neuen und alten Küstenlinien in überwiegenden Fällen genetisch zusammenhängen oder direct zusammenfallen, und überdies längs der Küstenzonen der Wechsel in der Belastung und Ueberlastung regionaler Schollenzonen oder localer Strecken des Meeresbodens durch Zufuhr von Sediment-Material und durch Anhäufung von Eruptiv-Material einerseits und Entlastung der Festlandsschollen durch Erosion andererseits am stärksten ist, muss natürlich auch der Wechsel der Strand- und Küstenbildungen bezüglich der Faciesentwicklung, der Mächtigkeit und der Transgressionen ein bedeutender sein, wenn alle diese Factoren in erhöhtem Maasse zusammenwirken. Dies hat besonders statt während der Zeit der Ablagerungen des Obercarbon und des Rothliegenden.

Der Uebergang in die Zeit der constanteren und gleichförmigeren Absätze des Buntsandsteins wird durch die oberpermische Stufe des Grödener Sandsteins, welche in ihrem oberen Niveau regional durch die Stinkkalke, Rauchwacken und Dolomite des südtirolischen Bellerophonhorizontes ersetzt ist, vermittelt.

Ich habe diesen Horizont als ein alpines Aequivalent der obersten Stufe des Zechsteins und als einzig paläontologisch fixirbaren Horizont für eine Abgrenzung der Permformation gegen die damit stratigraphisch eng verbundene alpine Trias bezeichnet. <sup>1)</sup>

Das entschiedene Ueberwiegen paläozoischer Formen über Formen mit triadischem Habitus, sowie der petrographische Charakter der Gruppe weisen jedenfalls eher auf eine Aequi-

<sup>1)</sup> Beiträge zur Fauna der Bellerophonkalke Südtirols, No. 1, pag 276 u. 277. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1877, 3. Heft.

valenz mit der Rauhacken- und obersten Gyps- und Stinkkalk-Stufe der deutschen und englischen Perm-Entwicklung, als mit einem Buntsandstein-Horizont. Wo dieser Horizont fehlt und der Grödner Sandstein direct durch Uebergänge ohne kalkige Zwischenlagen mit der Mergelschiefer- und Sandstein-Facies der Trias verbunden ist, giebt doch irgend einer der Petrefacten-führenden Horizonte der (Campiler oder Seiser) Werfener Schiefergruppen gewöhnlich eine beiläufige Orientirung ab.

Schwieriger ist es mit der Abgrenzung der Aequivalente des Rothliegenden. Weder nach oben, noch auch nach unten ist in den meisten Fällen eine annähernd sichere Grenzbestimmung möglich. Die Verschiedenheit der Faciesentwicklung und der Mächtigkeitsverhältnisse in dem grossen Verbreitungsgebiet der Südalpen (die nördliche Grenzzone kommt bezüglich einer Gliederung des Perm zu wenig — die Ostbucht gar nicht in Betracht) erfordert das Specialstudium einer grossen Anzahl von Localgebieten oder mindestens einer Reihe von Hauptentwicklungsformen. In vielen Fällen kann man nicht dafür gut stehen, Obercarbon und Rothliegendes in engster Verknüpfung vor sich zu haben.

Absolut keine Anhaltspunkte liegen bisher vor für eine Ausscheidung der mittleren (Zechstein-Conglomerat, Kupferschiefer und Zechstein) umfassenden Gruppe, welche der einerseits mit dem Rothliegenden, andererseits mit den Werfener Complexen regional sehr eng verbundene Grödener Sandstein im Wesentlichen zu vertreten hat.

Wenn wir von Bosnien absehen, wo BITTNER einen kalkigen Bellerophonhorizont in engster Verbindung mit dem carbonischen Thonschiefer-Complex (nördlich von Han Oraviza) auffand, dem ich eher eine Position an der Grenze des Obercarbon gegen das Rothliegende zusprechen möchte, als etwa über Thonschiefer-artigen Aequivalenten des Grödener Sandsteins und ebenso von jenen Gebieten Kroatiens und Krains, wo die Werfener Schiefer durch eine wechselnde, aber im Ganzen minder mächtige Entwicklung von rothem Sandstein und Conglomerat-Bänken von den gelben und braunen Sandsteinbänken des Obercarbon getrennt sind, bleiben immer mindestens noch 6 Ausbildungsformen der Permformation und insbesondere der unteren Abtheilung derselben zum vergleichenden Studium übrig. Im Karawanken-Gebiet —, in der karnischen Hauptkette (Canalthal - Pontebanathal) —, in den Grenzzonen des karnischen und Pusterthaler Grauwackenschiefer-Gebirges gegen die Triasbasis der venetischen und südtiroler Kalk- und Dolomit-Alpen —, im Bozener Porphyrgebiet —, im Umrandungsgebiet der Castellomasse des Adamello-Gebirges, und endlich in der Hauptkette

der Bergamasker Alpen südlich von Valtellina treten uns überraschend verschiedenartige Combinationen des Facieswechsels entgegen.

Im Karawanken-Gebiet sowie in der karnischen Kette ist die Permformation in zwei Hauptentwicklungsformen vertreten, welche in engerer Verbindung mit dem Obercarbon stehen. Einerseits sind es die obersten Horizonte der Facies der Coal measures (Krone bei Pontafel, Vellachgebiet), andererseits lichte, Fusuliniden-führende Kalke und Dolomite, welche die beiden Hauptentwicklungsformen des Obercarbon in das Rothliegende fortzusetzen scheinen. In dem ersten Falle liegt der Beweis in der Lage über einem sehr hohen Pflanzen-führenden Horizont (*Cyatheites Oreopteridis*) des Obercarbon, in dem zweiten Falle in der Auflagerung derartiger Kalke und Dolomite auf Breccien-Bänken, welche Stücke von älterem Fusulinenkalk enthalten und der gleichzeitigen Ueberlagerung durch den Werfener Buntsandstein-Complex. Die Breccien erscheinen sowohl als locale Einschaltung innerhalb der Hauptmasse der lichten Fusulinenkalke (Malborgether Graben) als auch in Verbindung mit rothem Schiefer und Sandsteinmaterial und bei Neumarktl zugleich mit dem Habitus der quarzitischen Rothliegendebänke der Sextener Perm-Reihe. Im Gebiet von Pontafel ist überdies die Wahrscheinlichkeit angedeutet, dass es auch permische Dactyloporiden-Kalke und Dolomite giebt. Es kommen dort nämlich Gyroporellen schon in sandig-glimmerigen Lagen der mit dem Obercarbon verbundenen Schichten vor, und sie erscheinen dort auch in Dolomiten.<sup>1)</sup> Allerdings ist die Existenz von übergreifend auf der Steinkohlenformation oder auf dem permischen Fusulinenkalk sitzenden Trias-Dolomiten nicht auszuschliessen. Die speciellere Verfolgung dieser Thatsache dürfte jedoch für die Beurtheilung von ausser Zusammenhang mit sicher triadischer Unterlage erscheinenden Dactyloporiden-Kalken und Dolomiten von Bedeutung werden.

Im Grenzgebiet des silurischen, westkarnischen Grauwackenschiefer- und Phyllit-Rückens gegen das venetisch-tirolische Dolomitgebirge liegt das Rothliegende mehrfach discordant und übergreifend auf dem alten, bereits früher tektonisch selbstständig ausgebildeten und der Erosion ausgesetzt gewesenen Festlandgebiet der jüngeren Carbonzeit.

Ob die tiefsten groben, grünen Quarz- und Schiefer-Breccien der Schichtenfolge des Sextenthaler Gebietes jung-

<sup>1)</sup> In dem von H. HÖFER wegen des Vorkommens einer Anthracit-Linse als bemerkenswerth hervorgehobenen, weissen Dolomit nächst der Localität „im Loch“ bei Pontafel.

carbonisch sind oder schon permisch, ist vorläufig nicht zu entscheiden. Wichtig ist, dass sie als Strandschuttbildungen einer alten Steilküste das Trümmermaterial derselben in einem Erhaltungszustand eingeschlossen erhalten, welcher absolut nicht von dem Erhaltungszustande abweicht, den das jüngste Schuttmaterial der silurischen Grauwackenschiefer und epikrystallinischen Phyllitgesteine dieser Gebirgsgegend zeigt. Es wird dadurch der Nachweis geliefert, dass derartige Schichten weder im Grossen noch als isolirt eingeschlossenes Gesteinsstück in secundärer Lagerstätte irgend welche Veränderung erlitten haben, seit der Zeit, wo sie Gesteinscharakter angenommen haben. Es wurde bereits früher auf die grosse Beschränkung hingewiesen, welche der regionale Metamorphismus von Schichten und Schichtcomplexen gerade in Alpen erfahren muss. Die weitere Entwicklungsreihe der rothen Breccienbänke, Schieferthone und Sandsteine ist auch in einzelnen, durch Erosion isolirten Schollen auf Kuppen, Rücken und Gehängsstufen des alten Silur-Gebirges vertreten.

Es beweist dies die zunehmende Ausdehnung der Meeresbedeckung, respective der Bedeckung der carbonischen Festlandgebiete durch die jüngere permische Reihe.

Dieselbe ist ausser durch rothen Grödener Sandstein, durch einen Gyps-führenden Horizont und die Dolomite, Rauchwacken und Stinkkalke der Bellerophon-Hauptstufe vertreten.

Eine Beziehung der permischen Reihe der tirolisch-venetischen Facies im Sextenthal und Comelico zur kärntnerisch-krainischen Entwicklung im Riffgebiet ist durch eine mehr locale Conglomeratbildung gegeben, welche Stücke von älteren Kalken und darunter auch carbonischen Fusulinenkalk enthält. Diese Zone ist im oberen Niveau der unteren Stufe. Das Auftreten von Porphyren ist im ganzen Verbreitungsgebiet dieser Facies von räumlich geringer Bedeutung; es scheinen überdies Porphyre von ungleichem Alter zu sein, welche hier an vereinzeltten Punkten auftreten.

Die Entwicklungsform des Bozener Porphyrgebietes mit ihren verschiedenartigen, mächtigen Eruptivdecken und Tuffablagerungen und dem Abschluss durch Grödener Sandstein steht zwar in directester räumlicher Verbindung und in genetischer Beziehung mit der für eine speciellere Gliederung geeigneteren Permreihe des Sextener Gebietes, aber für die schwierige Aufgabe einer über die Constatirung der Aequivalenz im Grossen hinausgehenden Parallelisirung der verschieden altrigen, stock- und deckförmigen Eruptivmassen und zwischengeschalteten Tuffbildungen mit den Hauptgliedern jener Reihe sind genügende Anhaltspunkte noch nicht vorhanden.

Neben der Vermuthung, dass die untere Grenzbrecchie des

Rothliegenden noch in die Zeit des Obercarbon fällt, möge die schon bei anderer Gelegenheit ausgesprochene Ansicht Platz finden, dass auch die älteren porphyrischen Eruptivmassen obercarbonisch sind. Dieselben treten nach v. RICHTHOFEN vorzugsweise in stockförmigen Massen und Gangzügen auf und gehörten dem Festland an, während die späteren, vorzugsweise mit Tuffbildung verknüpften Eruptionen submarin waren. Im Gebiete von Sexten-Comelico ist das Auftreten alter Quarzporphyre innerhalb des Bereichs der alten Festlandsküste gleichfalls constatirt und ihre Beziehung zur Bildung der groben Trümmerbreccien der Rothliegend-Basis wahrscheinlich. Das Auftreten einer sehr alten, unmittelbar auf einem Gneissphyllit-Gebirge liegenden Quarzporphyr-Decke im Süden des vom Adamellogebirge abgegliederten Castello-Stockes an der Basis jener mächtigen Thonschiefermasse, in deren oberer Abtheilung SUESS <sup>1)</sup> und GEINITZ ein sicheres Aequivalent des Rothliegenden erkannten, wurde von mir bereits an anderer Stelle <sup>2)</sup> als Anhaltspunkt für den Beginn der porphyrischen Eruptionen während der jüngsten Carbonzeit angeführt. Dass typische Rothliegendpflanzen, wie *Walchia pinniformis* und *filiciformis* SCHLOTH. in einem von der Porphyrbasis durch Breccien, Tuffe und einige mächtige Thonschiefer-Complexe getrennten Horizont erscheinen, lässt die Möglichkeit einer Repräsentanz obercarbonischer Aequivalente in dem die Basis jenes Rothliegend-Horizontes bildenden mächtigen Complexe immerhin zu. Umsomehr darf dieser Horizont schon als ein verhältnissmässig tiefes Glied der lombardischen Entwicklung der Permformation betrachtet werden, als die darüber folgende Schichtenreihe bis zur Triasbasis sehr mannichfaltig gegliedert und mächtig ist und die rothen Quarzconglomerate der Basis des Grödener Sandsteins nicht unmittelbar folgen.

Eine gewisse Vermittlung und Ergänzung zu den Schichtenfolgen der Sextener Permformation und der lombardischen Entwicklung im Gebiet von Val Trompia bietet die permische Reihe im Südtiroler Etschgebiet und speciell im Nonsberg. Im Gebiet von Neumarkt wies GÜMBEL <sup>3)</sup> unter einem kalkig dolomitischen Horizont, welcher den Bellerophonschichten parallel gestellt wird, durch Auffindung von Pflanzenresten (*Voltzia*

<sup>1)</sup> Ueber das Rothliegende in Val Trompia. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., LIX. Bd., 1. Abth.

<sup>2)</sup> Die paläozoischen Gebiete der Ostalpen, zweite Folge. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1874, Heft 4, pag. 420.

<sup>3)</sup> Verhandl. d. geol. Reichsanst. 1877, No. 1, pag. 25. Vergleiche auch die von HEER beschriebene, durch BÖCKH aufgefundeene Permflora von Fünfkirchen; V. Bd. des Jahrb. d. k. ungar. geol. Anstalt 1876.

*hungarica*, *Baiera digitata*, *Ullmannia Bronni*, *Geinitzi*, *Araucarites* sp. etc.) ein Aequivalent des dem Kupferschieferhorizont entsprechenden, ausseralpinen Ullmannien-Sandsteins nach. Die Schichtenfolge von blaugrauen und rothen Letten mit lichten und rothen Sandsteinlinsen, zu welcher dieser Horizont gehört, ist ein theilweises Aequivalent des Grödener Sandsteins. Die Masse des Grödener Sandsteins liegt dort, wo Conglomeratbildungen fehlen, unmittelbar auf festem Porphyry, und es werden nach VACEK <sup>1)</sup> gerade jene conglomeratischen Bildungen durch einen bunten Wechsel von Letten und Sandstein vertreten.

Den Untersuchungen von M. VACEK verdanken wir einerseits den Nachweis einer der Flora des Monte Colombina (Val Trompia) sehr nahestehenden Flora in den schon von LEPSIUS zum Rothliegenden gestellten Schiefern von Tregiovo im Pescarathal, andererseits die Auffindung einer Bellerophonföhrnden Grenzschiefer an der Basis der Werfener Schichten und über jener kalkig-dolomitischen Stufe, welche, wie der Bellerophonkalk, als oberstes Glied der Zechsteingruppe anzusehen ist. Bei Tregiovo im Pescarathal und am Nordostende des Osol-Rückens enthalten die Conglomerate und Arkosen, welche mehrfach auf dem unregelmässigen Relief des Porphyrs liegen, dunkle bitumöse Schiefer mit Pflanzenresten. Dieselben bilden eine linsenartige (etwa 200' mächtige) Einlagerung zwischen den tiefsten Conglomeraten und dem Grödener Sandstein-Complex und zeigen Einschübe von Erz-föhrnden Kalkbänken. STUR erkannte in dem von VACEK gesammelten Material ausser *Walchia pinniformis* SCHLOTH. sp. und *filiciformis* SCHLOTH. sp., überdies *Ullmannia frumentaria* SCHLOTH. und *selaginoides* BROGN. und *Schizopteris digitata* BROGN. Die Stellung, welche ich dem Bellerophonkalke Südtirols und dem stellvertretenden wie dem tieferen Grödener Sandstein als Vertreter der permischen Reihe gegeben habe, finden somit ihre Bestätigung. Vielleicht findet nun auch GÜMBEL sich geneigter, seine bezüglich des Bellerophonkalkes, zu Gunsten der Zustellung zur Trias, geäusserten Bedenken nicht weiter aufrecht erhalten zu wollen.

Auch in der wiederum ganz eigenthümlich entwickelten Repräsentanz der Permformation auf der Westseite des Monte Castello und in den Bergamasker Alpen wird sich einerseits die engere Verknüpfung der Basis der Perm-Reihe mit Küstenbildungen des Obercarbon und andererseits der allmähliche Uebergang der oberpermischen Abtheilung in die Schich-

<sup>1)</sup> M. VACEK, Verhandl. 1882, No. 3, pag. 43. Vorlage der geol. Karte des Nonsberges.

tenfolge des Buntsandsteins als das allgemeinere Verhältniss im Gebiete der südlichen Grauwackenzone ergeben.

Wenn wir versuchen wollten, die ganze Reihe der paläozoischen Formationsglieder der Alpen von der obersten Gyps- und Stinkkalkstufe der Zechstein-Gruppe bis an die Basis der Primordialstufe des Untersilur, insofern dieselben paläontologisch bereits markirbar sind, zusammenzustellen, würde sich, wie aus der gegebenen Skizze schon ersichtlich ist, eine gewaltige Lücke nur abwärts vom oberen Untersilur und ein nur vorläufiges Fragezeichen noch für das Mitteldevon ergeben. Alle übrigen Hauptglieder sind bereits irgendwo in den randlichen Grauwackengebieten der Centrakette durch einzelne Thier- und Pflanzenreste oder vollständigere Faunen und Floren nachgewiesen, und zwar:

1. **Die Zechsteingruppe** durch die ganz neuartige Fauna der südtiroler Bellerophonkalke: Nautilen, z. Th. unsymmetrische Bellerophoniten, Brachiopoden (*Productus*, *Strophomena*, *Spirifer*) mit vorwiegend carbonischem oder eigenthümlichem Habitus. Unter den Bivalven auch Verwandte triadischer und permischer Formen (*Bakwellia* cf. *ceratophaga*). Einzige entfernte Vergleichsfauna in Indien. (WAGGEN's permische Schichten mit unsymmetrischen Bellerophoniten.) Die typische Zechstein- und Kupferschiefer-Fauna ist bisher nirgends im Alpengebiet innerhalb des Grödener Sandsteins oder abgesondert davon angedeutet. Nur der ausseralpine *Ullmannia*-Sandstein mit *Voltzia hungarica* und *Ullmannia Bronni* etc. bildet einen fixirbaren Horizont in der Grödener Sandstein-Facies der Zechstein-Gruppe. Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass ein von mir in den Steiner Alpen aufgefundenes Stück von schwarzem Kalkschiefer mit gut erhaltenen Skeletresten eines Batrachiers, welche an den obercarbonischen *Amphibamus* erinnern, aus permischen Schichten stamme.

2. **Die Rothliegendgruppe**, a. durch die Flora des Mte Colombina im Gebiet von Val Trompia: *Walchia pinniformis*, *filiciformis*, *Schizopteris*, *Noeggerathia* etc. und die Flora von Tregiovo im Nonsberg mit denselben *Walchia*-Arten, *Ullmannia* und *Schizopteris*. Vergleichsfloren ziemlich allgemein in der unteren Abtheilung der Gruppe auch im Balkan. b. durch eine permo-carbonische Uebergangsauna (in Schieferthon und an Fusuliniden-reichen Kalklagen über dem Obercarbon-Horizont mit *Cyatheites Oreopteridis* entwickelt auf dem Kronberg bei Pontafel und im Karawankengebiet) mit *Pecten Hawni*, *Chonetes* cf. *glabra*, *Camerophoria* cf. *Schlotheimi*. — Vergleichsfauna in Nebraska (Nord-Amerika). —

**3. Die Carbonsgruppe**, a. durch limnische Binnenablagerungen mit den Floren der Stangalpe und der oberen Schichten des Steinacher Carbon (*Cyatheetes Oreopterides*, *arborescens*, *Odontopteris alpina*, *Alethopteris Defrancei* etc) als Repräsentanz der oberen Abtheilung (Vergleichfloren in Wettin, Rossitz — Petit-Coeur und Colombe) und mit den Floren von Klamm (am Semmering) und von' der Wurm-alpe bei Presnitz (Steiermark) und der unteren Sigillarien-führenden Schichten am Nösslacher Joch (*Calamites ramosus*, *Pecopteris Lonchitica*, *Lepidodendron*, *Sigillaria* etc.) als Repräsentanz der unteren Abtheilung. Vergleichsfloren in STUR's Schatzlarer Schichten. b. durch die paralischen Schichtenfolgen der alten Riffkalk-Buchten der Südzone (Nassfeld-Kronberg- und Vellach-Assling-District) mit Parallel- und Zwischenfloren von dem oberen Farnen-bis zum unteren Sigillarien-Horizont und mit einer Reihe von marinen Zwischenfaunen zwischen den permo-carbonischen Fusuliniden-Schichten der Krone und dem Bergkalk. Eine der tiefsten Faunen mit *Productus longispinus*, *Bellerophon Urii* und *Phillipsia* (Bombasch-Graben-Loch) dürfte dem im oberschlesischen Steinkohlen-Revier verbreitetsten, marinen Horizont etwa entsprechen, welcher nach STUR's Gliederung der Steinkohlenformation in Böhmen und Schlesien dem oberen Culm (Ostrauer Schichten) zufällt. Neben der damit angedeuteten Grenzgruppe zwischen unterem Carbon und Culm kann man die an Conglomeratbänken reiche, gleichfalls Pflanzen-führende und marine Zwischenbildungen enthaltende Gruppe unter dem Haupthorizont mit *Cyatheetes Oreopteridis* am Kronberg-Sattel als mittlere und diesen sammt den Verbindungsgliedern mit den permo-carbonischen Fusulinen-Schichten als obere Abtheilung annehmen. Die reinen, mächtigeren Fusulinidenkalk-Aequivalente (mit *Schwagerina*, *Fusulinella* etc.) des Carbon sind ungleich in Mächtigkeit, Gestein, Fauna und Begrenzung (schwarzer Fusulinenkalk von Neumarktl, weisser Fusulinenkalk von Malborgeth-Tarvis). Ein Vergleich dieser ganzen Entwicklung mit dem Fusuliniden-Carbon Russlands, Indiens, China's und Japans ist in Aussicht zu nehmen.

**4. Die Culm- und Kohlenkalkgruppe**, a. durch die an Kalkeinlagerungen arme Schiefer und Sandstein-Facies südwärts von der übersilurischen Riffkalk-Zone mit *Archaeocalamites radiatus* und *Chondrites tenellus*. b. durch die an Kalk-Aequivalenten reichere, rein marine oder zum Theil paralische Schieferthon- und Sandstein-Bildung mit der an Producten, Spiriferen und verschiedenen Bivalven reichen Fauna der nordwärts zwischen dem krystallinischen Festland und der Riffkalkzone gelegenen Buchtgebiete. Fauna des *Productus*

*giganteus*, *semireticulatus*, *striatus*, *Cora*. Daneben erscheinen auch hier, wie z. B. im Gebiet von Bleiberg, Culmpflanzen, *Archaeocalamites*, *Sagenaria Veltheimiana*, *Stigmaria inaequalis*. Vorläufig fehlt in der südlichen Culmentwicklung der Nachweis von *Posidonomya Becheri*. Die Kohlenkalk-Fauna der Südalpen wird mehrseitige Beziehungen zu den belgischen und russischen Verhältnissen ergeben. In dem kroatischen Carbon östlich vom Haupt Rücken des Velebit-Gebirges ist ein oberster Horizont der Gruppe durch Crinoidenkalke mit *Granatocrinus*- und *Pentatrematites*-Resten angedeutet, welcher möglicherweise Vergleichungspunkte mit der obersten Kohlenkalk-Fauna Nordamerika's (Illinois) bieten dürfte.

5. **Die obere Devongruppe** durch die Clymenienstufe der Grazer Ostbucht mit *Clymenia laevigata*, *speciosa*, *undulata* und *Posidonomya venusta*. Vergleichsfauna im thüringischen und sächsischen Ober-Devon. Das Vorkommen von Goniatiten ist ziemlich sicher -- die Möglichkeit einer Vertretung der tieferen Stufen (Intumescenz- und Cuboideschichten) nicht auszuschliessen.

6. ? — **Die mittlere Devongruppe** in noch fraglichen Aequivalenten unter dem Oberdevon und über dem Unterdevon der Ostbucht, sowie im oberen Riffkalk der karnischen Kette. (Kalke mit Pentamerus- oder Megalodonten-Durchschnitten, eventuell auch Korallenhorizonte mit *Heliolites porosa*, *Cystiphyllum vesiculosum* und *Favosites polymorpha*.)

7. **Die untere Devongruppe** durch den Gaisberger Brachiopodenschiefer mit *Chonetes* aff. *sarcinulata* und *Dalmania*, sowie durch tiefere Korallenknollenlager mit *Heliolites* aff. *porosa*, *Stromatopora concentrica*, *Favosites fibrosa*.

8. **Die Ueber-Silurgruppe** durch die Brachiopoden- und Korallen-Faunen der Riffkalkbildungen im Norden, Osten und Süden mit *Bronteus palifer*, *Phacops fecundus*, *Pentamerus galeatus*, *integer*, *Sieberi*, *Rhynchonella Nympha*, *Atrypa reticularis*, *comata*, *Conocardium prunum*, *abruptum* etc. *Favosites*, *Stromatopora*, *Heliolites*, *Cyathophyllum*, *Cystiphyllum*, *Aceroularia*, *Labecheia*, *Omphyma* etc.

Nächste Vergleichsfaunen in den Stockwerken F — G im böhmischen Silur und im hercynischen Schiefergebirge und nahe Analogie der Entwicklung in der unteren Helderberg-Gruppe (New York — Canada). Durch das Auftreten von typischen Obersilur-Formen, wie *Pentamerus Knightii*, *Atrypa Navicula*, *Heliolites* aff. *interstincta*, *Omphyma* und *Labecheia* wird theils ein wirkliches, tieferes Hinabreichen in das typische Obersilur, theils vielleicht nur der noch deutliche Silur-Habitus

der Gesamt-Fauna markirt. Beziehungen zum englischen Aymestry-Niveau.

9. **Die typische Obersilur-Gruppe**, a. durch den nördlichen und südlichen Cardiolahorizont, durch die Fauna des Cyphaspishorizontes im Wolayer Gebiet, durch die Orthocerenkalke der Nord- und Südzone und besonders die an Trilobiten (*Cromus*, *Cheirurus*, *Bronteus*, *Cyphaspis*, *Acidaspis*, *Ampyx* etc.) reichen, unteren Orthocerenkalke des Kockberges. Vergleichsfauna im Stockwerk E des böhmischen Silur. b. durch die Korallenfauna der Dolomitstufe der Ostbucht mit Wenlock-Korallen.

10. **Die typische Untersilur-Gruppe**, a. durch die Graptolithenschiefer-Fauna des Osternig-Gebietes mit *Graptolithus triangulatus*, *Proteus* etc., *Diplograptus* und *Climacograptus*. Vergleichsfaunen in der obersten Caradoc-Stufe Englands, im untersten Graptolithenschiefer-Horizont von Thüringen und Sachsen, an der Basis des Stockwerkes E in Böhmen. b. durch die Fauna der Schieferthone des Uggwathales (Osternig-Gebiet) mit *Strophomena expansa*, *grandis*, *Orthis* cf. *calligramma* und *Parambonites* aff. *intercedens*. Vergleichsfauna im oberen Untersilur (Bala-Caradoc-Gruppe) Englands. ? c. durch Kalkthonschiefer mit Crinoiden und *Bythotrephys*. Analogie in der Trenton-Gruppe N. Amerika's.

Die Ergänzung und Vervollständigung der gegebenen Uebersicht über die vorhandenen Elemente zu einer Gliederung und Parallelisirung der paläolithischen Stufenreihe der Ostalpen soll im Laufe der folgenden Jahre in verschiedenen Richtungen angestrebt werden. Erstlich ist die Vermehrung des paläontologischen Materials der bereits bekannten und genannten Horizonte und die genauere Durchbestimmung des Gesamtmaterials zur Anlage von Vergleichslisten in Aussicht zu nehmen. Ferner ist die Ausfüllung der im Unter- und Primordial-Silur vorhandenen Lücken durch paläontologische Funde oder stratigraphisch-tektonische Nachweise und in gleicher Weise eine Lösung aller das Devon betreffenden Hauptfragen anzustreben. Es ist überdies der Nachweis der vorkommenden Discordanzen und Transgressionen zwischen dem krystallinischen Gebirge und den Gliedern der paläozoischen Reihe und diesen selbst unter sich zu führen. Dies hängt aber wiederum zusammen mit der Constatirung des regionalen Fehlens oder Vorhandenseins der Aequivalente der böhmischen Etagen A und B (krystallinische Schiefer und Příbramer Grauwacke) oberhalb oder innerhalb der krystallinischen Schiefercomplexe,

mit der Parallelsirbarkeit der epikrystallinen Kalkphyllit- und Quarzphyllit-Complexe des Centralgebietes mit den gleich ihnen auf krystallinischer Basis in wirklicher oder scheinbarer Discordanz ruhenden, analogen Complexe der randlichen Grauwackenzone, endlich mit der Abscheidung störender Transgressions-Reste jüngerer Zeit von den erhaltenen Deckcomplexen der vorcarbonischen Periode und insbesondere mit dem Versuch, die Aequivalente der untersilurischen Kalkthonphyllite (Bythotrophisschiefer-Stufe), Grünschiefer und Bänderkalke der Ostbucht und der obersilurischen Kalkthonschiefer, Quarzphyllite und Korallenkalke des westkarnischen Gebirgsabschnittes in den grossen Kalkthonschiefer-, Kalkphyllit- und Quarzphyllit-Complexen des Gneiss-Gebietes zu erkennen und zu verfolgen.

Die Feststellung des Verhaltens der alten und jüngeren Eruptiv- und Massen-Gesteine zu den Sedimenten der verschiedenen, dem Alter nach orientirten Glieder der ganzen Reihe wird schliesslich auch nicht völlig bei Seite gelassen werden und es soll dabei beispielsweise auf die Trennung des carbonischen und permischen Eruptiv-Materials von jenem der vorcarbonischen und der ganzen triadischen Zeit besonders auf Grund der Verhältnisse des Adamello-Gebirges Rücksicht genommen werden.

Als eine vorläufige Orientirung dürfte, wie ich hoffe, das hier Gebotene trotz aller Unvollständigkeit und Flüchtigkeit gerade den ferner stehenden Fachgenossen immerhin willkommen sein. Sehr bald wohl dürfte ich schon in die Lage kommen, Ergänzungen und Verbesserungen, Bestätigungen und Widerlegungen in dieser oder jener Richtung beizubringen. Diesbezügliche vereinzelte Mittheilungen werden vielleicht ein grösseres Interesse dadurch zu erregen vermögen, dass ich dieselben zu den betreffenden Punkten der vorliegenden Darstellung in Beziehung zu bringen vermag.

---

Vergleichs-Tabellen.		Vorläufiges Orientierungs-Schema der paläontologisch fixirbaren Silurhorizonte der Ostalpen.						Vergleichs-Tabellen.	
		Süd-Alpen (Ost-Flanke).		Ost-Bucht.		Nord-Alpen.			
		West-Abschnitt.		Ost-Abschnitt.					
		Venetien — Tirol — Kärnten.		Kärnten — Krain.		Steiermark — Ungarn.		N. - Oesterreich — Steiermark. Salzburg — Tirol.	
								Deutschland. Böhmen.	
Primordial-Silur.	Cambrian rocks.	Cambrian.							
	Lingula flags.								
Normales oder typisches Unter-Silur.	Llandeilo flags.	Llandeilo.							
	Tremadoc slates.								
Normales oder typisches Ober-Silur.	Gala - Taramon.	Wenlock- und Ludlow-Gruppe.							
	Wenlock limestone shale: Korallenkalke.								
Subdevonisches Uebergangs- oder Ueber-Silur.	Gelbliche Sandsteine, dünn geschichtet: Pflanzen, Fische, Poecilopoden, Lingula, Orthoceras etc.	Downton Sandstones, Tilestones und Passagebeds.							
	Schieferthone mit Sandsteinlinsen: Pflanzen, Fische, Crustaceen, Lingula.								
Normales Devon.	Old red sandstone.	Old red sandstone.							
	Normales Devon.								

Stockwerke B u. C. Primordial-Fauna — D. Stockwerk der Quarzite Erste Silur-Fauna. — E. Stockwerke F bis G und H. Dritte Silur-Fauna BARRANDE'S.